

Г. З. ВЕНЦКЕВИЧ

551.5  
B29



# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

*Допущено*

*Главным управлением гидрометеорологической службы  
при Совете Министров СССР в качестве учебного  
пособия для гидрометеорологических техникумов*

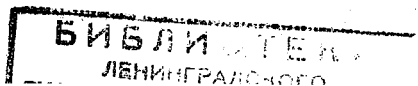
Под редакцией  
В. В. СИНЕЛЬЩИКОВА

95671



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАД • 1952



### АННОТАЦИЯ

В книге излагаются задачи агрометеорологии в социалистическом хозяйстве, дается характеристика климата поля, рассматривается значение факторов погоды в сельскохозяйственном производстве, влияние влагооборота в почве и запасов влаги на жизнь культурных растений, описываются вредные в сельском хозяйстве явления погоды и меры борьбы с ними. Книга включает также разделы о значении климата и погоды в животноводстве и об агрометеорологическом обслуживании сельского хозяйства.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для учащихся гидрометтехникумов и может быть использована широким кругом практиков, работающих в области сельского хозяйства.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   | Стр. |
|---|------|
| От автора . . . . .   | 6    |
| Введение . . . . .  | 7    |
| <b>Глава I. КЛИМАТ ИЮЛЯ</b>   |      |
| § 1. Общее понятие о климате поля . . . . .   | 13   |
| § 2. Климат почвы (тепловой режим) . . . . .  | 19   |
| § 3. Климат приземного слоя воздуха . . . . .                                       | 24   |
| § 4. Фитоклимат поля и леса . . . . .   | 29   |
| <b>Глава II. ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОГОДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b>           |      |
| § 5. Лучистая энергия и свет . . . . .  | 34   |
| § 6. Температура воздуха . . . . .  | 40   |
| § 7. Влажность воздуха . . . . .  | 48   |
| § 8. Осадки . . . . .   | 51   |
| § 9. Снежный покров . . . . .   | 55   |
| § 10. Ветер . . . . .   | 59   |
| <b>Глава III. ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ</b>                    |      |
| § 11. Значение влажности почвы в сельском хозяйстве . . . . .                       | 61   |
| § 12. Водоудерживающая способность почвы и формы движения воды в почве . . . . .    | 65   |
| § 13. Агрогидрологические свойства почвы . . . . .                                  | 68   |
| § 14. Методы определения агрогидрологических свойств (констант) почвы . . . . .     | 72   |
| § 15. Элементы водного баланса в почве . . . . .                                    | 76   |
| § 16. Испарение с почвы . . . . .   | 80   |
| § 17. Транспирация растений . . . . .   | 84   |
| § 18. Годовые изменения запасов влаги в почве . . . . .                             | 89   |
| § 19. Влагодобеспеченность сельскохозяйственных культур . . . . .                   | 95   |
| <b>Глава IV. ПОГОДА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ</b>                             |      |
| § 20. Роль метеорологических условий в процессе формирования урожая . . . . .       | 97   |
| § 21. Погода и зерновые злаковые культуры . . . . .                                 | 103  |
| § 22. Погода и культуры: гречиха, зерно-бобовые, подсолнечник и клеверина . . . . . | 115  |
| § 23. Погода и культуры: хлопчатник, лен, конопля, кенаф и канатник . . . . .       | 120  |
| § 24. Погода и многолетние травы . . . . .  | 126  |
| § 25. Погода и картофель . . . . .  | 128  |
| § 26. Погода и культуры: сахарная свекла, кок-сагыз и табак . . . . .               | 131  |
| § 27. Погода и овощные культуры . . . . .   | 133  |
| 1*  | 3    |

|  | Стр. |
|--|------|
| § 28. Погода и плодово-ягодные культуры . . . . .  | 138  |
| § 29. Погода и уборка . . . . .  | 144  |
| § 30. Влияние климата и погоды на распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур . . . . . | 146  |

**Глава V. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ И БОРЬБА С НИМИ**

|   |     |
|---|-----|
| § 31. Условия, усиливающие и ослабляющие зимостойкость культур .  | 150 |
| § 32. Вымерзание посевов . . . . .  | 154 |
| § 33. Выпревание, вымокание, выпирание и другие виды повреждения озимых в период перезимовки . . . . .        | 158 |
| § 34. Заморозок, его природа и основные черты . . . . .   | 163 |
| § 35. География заморозков в СССР . . . . .   | 169 |
| § 36. Предвидение заморозков и борьба с ними . . . . .  | 175 |
| § 37. Засуха . . . . .  | 182 |
| § 38. Агрометеорологические показатели засухи и суховеев . . . . .  | 187 |
| § 39. Сталинский план преобразования природы как действенная программа борьбы с засухой и суховеями . . . . . | 191 |

**Глава VI. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

|  |     |
|--|-----|
| § 40. Организация агрометеорологической сети и наблюдений . . . . .                                | 198 |
| § 41. Наблюдения над влажностью почвы . . . . .  | 203 |
| § 42. Наблюдения над фазами развития растений . . . . .  | 207 |
| § 43. Наблюдения над состоянием посевов . . . . .  | 212 |
| § 44. Наблюдения над зимующими культурами, промерзанием и оттаиванием почвы . . . . .              | 217 |
| § 45. Наблюдения над приростом сухой массы зерновых культур . . . . .                              | 223 |
| § 46. Наблюдения на лесных полосах . . . . .   | 228 |
| § 47. Агрометеорологические наблюдения на пастбищах и сенокосах отгонного животноводства . . . . . | 232 |
| § 48. Почтовые и телеграфные донесения о результатах агрометеорологических наблюдений . . . . .    | 236 |

**Глава VII. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

|   |     |
|---|-----|
| § 49. Организация, основные задачи и формы агрометеорологического обслуживания . . . . .                    | 242 |
| § 50. Форма и содержание декадного агрометеорологического бюллетеня и других видов информации . . . . .     | 247 |
| § 51. Анализ темпов развития весны и сезонные явления . . . . .   | 254 |
| § 52. Прогноз сроков наступления фаз развития сельскохозяйственных культур . . . . .                        | 259 |
| § 53. Анализ и прогноз влагообеспеченности сельскохозяйственных культур . . . . .                           | 263 |
| § 54. Агрометеорологическая оценка условий роста и состояния сельскохозяйственных культур . . . . .         | 267 |
| § 55. Диагностика состояния озимых культур и многолетних трав в период зимнего покоя . . . . .              | 273 |
| § 56. Прогноз благоприятствования погоды весенним полевым работам . . . . .                                 | 277 |
| § 57. Агрометеорологическое обслуживание животноводства . . . . .   | 282 |
| § 58. Производственное обслуживание гидрометеорологической станцией ближайших колхозов и совхозов . . . . . | 288 |
| § 59. Агрометеорологические ежегодники . . . . .  | 293 |



Глава VIII. АГРОКЛИМАТОЛОГИЯ

|   | Стр. |
|---|------|
| § 60. Задачи и методы агроклиматических исследований . . . . .  | 298  |
| § 61. Агроклиматические показатели обеспеченности сельскохозяйственных культур теплом . . . . .           | 303  |
| § 62. Агроклиматические показатели обеспеченности влагой . . . . .  | 307  |
| § 63. Микроклиматическая характеристика территории . . . . .  | 310  |
| § 64. Агроклиматическая характеристика территории для целей сельскохозяйственного районирования . . . . . | 315  |
| Литература . . . . .  | 322  |

## О Т А В Т О Р А

Перед автором была поставлена конкретная задача — написать курс по агрометеорологии для специализированных сельскохозяйственных метеорологических техникумов системы Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР.

Насколько позволяла возможность, автор использовал в работе новейшую литературу по агрометеорологии и сельскому хозяйству и стремился преподнести курс, ориентированный на специалистов средней квалификации.

Особое внимание автор уделил тому, чтобы будущий техник-агрометеоролог правильно понял основную задачу агрометеорологии — всемерно содействовать сельскому хозяйству в максимально лучшем использовании климатических ресурсов территории.

Подготовить будущего специалиста к активному участию в борьбе колхозов и совхозов за дальнейший прогресс всех отраслей сельского хозяйства — такова основная идея, которую руководствовался автор при составлении всех разделов курса.

Автор благодарит коллектив агрометеорологов Центрального института прогнозов за ценные указания при предварительном просмотре рукописи, а также заранее выражает признательность тем, кто при последующем ознакомлении с книгой укажет ему на допущенные пробелы и ошибки.

## ВВЕДЕНИЕ

Под руководством партии и правительства социалистическое сельское хозяйство нашей Родины, оснащенное мощной передовой техникой, неуклонно идет по пути возрастающего прогресса. Планомерно, из года в год, повышается урожайность колхозных и совхозных полей, увеличивается поголовье и продуктивность животноводства, расширяется площадь под посевами ценнейших технических и плодовых культур. Еще более широкие перспективы для дальнейшего расцвета всех отраслей сельского хозяйства открываются в связи с успешным претворением в жизнь великого Сталинского плана преобразования природы и сооружением великих строек коммунизма — гидроэлектростанций на Волге и Днестре, Волго-Донского, Главного Туркменского, Южно-Украинского и Северо-Крымского каналов при участии всего советского народа.

Используя мощную технику и привлекая к решению практических задач новейшие достижения современной агробиологической науки, стахановцы-хлеборобы получают рекордно высокие урожаи всех культур, свидетельствуя о неограниченных возможностях дальнейшего подъема социалистического земледелия.

Чем дальше идет в своем поступательном движении социалистическое сельское хозяйство, тем настойчивее и глубже должно проводиться изучение всех особенностей климата и погоды в целях использования этих знаний для дальнейшего подъема урожайности.

Наука, призванная изучать климат и погоду применительно к запросам сельского хозяйства, называется сельскохозяйственной метеорологией, или агрометеорологией. Путь ее развития теснейшим образом связан с изменениями экономики сельскохозяйственного производства и с ростом тех научных дисциплин, из недр которых она возникла и из которых постепенно выделилась в самостоятельную область знания.

Как научная дисциплина, агрометеорология определилась к концу XIX века. Ее основоположники — русские ученые А. И. Воейков и П. И. Броунов разработали принципы агрометеорологических исследований, которые позже были заимствованы всеми западными государствами и Америкой. Россия, таким образом, явилась колыбелью агрометеорологии, а советские уче-

ные прочно удерживают за собой приоритет научной мысли по изучению климата и погоды.

В период с конца прошлого века до Великой Октябрьской социалистической революции стимулом к развитию агрометеорологии явились идеи передовых, прогрессивных деятелей России, направленные на поднятие уровня культуры земледелия и избавление крестьянского хозяйства от ужасных потрясений, вызываемых недородом в годы засух.

Так, русский климатолог-географ Александр Иванович Воейков (1842—1916 гг.), со всей страстностью своей широкой и горячей натуры, отверг западноевропейские веяния изучать явления атмосферы без увязки с практической деятельностью и впервые убедительно доказал большую целесообразность привлечения данных метеорологии к решению практически важных и неотложных задач сельского хозяйства.

Много путешествуя по России, он сделал большие теоретические обобщения и вооружил агрономов полезными советами в области преодоления неблагоприятных явлений климата и погоды.

При его непосредственной консультации проводилось начатое в то время сельскохозяйственное освоение пустынных районов Средней Азии, осушение болот в Белоруссии и другие, имеющие важное значение в сельском хозяйстве мероприятия.

С именем А. И. Воейкова связано решение задачи по акклиматизации чайного куста и других субтропических культур в Закавказье. Ему принадлежит идея организации первых сопряженных метеорологических и фенологических наблюдений, явившихся зародышем будущих агрометеорологических исследований.

Другим крупным деятелем в области агрометеорологии того же времени был Петр Иванович Броунов (1852—1927 гг.). П. И. Броунов наметил и определил основные перспективы развития этой дисциплины, провел большую организационную работу по созданию отечественной сети агрометеорологических станций, популяризировал достижения агрометеорологии среди широких слоев населения. С его именем связана организация Метеорологического бюро при министерстве земледелия, имевшего большое значение в развитии русской агрометеорологии.

Однако в условиях мелкого, раздробленного крестьянского хозяйства, подавленного нуждой и эксплуатацией, при недостаточной заинтересованности помещиков в прогрессе земледелия, развитие агрометеорологии шло крайне медленно, тормозилось и не встречало должной поддержки со стороны правящих кругов.

Великая Октябрьская социалистическая революция освободила крестьянство от многовекового гнета и направила сельское хозяйство страны в русло великих преобразований и всестороннего подъема культуры земледелия.

На помощь сельскому хозяйству были привлечены техника и наука. Естественно, что и агрометеорология, призванная содействовать сельскохозяйственному производству, получила с первых дней Октябрьской революции большой стимул для дальнейшего развития.

В 1921 г. декретом Совета Труда и Оборона, подписанным В. И. Лениным, было положено начало организации оперативного агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства. В этих целях была создана служба урожая, задача которой заключалась в информации производственных и планирующих органов о влиянии текущей погоды на рост, развитие и состояние сельскохозяйственных культур.

Дальнейшее расширение задач агрометеорологии наметилось в годы коллективизации. Бдительно охраняя интересы колхозов, партия и правительство проявляли всемерную заботу об урожае каждого года, направляя усилия колхозов на своевременное и лучшее проведение весенних и осенних полевых работ, на соблюдение тщательного ухода за посевами, на организованную и быструю уборку урожая. В связи с



*Александр Иванович Войков*

этим перед агрометеорологией возникла проблема усилить оперативность обслуживания, сделать его более действенным, оказывающим непосредственную помощь колхозам и совхозам в их повседневной работе. Для указанной цели были расширены массовые агрометеорологические наблюдения, разработана методика предвычисления сроков наступления фаз развития, налажена служба предупреждения о заморозках, разработана система диагностики состояния озимых культур и многолетних трав в зимний период. Это дало возможность проводить информацию сельскохозяйственных организаций об ожидаемых запасах влаги в почве, условиях перезимовки озимых культур, сроках наступления основных полевых работ и т. д.

Однако все достигнутое составляет только небольшую долю того, что требуют в настоящее время от агрометеорологии возросшие запросы социалистического земледелия.

Под руководством партии, правительства и лично товарища Сталина колхозы и совхозы превращаются все в более и более мощные, высокомеханизированные предприятия, специализированные в различных областях сельскохозяйственного производства.

В связи с этим перед агрометеорологией ставится задача перехода от общего к конкретному обслуживанию отдельных отраслей сельского хозяйства (зернового хозяйства, хлопководства, льноводства, отгонного животноводства, свеклосеяния и т. д.).

Широкий размах работ по претворению в жизнь Сталинского плана преобразования природы выдвигает перед агрометеорологией большие задачи по исследованию гидрометеорологической эффективности полезащитного лесоразведения, а также гидрометеорологического режима орошаемых полей в связи с перспективой создания крупнейших в мире обводнительных и оросительных систем на базе великих строек коммунизма.

*Агрометеорология есть наука, изучающая метеорологические, климатические и гидрологические условия, имеющие значение для сельского хозяйства, в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства.*

Основной задачей агрометеорологии является содействие сельскому хозяйству в наилучшем использовании климатических ресурсов территории, особенно в преодолении неблагоприятных явлений погоды в целях получения высоких и устойчивых урожаев.

Рассматривая климат и погоду как неотъемлемые для объектов сельскохозяйственного производства условия внешней среды, агрометеорология постоянно сталкивается с необходимостью оценивать значение того или иного сочетания метеорологических условий для формирования урожая сельскохозяйственных культур.

Но одни и те же факторы климата и погоды по-разному воздействуют на растения в различные периоды их вегетации и при различном их состоянии. Поэтому недостаточно знать только условия погоды, но одновременно необходимо знать, на какие периоды вегетации растений они приходится и какова реакция растений на эти условия. Это достигается с помощью применения основного метода агрометеорологии — метода сопряженных (или, как часто говорят, параллельных) наблюдений: с одной стороны, — над метеорологическими условиями, а с другой, — над ростом и развитием сельскохозяйственных культур. На каждой станции агрометеорологической сети, наряду с производством обычных метеорологических наблюдений и наблюдений над влажностью почвы, ведутся систематические наблюдения на полях ближайших колхозов и совхозов над состоянием сельскохозяйственных культур, фазами их развития, а также над сроками проведения тех или иных полевых работ.

Результаты агрометеорологических наблюдений кладутся в основу исследовательских работ и агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственных организаций.

Основными видами обслуживания являются агрометеороло-

гическая информация, агрометеорологические прогнозы, агроклиматическая и микроклиматическая оценка территории.

Информацией и прогнозами освещается степень благоприятствования текущей или ожидаемой погоды произрастанию сельскохозяйственных культур, производству сельскохозяйственных работ, применению тех или иных агротехнических приемов.

Агроклиматической и микроклиматической оценкой территории выявляется степень благоприятствования климата данной зоны (района, поля) возделыванию сельскохозяйственных культур и определяется характер изменений, вносимых в климат поля, луга, пастбища и других сельскохозяйственных угодий агролесомелиоративными и гидромелиоративными мероприятиями.

Таким образом, одной из важных задач исследования в области агрометеорологии является улучшение методики агрометеорологических прогнозов и агроклиматической оценки территории.

Для указанных целей агрометеорология разрабатывает и устанавливает агрометеорологические показатели, т. е. количественные показатели связи между гидрометеорологическими факторами и требованиями сельскохозяйственных культур.

Выявление таких показателей достигается методом географических посевов, методом учащенных сроков сева, статистическим методом сопоставления условий роста, развития и урожая культур с погодными условиями, методом климатического анализа ареалов и границ распространения культурных растений с учетом их продуктивности и другими методами.

Свои задачи агрометеорология разрешает в тесной увязке с результатами исследований смежных с ней дисциплин: с общей метеорологией и климатологией — по вопросам изучения атмосферных явлений, с агробиологией и физиологией растений — по вопросам реакции растений на изменение физических условий среды, с агрономией — по вопросам о роли агротехники в изменении условий роста и развития культур и, наконец, с почвоведением — по вопросам изучения гидрологического режима почвы.



*Петр Иванович Броунов*

Извлекая из перечисленных дисциплин все полезные для себя указания, агрометеорология в свою очередь пополняет и обогащает эти дисциплины своими выводами.

Базой для применения всех результатов агрометеорологических исследований и наблюдений является сельское хозяйство. Поэтому только те из агрометеорологических выводов имеют реальную ценность, которые проверены и апробированы на практике сельскохозяйственного производства.

---



## ГЛАВА I КЛИМАТ ПОЛЯ

### § 1. Общее понятие о климате поля

Получаемая ежегодно сельскохозяйственная продукция представляет собой совокупность урожаев, собранных с каждого отдельного поля в колхозах и совхозах.

Любое поле имеет свои, характерные для него почвенно-климатические особенности.

Опыт передовиков земледелия учит, что одним из важных условий успеха выращивания сельскохозяйственных культур является правильный и наиболее полный учет почвенно-климатических условий каждого конкретного поля.

Учет и характеристика почвенных условий составляют предмет исследования агропочвоведения.

Климат поля, т. е. состояние светового, теплового, водного и ветрового режима верхних слоев почвы, поверхности почвы и прилегающего приземного слоя воздуха, изучается агрометеорологией. Он зависит от большого числа физико-географических факторов и не остается постоянным.

Труд человека изменяет климат поля в благоприятную для возделываемых сельскохозяйственных культур сторону. Эти изменения могут быть временными или более глубокими, устойчивыми. Так, разжиганием дымовых куч или грелок в период заморозков достигается лишь временное (на несколько часов) улучшение термического режима поля или участка. Введением же травопольной системы земледелия, насаждением лесных полос и системой искусственного орошения вносятся в климат поля коренные, существенные изменения.

Чтобы направлять указанные изменения в желательную сторону, необходимо иметь ясное представление о всей совокупности элементов, слагающих климат поля, а также знать и те климатообразующие факторы, путем воздействия на которые мы можем управлять климатом поля, создавая для жизни растений наилучшие условия.

Климат любого поля обязательно включает в себя элементы макро-, мезо- и микроклимата.

К элементам микроклимата относятся те особенности климата, которые обусловлены географическими факторами крупного мас-

штаба: общей циркуляцией атмосферы, широтой местности, удаленностью от океанов и морей, морскими течениями и т. д.

Под элементами мезоклимата, или иначе местного климата, понимаются те особенности климата, которые обусловлены географическими факторами меньшего масштаба: высотой над уровнем моря, орографическими особенностями местности, наличием больших лесных массивов, водоемов и пр.

Под элементами микроклимата понимаются те особенности климата, которые обусловлены рельефом, экспозицией, характером почвы и растительного покрова самого поля (участка), а также характером непосредственно окружающих поле предметов (лесные насаждения, водоемы, постройки и др.).

В зависимости от поставленной задачи и имеющихся материалов наблюдений климат поля может быть охарактеризован либо исключительно в элементах макроклимата, либо с уточнением по элементам мезо- или микроклимата. В первом случае мы получаем лишь весьма общее (в первом приближении) представление о климате поля, одинаковое для многих полей одной крупной зоны. Включение элементов мезоклимата уточняет первоначальное представление о климате поля, детализирует его, обособляет в климатическом отношении некоторую группу полей одной общей зоны. Наконец, со включением элементов микроклимата достигается наиболее точное представление о климате данного конкретного поля, не позволяющее смешивать его с климатом какого-либо другого поля, даже расположенного в одном и том же хозяйстве.

Опыт стахановцев-хлеборобов с очевидностью показывает, что правильный учет микроклиматических особенностей отдельных полей (участков) представляет собой большой резерв для повышения урожайности сельскохозяйственных растений и общего подъема культуры земледелия. Объясняется это тем, что микроклимат поля легко поддается активному воздействию человека. Сменой культур, различными способами обработки почвы, поливом или снегозадержанием и другими мероприятиями достигается изменение микроклимата в желательную для производства сторону и тем самым улучшаются условия произрастания культур.

Сталинский план преобразования природы степной и лесостепной зон в значительной своей части направлен именно на изменение местного климата и микроклимата каждого конкретного поля.

Из большого числа элементов, слагающих микроклимат поля, наиболее важными являются: температура воздуха и почвы, влажность воздуха и почвы, испарение и ветер.

Температура почвы и прилегающего к почве слоя воздуха, в котором располагаются надземные части растений, зависит от соотношения приходной и расходной частей тепловой энергии.

Поверхность почвы и растительности, которая поглощает и отдает тепло и тем самым регулирует термический режим почвы и прилегающих к ней слоев воздуха, называется *деятельной поверхностью*.

Деятельная поверхность играет большую роль не только в теплообороте, но и во влагообороте. С деятельной поверхности происходит испарение влаги, на ней же осаждается влага как непосредственно конденсирующаяся в виде росы, инея и др., так и выпадающая из атмосферы (дождь, снег).

В числе потоков тепла, проходящих через деятельную поверхность и составляющих ее тепловой баланс, различают:

- 1) приход и расход радиационного тепла, т. е. радиационный баланс  $R$ ;
- 2) тепло  $Q$ , поступающее от деятельной поверхности непосредственно в воздух или, наоборот, идущее из воздуха;
- 3) теплообмен в почве  $T$ ;
- 4) тепло  $E$ , расходуемое на испарение или выделяемое при конденсации.

Исходя из закона сохранения энергии, впервые открытого великим русским ученым М. В. Ломоносовым, можно принять, что тепловой баланс деятельной поверхности в каждый данный момент равен нулю, или

$$R + Q + T + E = 0.$$

Рассмотрение отдельных элементов теплового потока, проходящих через деятельную поверхность, позволяет лучше уяснить роль каждого из них в процессе формирования термического режима сельскохозяйственного поля.

Радиационный баланс  $R$  состоит из коротковолновой и длинноволновой радиации. Коротковолновая, или собственно солнечная, радиация падает на деятельную поверхность в виде прямой и рассеянной радиации и частично от нее отражается.

Если прямую радиацию обозначить через  $S$ , рассеянную — через  $s$ , а отражательную способность деятельной поверхности в отношении коротковолновой радиации (альбедо) — через  $\alpha$ , то коротковолновая часть радиационного баланса может быть представлена следующим образом:

$$(S + s)(1 - \alpha).$$

В длинноволновую часть радиационного баланса входит излучение деятельной поверхности  $r_T$  и встречное излучение атмосферы  $r_a$ . Разность между этими двумя потоками называется эффективным излучением  $r$ .

Отсюда общий радиационный баланс может быть представлен в следующем виде:

$$R = (S + s)(1 - \alpha) + r.$$

Поступление солнечной энергии происходит только в дневные часы и составляет положительную (приходную) часть радиационного баланса деятельной поверхности. Эффективное излучение происходит и днем и ночью и составляет отрицательную (расходную) часть баланса.

В зависимости от соотношения этих двух частей суммарный баланс лучистой энергии за сутки будет различен.

Солнечная радиация (прямая и рассеянная) служит главным источником тепла, поступающего к деятельной поверхности. За меру интенсивности солнечной радиации обычно принимают количество тепла (в малых калориях), приходящееся в 1 минуту на  $1 \text{ см}^2$  черной поверхности, перпендикулярной к солнечным лучам.

Теоретически подсчитано, что на верхней границе атмосферы поток тепла, поступающий от солнца, составляет около  $1,94 \text{ кал/см}^2\text{мин}$ . Проходя через атмосферу, эта энергия частично теряется и достигает поверхности земли значительно ослабленной (максимум  $1,3\text{--}1,5 \text{ кал/см}^2\text{мин}$ ). Кроме того, количество энергии, падающее на единицу площади поверхности, зависит от угла, составляемого направлением потока лучистой энергии с этой поверхностью. Если величину угла обозначить через  $h$ , то указанная зависимость может быть выражена формулой

$$I_1 = I \sin h,$$

где  $I_1$  — количество энергии, получаемой  $1 \text{ см}^2$  горизонтальной поверхности, а  $I$  — напряжение солнечной радиации на перпендикулярную поверхность. Следовательно, если величина радиации на перпендикулярную поверхность равна  $1,30 \text{ кал/см}^2\text{мин}$ , то величина радиации на поверхность, расположенную по отношению к лучам солнца под углом  $30^\circ$ , составит  $0,65 \text{ кал/см}^2\text{мин}$  (так как  $\sin 30^\circ = 0,5$ ), а под углом  $20^\circ$  составит  $0,44 \text{ кал/см}^2\text{мин}$  (так как  $\sin 20^\circ = 0,34$ ).

В каждый момент времени  $h$  зависит от высоты солнца над горизонтом, которая в свою очередь определяется временем года, широтой местности и временем суток (табл. 1).

Полуденное напряжение прямой солнечной радиации на поверхность, перпендикулярную к лучам, в теплое время года сравнительно мало меняется с широтой местности и составляет в среднем за 4 месяца вегетационного периода около  $1,2 \text{ кал/см}^2\text{мин}$ .

Напряжение прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность даже в летнее время заметно меняется. Зимой же различие по широте выражено очень резко (табл. 2, по С. А. Сапожниковой).

Для большей части территории СССР роль рассеянной радиации в образовании микроклимата значительно меньше сравнительно с прямой. Величина рассеянной радиации в дневные часы



ственно снежному покрову. Свежевыпавший снег имеет альбедо, равное 85%, а снег загрязненный и талый — равное 40%. Альбедо почвы колеблется от 10 до 30%, в зависимости от состояния ее поверхности.

Расход радиационного тепла через лучеиспускание почвы и растительного покрова происходит непрерывно днем и ночью, однако днем в той или иной мере он компенсируется притоком тепла и лишь ночью проявляется в полной мере.

Последний член радиационного баланса — эффективное излучение  $r$  — зависит от температуры и влажности воздуха. С повышением температуры эффективное излучение увеличивается. При постоянной температуре оно тем меньше, чем больше влажность воздуха. Величина эффективного излучения в ясную летнюю ночь колеблется от 0,1 кал/см<sup>2</sup>мин при 100%-ной влажности до 0,2 кал/см<sup>2</sup>мин при 10%-ной влажности. Решающее влияние на эффективное излучение имеет облачность. При сильной облачности эффективное излучение в 4—6 раз меньше, чем при ясном небе. Поэтому облака представляют как бы экран, защищающий землю от потери тепла через излучение.

В целях наглядного представления о соотношении различных частей радиационного баланса в различные времена года, приводим результаты наблюдений Н. Н. Калитина для Слуцка (табл. 3).

Таблица 3

Баланс лучистой энергии за сутки  
(Небо безоблачное)

|                      | 8/I 1929 г. | 4/IV 1929 г. |
|----------------------|-------------|--------------|
| Прямая радиация . .  | 20 кал      | 334 кал      |
| Рассеянная радиация  | 12 "        | 50 "         |
| Полный приход . . .  | 32 "        | 384 "        |
| Земное излучение . . | —202 "      | —202 "       |
| Баланс . . . . .     | —170 "      | 182 "        |

Как видно из табл. 3, 8/I баланс лучистой энергии был отрицательным, и почва в итоге потеряла тепло. Наоборот, 4/IV баланс был положительным, и почва в результате за сутки приобрела 182 кал/см<sup>2</sup> тепла.

Поглощаемая деятельной поверхностью лучистая энергия превращается в тепловую и передается как вглубь деятельного слоя, так и в прилегающие слои воздуха. Тепловой поток  $T$ , направленный вглубь почвы или из почвы, определяется градиентом температуры и теплопроводностью почвы. Чем больше разность температур поверхности и более глубоких слоев, тем

Большее количество тепла поступает в почву или, наоборот, уходит из нее.  $Q$  — тепловой поток из почвы в воздух и обратно — зависит от теплоемкости воздуха, плотности воздуха, температурного градиента и коэффициента турбулентности. Более подробно об этом будет изложено ниже.

Последним компонентом теплового баланса деятельной поверхности является тепло  $E$ , расходуемое на испарение или выделяемое при конденсации.

Расход тепла на испарение имеет в тепловом балансе весьма существенное значение. На каждый грамм испарившейся воды расходуется около 600 кал тепла. В зависимости от характера деятельной поверхности расход тепла на испарение заметно меняется. В дневные часы в лесной зоне расход тепла на испарение является вторым по величине (после радиационного тепла) компонентом теплового баланса. Нередко он составляет свыше 50% радиационного баланса, и лишь в пустыне, благодаря отсутствию влаги, этот компонент занимает последнее место.

Отсюда становится понятным, что жаркая погода при большой сухости почвы, а также и зной пустынь определяются не столько особенностями радиационного баланса, сколько резким сокращением расхода тепла на испарение.

В условиях поливного хозяйства с повышением увлажненности почвы увеличивается расход тепла на испарение. Поэтому орошение в засушливой зоне оказывает благоприятное влияние на термический режим воздуха и почвы и улучшает микроклимат поля.

## § 2. Климат почвы (тепловой режим)

Под *климатом почвы* понимают всю совокупность процессов, связанных с изменениями ее теплового и водного режима. Знание климата почвы позволяет лучше уяснить условия, при которых происходит прорастание семян, развитие растений и жизнедеятельность почвенных микроорганизмов.

В данном параграфе мы коснемся лишь вопросов, связанных с теплооборотом в почве, не затрагивая вопросов о влагообороте, поскольку последнему будет посвящен специальный раздел.

Из предыдущего параграфа мы видели, что основным источником тепла в почве является лучистая энергия солнца. Поглощенная деятельной поверхностью лучистая энергия превращается в тепловую и передается как вглубь деятельного слоя, так и в прилегающие слои воздуха.

Тепловой поток вглубь почвы определяется двумя факторами: градиентом температуры и теплопроводностью почвы. Чем больше разность температуры поверхности почвы и температуры более глубоких ее слоев (т. е. чем больше градиент), тем большее количество тепла поступит в почву или, наоборот, уйдет из нее.

Для расчета теплового потока вглубь почвы применяется следующая формула:

$$T = \lambda \frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1} \tau,$$

где  $T$  — тепловой поток в  $\text{кал/см}^2\text{сек}$ ,  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности,  $\frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1}$  — вертикальный градиент температуры, т. е. разность температур  $t_2 - t_1$  на двух глубинах ( $z_2$  и  $z_1$ ) в среднем за некоторый интервал времени  $\tau$ .

Коэффициент теплопроводности численно равен количеству тепла, которое протекает в 1 секунду через  $1 \text{ см}^2$  слоя однородного вещества толщиной в  $1 \text{ см}$ , если температура обеих сторон слоя отличается на  $1^\circ$ , т. е. при градиенте в  $1^\circ$  на  $1 \text{ см}$ . Величина коэффициента теплопроводности определяется физическими особенностями почвы (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициент теплопроводности  $\lambda$  составных частей почвы

| Составные части почвы      | $\text{кал/см сек град}$ |
|----------------------------|--------------------------|
| Полевой шпат . . . . .     | 0,0058                   |
| Известняк . . . . .        | 0,0040                   |
| Торф . . . . .             | 0,0020                   |
| Почвенная вода . . . . .   | 0,0012                   |
| Почвенный воздух . . . . . | 0,00005                  |

Так как физические свойства почвы, ее плотность и, особенно, содержание воды и воздуха, меняются, то, естественно, меняется и теплопроводность. По данным С. И. Костина, полученным в Воронежской области для слабо выщелоченного чернозема, при влажности почвы, равной 2% от сухой навески, величина теплопроводности составляет  $0,0006 \text{ кал/см сек град}$ , а при влажности почвы 20% она составляет

$0,0025 \text{ кал/см сек град}$ . С ростом влажности теплопроводность почвы увеличивается. С увеличением количества воздуха в порах теплопроводность почвы уменьшается.

Изменение теплового режима почвы определяется не только количеством полученного тепла и теплопроводностью почвы, но и ее теплоемкостью. Теплоемкостью называется количество тепла (в калориях), необходимое для нагревания  $1 \text{ г}$  (весовая) или  $1 \text{ см}^3$  почвы (объемная) на  $1^\circ$ . Для воды величина как весовой, так и объемной теплоемкости равна единице. Для почвенных частиц, плотность которых не равна единице, значения весовой и объемной теплоемкости различны (табл. 5).

Для расчета теплоемкости почвы в каждом конкретном случае необходимо знать объемный вес почвы с ненарушенной структурой, влажность ее и объемную теплоемкость твердых частиц почвы. Определив теплоемкость, можно подсчитать, какое количество тепла необходимо для нагревания на  $1^\circ$  100-сантиметрового столба почвы с поперечным сечением  $1 \text{ см}^2$ .



По исследованиям С. А. Сапожниковой в Ленинградской области, для нагревания на 1° 100-сантиметрового столба почвы с поперечным сечением 1 см<sup>2</sup> требуется: в январе — 56 кал, а в июле — 45 кал.

Таблица 5

Теплоемкость составных частей почвы

| Составные части почвы      | Весовая<br>теплоемкость<br>(в кал/г град) | Объемная<br>теплоемкость<br>(в кал/см <sup>3</sup> град) |
|----------------------------|---|--|
| Частицы песка и глины      | 0,18—0,23                                 | 0,49—0,58  |
| Торф . . . . .             | 0,48                                      | 0,60   |
| Почвенный воздух . . . . . | 0,24                                      | 0,0003   |
| Почвенная вода . . . . .   | 1,00                                      | 1,00   |

Как в суточном, так и в годовом ходе теплооборота в почве имеются свои закономерности. Поступление тепла вглубь почвы в летнее время идет с раннего утра, достигает максимума в пол-

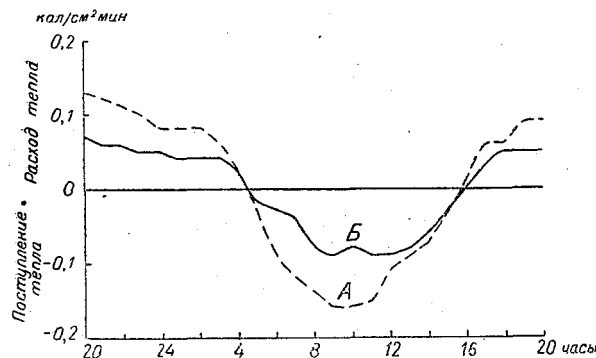


Рис. 1. Суточный ход напряжения теплообмена на оголенной почве (A) и под травостоем (B). Колтуши 8/VII 1948 г. (по С. А. Сапожниковой)!

день, а кончается значительно раньше захода солнца. В 17 часов почва уже начинает расходовать накопленное за предыдущие часы тепло, причем максимальный расход тепла приходится на середину ночи. Характер суточного хода напряжения теплообмена в почве виден на рис. 1.

Покров почвы (летом — растительность, зимой — снег) оказывает большое влияние на годовой и суточный ход теплообмена. По данным Г. А. Любославского для оголенной почвы под Ленинградом, проникновение тепла вглубь почвы начинается еще с февраля, а заканчивается в июле, достигая максимума в апреле—мае.

В непосредственной связи с теплообменом в почве стоит вопрос о распределении температуры на различных глубинах почвы. Вертикальные градиенты температуры с глубиной убывают потому, что большая часть тепла поглощается верхними слоями. В полуденные часы разность температур на поверхности почвы и на глубине 5 см может достигать 20—25°, а разность температур на глубине 5 и 10 см не превышает 1—5°. В пасмурные дни градиенты выравниваются. Как правило, в летнее время температура почвы в среднем за сутки с глубиной убывает. Наоборот, в зимнее время температура почвы с глубиной повышается.

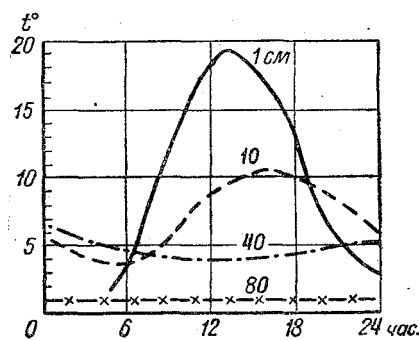


Рис. 2. Суточный ход температуры на разных глубинах (1, 10 и 40 см) в песчаной почве. Павловск (по С. А. Сапожниковой).

Песчаные почвы весной прогреваются быстрее, чем тяжелые суглинистые. Поэтому песчаные почвы называют теплыми, а глинистые — холодными. Лучшая прогреваемость песчаных почв объясняется их меньшей теплоемкостью и более легким пропусканием воды. Глинистые почвы требуют для своего прогревания больше тепла и так как содержат больше влаги, то расходуют значительную часть тепла на испарение.

Разность температуры пахотного горизонта песчаной и глинистой почвы в летнее время может достигать 1—3° (в пользу песка). Осенью глинистые почвы нередко становятся теплее песчаных, так как, благодаря своей хорошей теплопроводности, песчаные почвы скорей выхолаживаются.

Еще большие различия наблюдаются между минеральными и торфяными почвами. Торфяные почвы в начале вегетационного периода обычно значительно холоднее минеральных. Медленное прогревание торфяных почв объясняется как их плохой теплопроводностью, так и относительно большой величиной испарения.

На скорость прогревания почвы оказывает влияние характер ее обработки. Так, более интенсивному весеннему прогреванию почвы способствует гребневая и грядковая культура. По экспериментальным данным Н. А. Курмангалина, температура на гребнях была на 1° выше, чем на ровных участках. Оголение почвы от естественного травяного покрова и дерновины резко повышает ее температуру.

В весенний период существенным является вопрос о суточном ходе температуры на разных глубинах почвы. На рис. 2 показан суточный ход температуры на разных глубинах песчаной почвы в условиях лесной зоны. Наибольшему нагреванию в дневные часы и охлаждению в ночные подвергается поверхностный слой

почвы. В связи с этим в поверхностном слое наблюдаются наибольшие суточные и годовые колебания температуры.

Интерес представляет также вопрос о максимальной и минимальной температурах поверхности оголенной почвы в сопоставлении с максимальной и соответственно минимальной температурами воздуха.

Летом в ясную погоду максимальная температура почвы может подниматься в южных широтах до 70°, а в северных до 60° и превышать максимальную температуру воздуха на 15—20°, а в отдельных случаях еще больше. Разность минимальных и вообще ночных температур поверхности почвы и воздуха меньшая. В период ночных выхолаживаний температура поверхности почвы, как правило, ниже температуры воздуха на 2—5°, но в облачную погоду разность температур сглаживается, а в некоторых случаях принимает обратный знак.

В более глубоких слоях почвы амплитуда суточных колебаний температуры постепенно уменьшается и время наступления наибольшей и наименьшей температуры запаздывает. Практически суточные колебания температуры бывают мало заметны уже на глубине 50—60 см. На глубине 15—20 м годовые колебания температуры почти полностью затухают. В качестве примера годового хода температуры на разных глубинах почвы приводим таблицу со средними месячными температурами по нескольким пунктам (табл. 6).

Таблица 6  
Средние месячные температуры почвы (в градусах)

| Глубина<br>почвы<br>(в см) | Январь |        |         | Апрель |        |         | Июль  |        |         | Октябрь |        |         |
|----------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|--------|---------|---------|--------|---------|
|                            | Киров  | Москва | Харьков | Киров  | Москва | Харьков | Киров | Москва | Харьков | Киров   | Москва | Харьков |
| 25                         | -1,2   | -0,5   | -1,0    | 0,8    | 1,8    | 6,1     | 17,4  | 17,4   | 20,8    | 2,2     | 5,6    | 9,1     |
| 50                         | -0,2   | 0,5    | 0,3     | 0,3    | 1,7    | 4,9     | 15,4  | 16,2   | 19,1    | 3,8     | 6,8    | 10,3    |
| 100                        | 1,2    | 1,5    | 2,6     | 0,6    | 1,5    | 4,0     | 12,3  | 13,9   | 16,2    | 6,2     | 8,2    | 12,0    |
| 200                        | 3,5    | 3,0    | 5,6     | 2,1    | 2,0    | 4,1     | 7,5   | 11,0   | 12,6    | 8,0     | 9,5    | 12,8    |

Для практических задач сельского хозяйства достаточно ограничиться изучением температурного режима почвы до глубины 1—3 м, так как корневая система большинства культур не распространяется ниже этой зоны.

Зимой в тесной связи с ходом температуры на глубине почвы стоит вопрос о промерзании почвы. На большей части территории Советского Союза в зимнее время температура верхнего слоя почвы опускается ниже 0° и вода, находящаяся в ней, замерзает. Глубина промерзания почвы зависит от интенсивности и продолжительности низких температур воздуха, а также от

наличия на поверхности почвы снежного покрова. В среднем многолетнем выражении глубина промерзания почвы на Европейской территории СССР составляет по разным географическим зонам от 30 до 150 см. На северо-востоке, а также в Сибири имеются огромные пространства, где почва летом оттаивает только на некоторую глубину, а более глубокие слои ее непрерывно остаются мерзлыми. Это — районы вечной мерзлоты. Они занимают в Сибири площадь около 8 млн. км<sup>2</sup>. Южная граница вечной мерзлоты совпадает примерно с годовой изотермой воздуха —2°. Мощность мерзлого слоя колеблется в очень широких пределах, доходя в отдельных случаях до 100 м и более. Иногда мерзлые слои чередуются с тальми. Вечная мерзлота сама по себе не является препятствием к возделыванию сельскохозяйственных культур, если она не создает условий к заболачиванию почвы. В Восточной Сибири, где мерзлота проникает в умеренные широты, хорошо растут деревья и созревают хлеба.

### § 3. Климат приземного слоя воздуха

Климат приземного слоя воздуха (до высоты 2—3 м), т. е. той части атмосферы, которая непосредственно примыкает к поверхности почвы, играет в сельском хозяйстве весьма важную роль. Именно в этом слое воздуха надземные органы растений входят в непосредственный контакт и взаимодействие с окружающей средой.

Климат приземного слоя воздуха, благодаря близости к деятельной поверхности, в значительной мере отличается от климата более высоких слоев атмосферы и определяется прежде всего теплообменом между почвой и воздухом.

Тепловой поток из почвы в воздух  $Q$  может быть представлен, подобно тепловому потоку в почву, следующей приближенной формулой:

$$Q = c_p \rho k \frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1},$$

где  $c_p$  — удельная теплоемкость воздуха, равная 0,24 кал/г град;  $\rho$  — плотность воздуха у земной поверхности, равная 0,0012—0,0013 г/см<sup>3</sup>;  $k$  — коэффициент турбулентности в см<sup>2</sup>/сек;  $\frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1}$  — температурный градиент.

Коэффициент турбулентности  $k$  имеет большое значение в передаче тепла в воздухе. Свое название он получил благодаря тому, что в атмосферном воздухе передача тепла, как и всех других свойств, происходит не молекулярным путем, как например в твердых телах, а с помощью вихрей.

В приземном слое воздуха коэффициент турбулентности возрастает с высотой и в первом приближении пропорционально

последней. У самой же поверхности земли, в слое, измеряемом миллиметрами и их долями, турбулентный обмен затухает.

Резкое убывание турбулентного обмена по мере приближения к деятельной поверхности является основной причиной не менее резкого роста градиентов температуры, влажности и ветра в том же направлении.

Зная коэффициент турбулентности и градиенты температуры, можно по приведенной выше формуле рассчитать теплообмен почва — воздух.

С теплообменом почва — воздух связано изменение температуры воздуха по вертикали. Днем, при поступлении тепла от

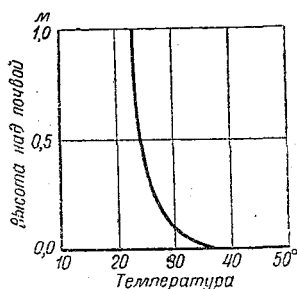


Рис. 3. Дневной тип кривой распределения температуры в приземном слое воздуха.

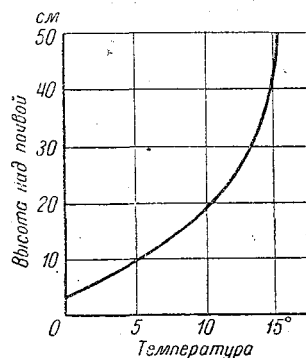


Рис. 4. Припочвенная инверсия температуры ночью.

поверхности почвы в воздух, температура с высотой падает (рис. 3). Ночью, при обратном тепловом потоке, наблюдается повышение температуры с высотой, называемое *инверсией*. Кривая распределения температуры по высоте приобретает при этом вид, указанный на рис. 4.

Между двумя указанными типами распределения температуры существует ряд переходных, вызываемых проявлением дополнительных факторов погоды (увеличение облачности, выпадение росы, усиление процессов испарения и т. д.).

Смена дневного на ночной тип распределения температуры по вертикали в приземном слое воздуха влечет за собой увеличение суточной амплитуды по направлению к поверхности почвы. На высоте 5 см от поверхности почвы суточная амплитуда температуры больше, чем на высоте 150 см, на 3—6°.

В последнее время большое внимание уделяется вопросу о *микроколебаниях* температуры во времени. Эти колебания хорошо улавливаются малоинерционными приборами.

Исследования микроколебаний в приземном слое воздуха привели А. А. Скворцова к разработке теории ярусного обмена.

Им было установлено, что температура воздуха в ясный летний день испытывает колебания двух типов: 1) резкие колебания с периодом времени в долях секунды и со средней амплитудой от  $1,5^\circ$  на высоте 5 см до  $0,6^\circ$  на высоте 400 см, 2) правильные медленные колебания, 2—3 раза в минуту, со средней амплитудой от  $5$  до  $6^\circ$  на высоте 5 см и до  $1,5^\circ$  на высоте 400 см.

В связи с теорией ярусности А. А. Скворцову удалось подойти к новому методу изучения процессов испарения, основанному на учете микроколебаний в показаниях психрометра.

Наряду с температурой значительные особенности в приземном слое имеются и в отношении влажности воздуха.

У земной поверхности, благодаря существующему там испарению, наблюдается накопление водяного пара и, следовательно,

увеличение абсолютной влажности воздуха. Посредством диффузии и обмена водяной пар поднимается вверх в более высокие и сухие слои воздуха. Основным действующим фактором является турбулентный обмен масс, благодаря которому происходит некоторое выравнивание содержания водяного пара на различных высотах приземного слоя, им же объясняется и наличие микроколебаний влажности воздуха во времени, подобно микроколебаниям температуры.

Рис. 5. Суточный ход относительной влажности воздуха летом (по Гейгеру). 1 — у поверхности почвы, 2 — на высоте 1,5 м.

Если для температуры характерным является такое распределение по вертикали, при котором у земной поверхности днем наблюдаются высокие температуры, а ночью низкие, то в распределении значений абсолютной влажности такого изменения знака не наблюдается. Величина абсолютной влажности у земной поверхности, как правило, в течение суток остается большей, нежели на уровне 2 м.

На рис. 5 показан суточный ход влажности воздуха в ясные летние дни вблизи поверхности и на высоте 1,5 м. Максимум относительной влажности для обеих высот наступает в большинстве случаев на восходе солнца и притом вверх несколько позже, чем у поверхности. Полуденный минимум относительной влажности воздуха на высоте также запаздывает.

Суточный ход абсолютной влажности характеризуется двойным максимумом и минимумом. Первый минимум, утренний, обуславливается низкой температурой, которая ослабляет испарение. Второй минимум, в дневные часы, связан с уменьшением испарения вследствие подсыхания верхнего горизонта почвы.

Ветровой режим приземного слоя воздуха также характеризуется своими особенностями. Многолетние исследования вы-

явили, что показания флюгера на высоте 10 м не могут быть распространены на приземный слой воздуха, так как с приближением к земной поверхности сила ветра не остается без изменения, а постепенно ослабевает.

По С. А. Сапожниковой, соотношение средних суточных скоростей ветра на разных высотах ниже 10 м в сопоставлении с данными флюгера, расположенного на высоте 10 м на открытом ровном месте, может быть приближенно вычислено по формуле

$$u_z = u_{10}(b + 0,6),$$

где  $u_z$  — искомая скорость ветра на заданной высоте,  $u_{10}$  — скорость ветра по флюгеру на высоте 10 м,  $b$  — переменный член, равный на высоте 2 м 0,1, а на высоте 5—7 м 0,3.

Эта формула хорошо оправдывает себя в теплое время года и при определении средних скоростей ветра за декаду или месяц, но непригодна для расчета ночной скорости ветра.

По исследованиям того же автора, преобладающими скоростями ветра на открытом ровном месте в приземном 2-метровом слое воздуха можно считать величины менее 3,5 м/сек. В летние же ночные часы скорость ветра здесь менее 2 м/сек. В более высоком слое воздуха (от 2 до 10 м) днем преобладает скорость ветра 4—5 м/сек, в летние же ночи — от 1 до 3,5 м/сек. Ослабление ветра от высоты 10 м к высоте 1—2 м увеличивается при сильных скоростях.

Большое влияние на ход метеорологических условий в приземном слое воздуха оказывает форма поверхности земли, рельеф и экспозиция. Влияние этих факторов сказывается на изменении распределения метеорологических элементов как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном. Изучение этого вопроса составляет предмет орографической микроклиматологии.

Исследования в области орографической микроклиматологии имеют большое практическое значение, так как позволяют правильно подойти к оценке преимущества того или иного местоположения поля (участка) при размещении высокотребовательных к теплу или влаге культур.

Ведущее место в этих исследованиях занимает изучение микроклимата склонов и долин. В любом колхозе и совхозе можно найти поля или участки с различно ориентированными склонами. Разнообразие микроклимата склонов различной экспозиции и крутизны объясняется прежде всего различным притоком тепла солнца, а также вытекающим отсюда влиянием вторичных факторов.

Теоретическое изучение вопроса о поступлении тепла на склоны различной крутизны и экспозиции привели А. Ф. Захарову к следующему заключению. На широте 50—60° количество тепла, поступающего от солнца, на южных склонах во все сезоны года больше, нежели на северных. Особенно резко вы-

является преимущество южных склонов ранней весной, благодаря чему на этих склонах стает снег раньше и скорее начинает вегетировать травянистая и древесная растительность. Однако более ранний сход снега и лучшее прогревание южных склонов в свою очередь приводят к снижению влажности почвы на этих склонах и, как прямое следствие, к ухудшению условий влагообеспеченности растений.

При формировании микроклимата большое значение имеет крутизна склонов. В летний период пологие склоны северной и южной экспозиции получают больше солнечного тепла, чем крутые. В зимний период северные склоны вообще не имеют притока тепла, а крутые южные склоны получают больше тепла, чем пологие южные. В дни весеннего и осеннего равноденствия

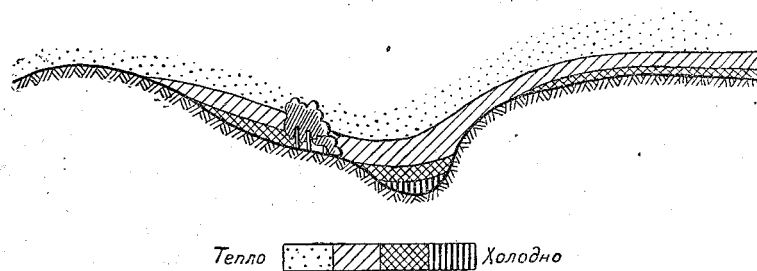


Рис. 6. Схема распределения температуры воздуха ночью в условиях пересеченного рельефа (по С. А. Сапожниковой).

(21/III и 23/IX) северный склон с большой крутизной находится в тени, а наибольший приток тепла получают пологие склоны; южные же склоны получают тем больше тепла, чем они круче.

Температурный режим почвы и приземного слоя воздуха на склонах различной экспозиции и крутизны зависит не только от количества поступающего тепла, но и от многих других факторов, из которых наиболее важные ветер, испарение, снежный покров и др. Поэтому правильная характеристика микроклимата каждого склона может быть получена лишь на основании непосредственных наблюдений за изменением всех метеорологических элементов.

Не менее сложным является процесс формирования микроклимата долин, изучение которого помогает правильному выбору полей (участков) с наибольшей продолжительностью безморозного периода, что имеет большое значение для теплолюбивых культур.

Выше говорилось, что при ночном излучении над почвой образуется холодный слой воздуха. При одинаковых свойствах почвы мощность этого слоя будет примерно одинаковой как на возвышенностях, так и в низинах. В результате на возвышенных местах холодный слой воздуха располагается на одном уровне



с более теплым воздухом в низинах. Это различие плотности в горизонтальном направлении вызывает выравнивающий процесс, и холодный воздух, как более плотный, будет опускаться в более низкие места и заменяться более теплым. Этот процесс часто наблюдается в ясные, тихие ночи, при безветрии. Благодаря процессу стекания воздуха образуются «островки» или «озера» холода — морозобойные места, где ночная температура оказывается сравнительно с окружающим местом более низкой.

На рис. 6, заимствованном из работы С. А. Сапожниковой, изображен разрез долины с уходящими вправо и влево ровными плато. Из рисунка видно, что на дне долины при ночном выхолаживании наблюдаются зоны с самыми низкими температурами. В средней части склона имеется теплая зона, которая наименее подвержена ночным заморозкам и поэтому наиболее благоприятна для возделывания культур.

#### § 4. Фитоклимат поля и леса

Наличие на поверхности почвы растительного покрова вносит в микроклимат поля существенные изменения. Климат внутри травостоя называется *фитоклиматом*.

Каждая культура характеризуется своим фитоклиматом. Это позволяет говорить о фитоклимате яровой пшеницы, картофеля, хлопчатника, люцерны и других культур. В данном курсе мы остановимся лишь на тех чертах фитоклимата, которые являются наиболее общими для сельскохозяйственного поля.

В течение вегетационного периода фитоклимат поля не остается постоянным. Он меняется с возрастом культуры и с изменением общего состояния травостоя.

В первый период после посева климат поля, по существу, не отличается от климата черного пара, но с появлением всходов и при дальнейшем их росте создаются значительные различия. В силу увеличивающихся высоты, облиственности растений и сомкнутости травостоя изменяются условия проникновения лучистой энергии к почве, меняется температурный режим, интенсивность турбулентного обмена, интенсивность испарения, влажность воздуха и почвы.

При развитии на почве травостоя внешней деятельной поверхностью становится поверхность растений. По мере роста листьев и стеблей проникновение солнечной радиации к поверхности почвы встречает все большие и большие затруднения. Часть энергии отражается от листовой поверхности и снова уходит в атмосферу, часть поглощается листьями, расходуется на фотосинтез и в значительной мере на процесс испарения, часть проходит через травостой и идет на нагревание почвы.

Соотношение отражаемой, поглощаемой и пропускаемой частей лучистой энергии изучалось на отдельных листьях Н. Н. Калитиным. Эти исследования показали, что около 25—

35% падающей на поверхность листа лучистой энергии отражается, около 20—25% поглощается и расходуется на испарение (транспирацию) и до 45—50% пропускается сквозь листовую пластинку.

Исследования Б. М. Гальперин показывают, что в первые периоды роста, когда травостой не покрывает всю почву, альbedo не превышает 16%. По мере развития культур альbedo возрастает и к моменту полного смыкания растений достигает 25—30%.

В густом травостое лишь небольшая доля солнечной радиации доходит до почвы. Это обстоятельство мешает образованию четко выраженного дневного максимума температур на какой-либо определенной высоте среди растений.

Но еще большее влияние на температурный режим внутри травостоя оказывают расходы тепла на испарение и транспирацию, которые также увеличиваются по мере увеличения густоты травостоя.

По подсчетам С. А. Сапожниковой, при слабом травостое расход тепла на испарение за сутки не превышает 80—90 кал/см<sup>2</sup>, а при густом травостое он достигает 200—220 кал/см<sup>2</sup>. Следовательно, в первом случае на нагревание почвы и воздуха пойдет на 120—130 кал больше, чем во втором, что известным образом отразится на температуре внутри травостоя.

Таким образом, значительное альbedo и большой расход энергии на испарение сглаживают колебания температуры внутри травостоя. Этому обстоятельству содействует и тот факт, что растительный покров отличается пониженной сравнительно с оголенной почвой способностью лучеиспускания.

Поскольку внешним деятельным слоем при наличии растительного покрова является не поверхность почвы, а верхняя, наиболее густая часть травостоя, зона максимально высоких температур днем и минимально низких температур ночью переносится именно сюда.

Поэтому в периоды ночных выхолаживаний нередко наблюдаются случаи, когда минимальный термометр ни на высоте 2 м, ни на поверхности почвы не регистрирует снижения температуры ниже 0°, а тем не менее растения оказываются поврежденными заморозками.

Наличие травостоя существенным образом меняет и ход температуры пахотного горизонта почвы: уменьшается суточная амплитуда колебаний и снижается общий уровень тепла.

В табл. 7 приведены результаты наблюдений А. И. Каменевой в Пушкине (под Ленинградом) над температурой воздуха и почвы при травостое пшеницы и по черному пару.

Наличием на поверхности почвы растительного покрова вносится значительное изменение и в режим влажности воздуха. Этому вопросу большое внимание было уделено русским ученым Любославским. Он установил, что абсолютная влажность воздуха

увеличивается с приближением к поверхности растительного покрова. Объяснение этому он видел в том, что растительный покров представляет собой большую испаряющую поверхность, вследствие чего воздух, непосредственно окружающий растения, оказывается всегда богаче водяным паром. Частично большая насыщенность воздуха в гуще травостоя объясняется уменьшением вертикального и горизонтального обмена воздуха.

Таблица 7

Температура воздуха и почвы в 13 часов при травостое пшеницы и по черному пару в среднем за ясные и пасмурные дни июля 1926 г. (в градусах)

|                                | При ясной погоде |            | При пасмурной погоде |            |
|--------------------------------|------------------|------------|----------------------|------------|
|                                | пшеница          | черный пар | пшеница              | черный пар |
| Температура воздуха на высоте: |                  |            |                      |            |
| 2 м . . . . .                  | 19,9             | 19,9       | 17,9                 | 17,9       |
| роста растений . . . . .       | 20,3             | —          | 17,8                 | —          |
| Температура почвы на глубине:  |                  |            |                      |            |
| 0 см . . . . .                 | 25,9             | 32,6       | 19,4                 | 21,2       |
| 3 " . . . . .                  | 22,9             | 26,4       | 19,4                 | 20,5       |
| 10 " . . . . .                 | 19,7             | 20,2       | 18,0                 | 18,7       |

Наблюдения Шелонской опытной станции (под Ленинградом) показали, что относительная влажность воздуха внутри растительности превышает относительную влажность воздуха на высоте 2 м на значительную величину (20—30%); максимум разницы падает на полуденные часы.

Сила ветра внутри растительного покрова также претерпевает значительные изменения.

С. И. Небольсин пришел к выводу, что высота уровня, на котором ветер внутри растительности совершенно затухает, зависит от высоты травостоя и густоты стояния растений. Так, при высоте овса 55 см полное затухание ветра скоростью 1 м/сек происходило на высоте 50 см, скоростью 1,4 м/сек — на высоте 25 см, а скоростью 2 м/сек — на высоте 15 см.

Следует, однако, помнить, что измерение скорости ветра внутри растительности представляет большие трудности, ибо малые скорости ветра, наблюдаемые в травостое, не улавливаются анемометрами обычной конструкции.

Широкие перспективы орошаемого земледелия на огромных площадях Поволжья, Украины, Северного Кавказа и Средней Азии, открывшиеся в связи с величайшими сооружениями гидроэлектростанций и системы каналов, выдвинули среди других проблем вопрос об изменениях, вносимых орошением в микроклимат поля.

Влияние полива на фитоклимат пшеницы изучался на Ершовском орошаемом участке Институтом зернового хозяйства Юго-

Востока. Основной вывод из этого исследования сводится к тому, что температура орошаемого поля сравнительно с неорошаемым оказывается значительно ниже, а относительная влажность воздуха заметно выше. Наибольшее различие в термическом режиме и влажности воздуха наблюдается в более поздние фазы развития при большой высоте и густоте травостоя. В период цветения и после него температура воздуха на высоте 10 см, по данным опыта, оказалась при орошении на 2—4° ниже, а относительная влажность воздуха на 10—15% выше, чем на неполивном участке. Весьма существенно, что в сухие, засушливые дни разница между поливным и неполивным полем не только не сглаживается, но еще больше усиливается. Поэтому в условиях полива неблагоприятные воздействия суховеев на культуру в значительной мере устраняются. Таким образом, для поливной культуры создаются более благоприятные условия роста и развития.

Значительные изменения в микроклимат сельскохозяйственного поля вносят ползащитные лесонасаждения. Этот вопрос будет рассмотрен ниже (см. § 39).

В связи с вопросом о фитоклимате стоит также вопрос о температуре самого растения. В какой мере температура листа может отличаться от температуры окружающего воздуха в разные периоды вегетации является для сельского хозяйства весьма существенным, но еще далеко не исследованным вопросом.

Трудность подобного рода изучения заключается в отсутствии простых и доступных методов исследования.

В последнее время для измерения температуры растительной ткани применяется особый прибор, называемый термоиглой. Термоигла, в отличие от обычных термометров, в своей концевой части вместо двух проволочек состоит из одной константановой эмалированной проволочки. Вторая медная проволочка у конца термоиглы расплющивается в ниточку и обвивает эмалированную контактную точку на расстоянии 10—15 мм от конца термоиглы. Для измерения температуры конец термоиглы вводится в лист. Через отводящие провода игла соединена с измерительным прибором (гальванометром).

Работ в области изучения температуры растительной ткани проведено еще мало. Установлено, что температура листьев в ясную солнечную погоду может значительно превышать температуру окружающего воздуха (до 5—8° и больше). В ночное время листья представляют огромную излучающую поверхность, вследствие чего температура листа оказывается ниже температуры воздуха. Разность температуры воздуха и листа в ясную, безоблачную ночь может достигать 4—12° и больше.

Большой практический интерес представляет вопрос о климате (вернее, фитоклимате) леса. В густом лесу, с сомкнутыми кронами деревьев, деятельной поверхностью является поверхность крон. В таком лесу солнечная радиация почти полностью перехватывается кронами деревьев. Кроны также защищают поверх-

ность почвы и травостой от потери тепла вследствие эффективного излучения. Потеря тепла путем длинноволнового излучения происходит целиком с поверхности кроны деревьев. Скорость ветра в лесу затухает. Сравнительно с открытым местом в редком лесу зимой она составляет 40—60%, а летом — 30—40%; для густого леса соответственно будет: зимой — 20—30%; летом — 11—20%. Аналогично протекает в лесу и ослабление турбулентного обмена.

Своеобразие радиационного режима и турбулентного обмена приводит к тому, что распределение температуры в густом лесу существенно отличается от открытого ровного места. В летнее время температура под пологом леса, как правило, на 1—2° ниже температуры открытого места. Днем в лесу обычно наблюдается инверсия и максимум температуры приурочен к верхней части кроны.

Во всех случаях, когда кроны деревьев затемняют почву, наблюдаемая в лесу дневная инверсия температуры приводит к тому, что в нижнем слое воздуха, вплоть до 2 м, максимальная температура ниже, чем на открытом месте, ночью же в лесу теплее и, следовательно, минимум выше.

Снижение максимальных и повышение минимальных температур приводят к уменьшению суточной амплитуды температуры в лесу.

Длина безморозного периода в лесу сравнительно с открытым местом увеличивается. Известно, что чувствительные к заморозкам молодые ели гибнут от мороза на открытых местах и нормально развиваются под пологом леса. Еще большее влияние оказывает древесная растительность на температуру почвы. В теплое полугодие температура почвы в лесу значительно ниже, чем на открытом месте. Значительно меньше в лесу и суточная амплитуда температуры почвы. Сопоставляя суточный ход теплообмена в почве за летний период, А. П. Тольский приходит к выводу, что в лесу теплообмен составляет 55—60% от теплообмена на поляне. Большую роль в теплообороте почвы, а вместе с ним и в ее тепловом режиме играет лесная подстилка (опавшие листья, хвоя, мох). Препятствуя прогреванию почвы летом, она предохраняет ее от охлаждения и промерзания зимой.

Переходя к вопросу о влагообороте, прежде всего необходимо отметить, что часть осадков, выпадающих над лесом, не достигает земли, а, задерживаясь кронами деревьев, непосредственно с них испаряется (до 10—15% зимой и 25—30% летом).

Лесные насаждения оказывают существенное влияние на снежный покров, увеличивая его мощность. Основная причина увеличения мощности снежного покрова в лесу по сравнению с полем заключается в отсутствии сдувания снега ветром. На опушках леса высота снежного покрова бывает особенно велика за счет дополнительного надувания снега. Наибольшие запасы снеговой воды скапливаются в лиственных насаждениях. Таяние

снега в лесу сравнительно с открытым местом задерживается на 6—10 дней, а в северных условиях — на 15—25 дней.

Большая мощность снежного покрова, медленное его таяние и весьма незначительный сток способствуют большому накоплению влаги в лесной почве по сравнению с полем. Способствуя просачиванию малых и ливневых вод в глубину почвы, подстилка оказывает благоприятное влияние на влагооборот почвы. Скорость впитывания воды в почву при наличии подстилки увеличивается втрое, но указанная величина может варьировать в зависимости от состава подстилки и других условий.

## ГЛАВА II

### ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОГОДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рассматривая ниже значение отдельных элементов погоды для сельскохозяйственных культур и сельскохозяйственного производства в целом, следует иметь в виду, что каждый из них проявляет свое воздействие на рост и развитие растений в комплексе с другими элементами погоды, входя составной частью во внешние условия среды сельскохозяйственных растений.

#### § 5. Лучистая энергия и свет

Лучистая энергия солнца является единственным источником энергии, преобразуемой зелеными растениями в процессе фотосинтеза в потенциальную энергию создаваемого ими органического вещества.

Великий русский физиолог К. А. Тимирязев посвятил вопросу о роли лучистой энергии в жизни растений значительную долю своих исследований. Он впервые раскрыл основные свойства зеленых органов растений по отношению к различным частям солнечного спектра и дал строгую обоснованность явлению фотосинтеза. Точными опытами он доказал, что световые лучи при поглощении хлоропластами идут не на нагревание (как это обычно имеет место в телах мертвой природы), а на процесс ассимиляции и создание из окисленных соединений углекислоты и воды сложных органических соединений.

Из всей суммы радиации, падающей на поверхность зеленых органов растений, лишь небольшая доля используется ими непосредственно на фотосинтез, а остальная часть идет на процесс испарения и частично трансформируется в тепло.

Делались неоднократные попытки найти удобный способ для вычисления величины лучистой энергии, используемой растениями за весь период вегетации. Одним из таких способов является учет всего запаса потенциальной энергии, заключенной в собранном урожае. Для этого необходимо знать величину уро-

жая и его калорийность. Калорийность определяется прибором, называемым калориметром, путем сжигания небольшой навески органического вещества и вычисления количества выделяющегося при этом тепла.

Калорийность большинства культурных растений составляет от 4000 до 6000 кал на 1 г вещества. Отношение запаса потенциальной энергии в урожае с единицы площади к суммарному количеству лучистой энергии, полученной той же площадью, называется техническим коэффициентом использования солнечной энергии.

Установлено, что величина технического коэффициента использования солнечной энергии полевыми и овощными культурами не превышает 2—5%. С повышением урожайности величина коэффициента использования солнечной энергии увеличивается.

В общем энергетическом потоке, излучаемом солнцем и достигающем поверхности земли, различают ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 0,4  $\mu$  (микрона), видимые (световые) лучи с длиной волны от 0,4 до 0,76  $\mu$  и инфракрасные лучи с длиной волны более 0,76  $\mu$ .

Ультрафиолетовая часть солнечного спектра у земной поверхности составляет всего 1% солнечной энергии, доходящей до земли. Влияние этих лучей на жизнедеятельность растений изучено слабо. Однако уже известно, что они обладают исключительно большим биологическим эффектом. Так, под их действием погибают многие микроорганизмы, дезинфицируется почва и уменьшается распространение болезней сельскохозяйственных культур. Опыт подтверждает также влияние ультрафиолетовых лучей на энергию прорастания и качество семян. Именно на этом основан предложенный Т. Д. Лысенко способ повышения всхожести семян хлебных злаков путем прогревания их на солнце весной перед высевом.

На инфракрасную часть лучистой энергии в общем потоке солнечной радиации приходится основная доля энергии, которая приблизительно в 5 раз больше, чем в видимой части, и в 18 раз больше, чем в ультрафиолетовой. Но инфракрасные лучи не поглощаются хлорофиллом, а, попадая на поверхность почвы, трансформируются в тепло, в силу чего влияние инфракрасных лучей на растение выражается лишь косвенно, в их тепловом действии.

Наибольшее и непосредственное влияние на жизнь растения оказывают видимые, или световые, лучи. При их воздействии на зеленые органы растения происходит процесс построения углеводов, т. е. фотосинтез, или ассимиляция углерода. Максимум ассимиляции лежит в красных лучах, имеющих длину волны около 0,65—0,75  $\mu$ , и в меньшей степени в сине-фиолетовых, имеющих длину волны около 0,45—0,50  $\mu$ . Участие в процессах фотосинтеза зеленой части спектра (0,50—0,65  $\mu$ ) весьма незначительно.

Большое значение в процессах фотосинтеза и других функциях растительного организма имеет интенсивность света, т. е.

*инт*  
освещенность. С увеличением интенсивности света возрастает в известной мере и скорость процесса фотосинтеза. Однако, как указывает Н. А. Максимов, прямой пропорциональности между количеством света и скоростью разложения углекислоты мы не находим. Именно, если мы будем переходить от малых интенсивностей света ко все большим и большим, то ассимиляция будет возрастать, но на величину все меньшую и меньшую. У светолюбивых и теневыносливых растений эта реакция на интенсивность света различная. У крайне светолюбивых растений ассимиляция может возрастать до тех пор, пока интенсивность света не сравняется с интенсивностью полного солнечного освещения. У растений теневых ассимиляция возрастает лишь до сравнительно невысокой интенсивности света, около  $\frac{1}{10}$  полного освещения. Группы световых и теневых растений не являются резко разграниченными, а связаны между собой переходными формами — теневыносливыми растениями.

Из лесных пород самыми светолюбивыми являются лиственница, береза и сосна, способные выдержать лишь незначительное затенение; напротив, ель и бук — деревья наиболее теневыносливые.

При высоких интенсивностях света выработка органического вещества в растении в процессе фотосинтеза примерно в 10 раз превышает его расход при дыхании. По мере снижения освещенности перевес фотосинтеза над дыханием становится все меньше и меньше и, наконец, наступает такой момент, когда процесс фотосинтеза и дыхания вполне уравниваются друг друга и растение не обнаруживает ни привеса, ни убыли органического вещества. Однако следует помнить, что энергия фотосинтеза зависит не только от интенсивности света, но и от других факторов (температуры, содержания в воздухе углекислоты и пр.).

В естественных условиях интенсивность света (освещенность) складывается из двух величин: интенсивности прямого солнечного света и интенсивности рассеянного света. За единицу освещенности принимается люкс — освещенность, создаваемая одной (международной) свечой на расстоянии 1 м. Для нормального роста и развития большинства культурных растений оптимум освещенности лежит в пределах 8—12 тыс. лк. Н. А. Максимов приводит следующие данные о минимальной силе освещения: для гороха — 1100 лк, фасоли — 2400 лк, ячменя и пшеницы — 1800—2000 лк, редьки — 4000 лк, табака — 2200—2800 лк, кукурузы — 1400—1800 лк, гречихи от 850 до 1100 лк.

Для сопоставления величины потребности растений в свете с естественными условиями освещенности, наблюдаемыми в открытой местности, приводим график с изоплетами освещенности для одного пункта (Слуцк) на широте 59,7°, по Н. Н. Калитину (рис. 7). Как видно из рисунка, мощность светового потока, обеспечивающая нормальный рост растений, наблюдается с февраля по октябрь. В период май—август освещенность возрастает до



15—20 тыс. лк. Сплошной слой плотных низких облаков при малой высоте солнца дает заметное уменьшение освещенности сравнительно с указанной на графике.

Условия освещенности оказывают большое влияние не только на процесс фотосинтеза, но сказываются и на общем состоянии растений. Недостаток света увеличивает рост стебля за счет листового аппарата, растение вытягивается, корневая система получает слабое развитие. Такие условия этиолированности нередко являются следствием излишней густоты стояния и приводят, в сочетании с другими неблагоприятными факторами, к полеганию хлебов.

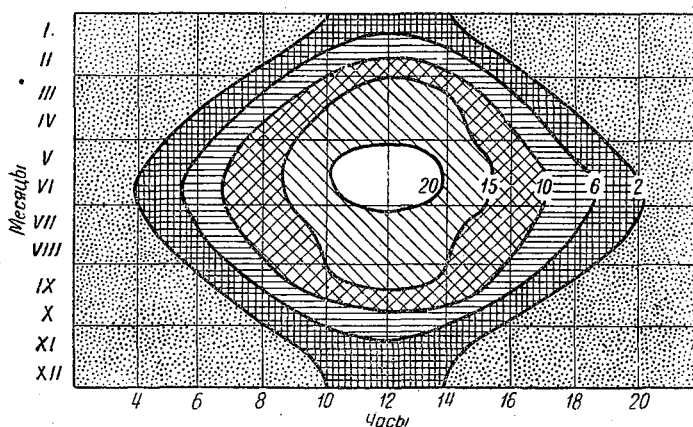


Рис. 7. Изоплеты освещенности (в тысячах люксов) горизонтальной поверхности для естественных условий.

Во многих случаях условия освещенности оказывают влияние на качество продукции. Так, при большом числе пасмурных дней в некоторые периоды вегетации ухудшается качество винограда, уменьшается содержание сахаров в корнях сахарной свеклы, снижается крахмалистость картофеля.

Создание более равномерной освещенности среди полевых и овощных растений достигается путем правильного соблюдения норм высева семян, правильного установления величины междурядий и другими агротехническими приемами.

Наряду с интенсивностью большое значение в процессе формирования урожая имеет продолжительность освещения. Многими исследователями установлено, что различные виды растений по-разному реагируют на соотношение продолжительности дня и ночи, ускоряя или задерживая время наступления периода плодообразования. Это влияние на растение различного соотношения продолжительности дня и ночи называется фотопериодизмом.

Растения, которые зацветают тем скорее, чем короче день и длиннее ночь, называются растениями *короткого дня*, а растения, которые зацветают скорее при длинном дне и короткой ночи, называются растениями *длинного дня*.

К группе растений короткого дня относятся из злаковых культур: просо, кукуруза, сорго; из бобовых: фасоль, соя; из масличных: клещевина, подсолнечник, сафлор; из маслинично-пряильных: хлопчатник, конопля.

К группе растений длинного дня относятся из злаковых: пшеница, овес, ячмень и рожь; из бобовых: горох, вика, чечевица, люпин, конские бобы, нут; из пряильных: лен.

Более поздние исследования показали, что в пределах одного и того же вида могут встречаться сорта, имеющие различную фотопериодическую реакцию, и что вообще строгого деления между группами растений длинного и короткого дня как такового нет.

В свете современного учения Т. Д. Лысенко вопрос о фотопериодичности получил правильное теоретическое обоснование и связывается с прохождением растением световой стадии развития, о чем будет более подробно изложено ниже.

Различное отношение растений к продолжительности дня имеет большое значение при перемещении культур и сортов в новые, более северные районы. Так, при продвижении пшеницы на север, эта культура сокращает период вегетативного роста и скорей переходит к плодоношению, что в значительной мере компенсирует недостаток тепла в новом районе возделывания. Наоборот, растения короткого дня, например просо или хлопчатник, труднее продвигать на север. Здесь длинный день задерживает развитие этих культур и при коротком лете ставит их под угрозу невызревания.

Особо большое значение фактор света приобретает при культуре закрытого грунта. Для получения хорошей продукции в теплицах и парниках должны быть созданы оптимальные условия для развития овощных культур. Тепловой и водный режим закрытого помещения находится целиком под контролем человека. Что же касается света, то этот фактор только при условии полной или частичной замены дневного освещения искусственным перестает быть лимитирующим и становится доступным управлению в зависимости от поставленной задачи.

Большинство современных конструкций культивационных помещений рассчитано на приток дневного света через стеклянную поверхность. Между тем, интенсивность освещения далеко не во все месяцы бывает достаточной для нормального развития культуры в тепличных условиях.

Для районов средней полосы интенсивность освещения бывает ниже необходимой нормы в ноябре, декабре и январе. В эти месяцы тепличное производство может осуществляться лишь при условии дополнительного искусственного освещения или при

ограниченном ассортименте культур. Так, выгонка зелени (лук на перо, свекольник) может производиться и в зимние месяцы.

При культуре овощеводства закрытого грунта следует заботиться о максимально лучшем проникновении света внутрь помещения.

Недопустимо затенение теплицы деревьями и постройками. Желательно, чтобы участок имел небольшой уклон на юг. Все односкатные теплицы размещаются по длине с востока на запад, имея наклон остекленной поверхности на юг.

Большое значение для хорошего проникновения солнечных лучей в парники имеет угол наклона остекленной кровли. Так, у русских парников ранней, февральской закладки угол наклона рам должен быть в 6—9°.

Лучшее использование света достигается также правильной эксплуатацией культивационных помещений. Сюда относится своевременная очистка и промывка стеклянной кровли (зимой от снега, весной от мусора, пыли), своевременное удаление временных защит от заморозков (маты, щиты), правильное размещение культур по площади и другие мероприятия.

В последнее время в связи с большим усовершенствованием техники искусственного освещения становится возможным в отдельных случаях осуществить электросветовую культуру, т. е. выращивание растений на полном или частичном искусственном освещении. Первые опыты показали полную возможность такого выращивания с получением нормальной продукции. Наибольшая трудность при этом заключается не столько в создании желательной интенсивности освещения, сколько в обеспечении светом необходимого состава.

Большие перспективы в электросветовой культуре открывает применение ламп нового типа — флуоресцентных и люминесцентных, которые представляют собой заполненные парами ртути стеклянные трубки, дающие при пропускании электрического тока ультрафиолетовые лучи. Стекло этих трубок покрыто особым составом, начинающим светиться «дневным светом» при поглощении им ультрафиолетовых лучей.

Привлечение данных о факторе света в различных видах агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства остается пока еще весьма слабым.

Основной причиной этого является отсутствие на сети станций, обслуживающих сельское хозяйство, простых и удобных для учета этого фактора приборов. Наиболее часто агрометеорологами используются данные о числе ясных и пасмурных дней как косвенный показатель условий освещенности и условий притока к растениям лучистой энергии. Особенно важен такой учет ясных и пасмурных дней в период сеноуборки, уборки зерновых культур, корнеплодов и овощей.

## § 6. Температура воздуха

К числу факторов внешней среды, безусловно необходимых для жизни растений, относится тепло.

Без наличия достаточного числа теплых дней невозможно возделывание многих культур. Чем продолжительнее теплый период года и чем выше средняя за этот период температура, при обеспеченности прочих условий, тем шире ассортимент культур и тем ценнее получаемая с данной территории сельскохозяйственная продукция.

О характере различия тепловых условий по отдельным районам Советского Союза можно судить по данным табл. 8, где показано число дней с температурой воздуха выше или ниже некоторых пределов в среднем за много лет. Как видно из таблицы, более южные районы отличаются значительно большей продолжительностью теплого периода года и более высокими температурами летом и зимой. Для северных районов характерны короткий период с температурами выше 10° и выше 15°, когда происходит активный рост сельскохозяйственных культур, более продолжительный период зимы и более низкий абсолютный минимум температур.

Таблица 8

Число дней с различной температурой воздуха

| Станции              | Число дней с температурой |         |         |          |          | Наиболее низкая температура (абс. мин.) | Наиболее высокая температура (абс. макс.) | Средняя месячная температура |         | Средняя годовая амплитуда колебаний температуры |
|----------------------|---------------------------|---------|---------|----------|----------|---|---|------------------------------|---------|---|
|                      | ниже -10°                 | ниже 0° | выше 0° | выше 10° | выше 15° |   |   | за январь                    | за июль |   |
| Вологда . . .        | 58                        | 161     | 204     | 119      | 60       | -41,0°                                  | 33,8°                                     | -12,0°                       | 17,6°   | 29,6°   |
| Киров . . .          | 89                        | 171     | 194     | 119      | 62       | -40,8                                   | 33,5                                      | -15,1                        | 18,1    | 33,2  |
| Москва . . .         | 31                        | 151     | 214     | 131      | 75       | -40,8                                   | 35,4                                      | -10,8                        | 18,0    | 28,8  |
| Курск . . .          | —                         | 137     | 228     | 146      | 99       | -30,5                                   | 35,0                                      | -9,3                         | 19,4    | 28,7  |
| Ульяновск .          | 74                        | 156     | 209     | 138      | 93       | -39,6                                   | 37,9                                      | -13,7                        | 19,9    | 33,6  |
| Саратов . .          | 67                        | 150     | 215     | 180      | 106      | -41,0                                   | 40,0                                      | -9,3                         | 17,8    | 27,1  |
| Ростов-на-Дону . . . | —                         | 102     | 263     | 180      | 137      | -28,1                                   | 38,7                                      | -6,1                         | 23,7    | 29,8  |
| Полтава . .          | —                         | 124     | 241     | 162      | 118      | -31,4                                   | 38,2                                      | -7,3                         | 20,6    | 27,9  |
| Сочи . . .           | —                         | —       | 365     | 237      | 165      | -12,6                                   | 34,4                                      | 5,3                          | 22,3    | 27,6  |
| Новосибирск . .      | 124                       | 183     | 182     | 119      | 76       | -51,1                                   | 37,0                                      | -19,3                        | 18,7    | 38,0  |
| Красноярск           | 111                       | 177     | 188     | 118      | 75       | -47,7                                   | 39,4                                      | -18,2                        | 19,3    | 37,5  |

Степенью теплового напряжения, т. е. температурой воздуха и почвы, наряду с другими условиями, определяется активность жизненных процессов в растительном организме.

Для каждого вида и сорта культур, для каждого возраста растений имеются нижние и верхние пределы температуры, при которых наступает частичная или полная гибель растения, приостанавливается рост и развитие, но растение остается живым и, наконец, при которых произрастание культур на данном этапе развития является наилучшими (оптимальными).

Эффект действия той или иной температуры на растение зависит не только от интенсивности теплового напряжения, но и от продолжительности его воздействия, а также от природы и состояния самого растения. Кратковременные морозы менее губительны, чем продолжительные; хорошо закаленные растения переносят морозы лучше, чем слабо закаленные.

В каждый конкретный момент времени температура воздействует не на одну, а одновременно на несколько функций растения. Поэтому при оценке термических условий формирования урожая необходимо учитывать эффект воздействия температуры на каждую функцию в отдельности.

Основными функциями растительного организма являются рост и развитие. Рост, или процесс накопления органической массы, складывается из двух диаметрально противоположных процессов, действующих непрерывно и одновременно, а именно: из ассимиляции, т. е. создания органического вещества в процессе фотосинтеза, и диссимиляции, т. е. разложении органического вещества и его расхода в процессе дыхания. Влияние температуры на каждый из этих процессов различно, хотя и имеет некоторые общие черты. Общим является то, что это влияние характеризуется наличием трех кардинальных точек: минимума, максимума и оптимума. Точке минимума соответствует температура, ниже которой процесс ассимиляции или диссимиляции приостанавливается в силу малой напряженности теплового фактора; точке максимума соответствует температура, выше которой указанные процессы прекращаются в силу избытка тепла. В интервале между максимумом и минимумом лежит точка оптимума, соответствующая тем значениям температуры, при которых фотосинтез или дыхание протекают с максимальной интенсивностью.

Долгое время делалось предположение, что влияние температуры на интенсивность основных жизненных процессов подчинено так называемому правилу Вант-Гоффа, согласно которому скорость химической реакции при повышении температуры на каждые  $10^{\circ}$  удваивается. Это правило записывается в виде формулы  $Q_{10} = 2$ , где  $Q_{10}$  обозначает температурный коэффициент.

Чтобы яснее представить это правило, иллюстрируем его цифрами. Если количество образовавшихся в результате химической реакции продуктов при температуре  $5^{\circ}$  принять за 100, то, по правилу Вант-Гоффа, при температуре  $15^{\circ}$  оно будет 200, при температуре  $25^{\circ}$  — 400, при температуре  $35^{\circ}$  — 800 и т. д.

Следовательно, по этому правилу с повышением температуры непременно повышается и быстрота химической реакции. Между

тем, как указывалось выше, жизненные процессы в растениях с повышением температуры сначала действительно ускоряются, но затем, когда температура перейдет известный предел, фотосинтез и дыхание замедляются. Следовательно, правило Вант-Гоффа не может быть полностью распространено на жизненные процессы растений и является действительным лишь в узких пределах некоторых значений температуры. Об этом красноречиво говорят кривые зависимости фотосинтеза от температуры у листьев картофеля, томатов и огурцов, представленные на рис. 8. Из рисунка видно, что каждая культура имеет свою специфическую кривую зависимости процесса ассимиляции от температуры, но общий вид всех кривых остается одинаковым: вначале кривая

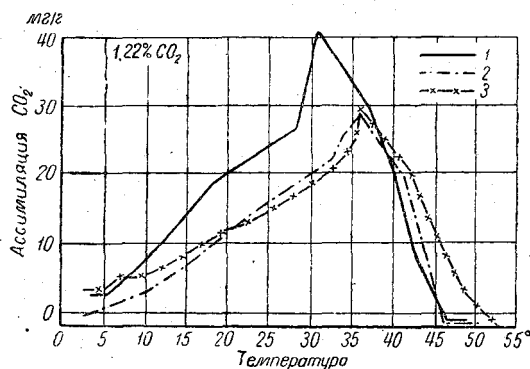


Рис. 8. Зависимость фотосинтеза листьев картофеля, томатов и огурцов от температуры. 1 — листья картофеля, 2 — листья томатов, 3 — листья огурцов.

поднимается, а затем, дойдя до точки оптимума, опускается. Минимальная температура, при которой еще происходит ассимиляция, лежит ниже 5°, но выше 0°; оптимум достигается при температурах около 25—30°, а полное прекращение фотосинтеза наступает при 45—50°.

Следует заметить, что положение кардинальных точек меняется не только в зависимости от вида и сорта культур, но и от различной степени выраженности других факторов, в первую очередь от освещенности и содержания в воздухе углекислоты, водяного пара и пр.

Положение кардинальных точек на кривой, отображающей зависимость интенсивности дыхания от температуры, несколько иное. Нижний температурный предел для дыхания, по Н. А. Максимова, лежит ниже  $-10^{\circ}$ . Приостановка дыхания происходит, повидимому, главным образом вследствие глубокого промерзания растительных тканей. У зимующих частей растений, например у почек лиственных деревьев, нижний предел температуры лежит очень низко, и вполне заметное дыхание можно наблюдать даже

при 20—25° мороза. Точка наивысшей интенсивности дыхания приходится на температуру порядка 36—40°. С дальнейшим повышением температуры интенсивность дыхания резко падает и совсем прекращается при 50° и выше.

Очень большое влияние на интенсивность дыхания, как и на ассимиляцию, имеет степень насыщенности растительных клеток водой. Сухие семена, заключающие в себе 10—15% воды, не обнаруживают почти никакой жизнедеятельности и имеют ничтожно малое выделение углекислоты. Незначительное повышение содержания воды (до 14—15%) уже достаточно, чтобы дыхание возросло в 3—4 раза. Явление большего усиления дыхания при увеличении влажности воздуха учитывается при хранении зерна. Более влажное зерно теряет при дыхании часть своих запасных веществ и, кроме того, будучи сложено большими массами, нагревается от выделяющейся в процессе дыхания теплоты, в результате чего темнеет и теряет всхожесть.

Важным и интересным является вопрос о результате взаимодействия двух процессов — фотосинтеза и дыхания, выражающемся в приросте органической массы, т. е. в росте растений. Поскольку температура одновременно воздействует на оба указанных процесса, то накопление органической массы за каждый отрезок времени зависит от величины разности между количеством накопленных ассимилянтов в результате фотосинтеза и израсходованных в результате дыхания, т. е.

$$m = a - b,$$

где  $m$  — сумма накопленного за данный период времени органического вещества,  $a$  — накопление ассимилянтов в процессе фотосинтеза,  $b$  — расход их в процессе дыхания (рис. 9). Как показывают многочисленные исследования, зависимость процесса накопления органической массы от температуры выражается той же дугообразной кривой, с тремя кардинальными точками, характерными для процессов ассимиляции и диссимиляции. Для иллюстрации приводим результаты опытов Палладина, изучавшего влияние температуры на рост кукурузы в течение 48 часов (рис. 10). Как видно из рисунка, максимум роста приходится на температуру порядка 25—30°; при более высоких температурах происходит резкий спад кривых.

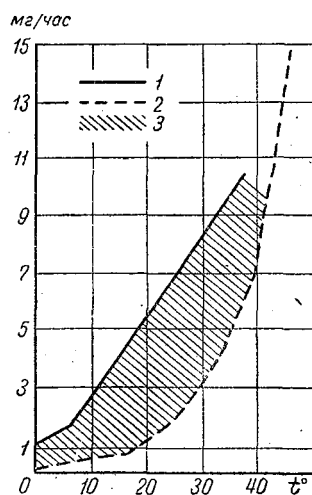


Рис. 9. Ход ассимиляции и дыхания в зависимости от температуры внешней среды.

1 — ассимиляция, 2 — дыхание, 3 — прирост органической массы

Следует помнить, что указанная зависимость прироста органической массы от температуры сохраняет свою силу только при условии полной обеспеченности всеми другими факторами.

Наряду с вопросом о влиянии температуры на рост растений не меньшее значение имеет вопрос о роли термических условий в процессе развития растений.

Еще в прошлом столетии исследователи пришли к убеждению, что наступление той или иной фазы развития сопряжено с накоплением определенной суммы положительных (выше 0°) температур и что поэтому скорость развития прямолинейно связана с положительной температурой, т. е. чем выше температура, тем больше скорость развития.

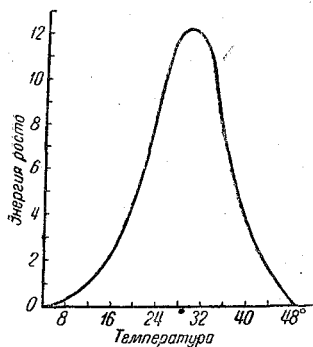


Рис. 10. Рост проростков кукурузы при различной температуре.

На этом основании Габерландом был составлен список культур в порядке их требовательности к теплу, выраженной в сумме градусов положительных температур (например, репа 800—1000°; лен 1700—1900° и т. д.).

Однако дальнейшее изучение вопроса показало, что действительного постоянства сумм положительных температур как для отдельных межфазных периодов, так и для всего периода вегетации нет и что суммы температур,

установленные Габерландом, не являются достаточно надежными показателями выражения требовательности культур к теплу.

Отсутствие связи продолжительности межфазных периодов с накоплением определенной суммы положительных температур было вскрыто работами Т. Д. Лысенко. На основании точно поставленных опытов в полевой обстановке (1927 г., Ганджинская станция), Т. Д. Лысенко пришел к заключению, что сумма средних суточных температур, подсчитываемых от метеорологического нуля, в громадном большинстве случаев — ничего не говорящая величина.

Одну из причин обнаруженного непостоянства суммы положительных температур Т. Д. Лысенко видит в том, что при подсчете ее за исходную точку принимается температура замерзания воды, в то время как большинство растений начинает свои жизненные процессы с более высокой температуры, причем для различных фаз развития нижний предел может быть различен. В литературе нижний предел температуры активной вегетации сельскохозяйственных растений в разные фазы развития получил название биологического минимума температуры.

Разработанная Т. Д. Лысенко теория стадийного развития растений пролила свет на тот факт, что ведущая роль термического



фактора сохраняется на всех этапах развития, когда связь развития с температурой не осложняется влиянием других факторов (свет, влажность и т. д.). Ведущая роль термического фактора, согласно работам Т. Д. Лысенко, выражается в том, что «каждая фаза у растений начинает свое развитие при строго определенном напряжении термической энергии, т. е. при определенном, всегда постоянном градусе Цельсия и требует определенной суммы градусо-дней».

Это указание Т. Д. Лысенко о ведущей роли температуры послужило основанием для разработки эмпирических способов расчета продолжительности межфазных периодов и всего периода вегетации в зависимости от термических условий.

Одна группа исследователей (Г. Т. Селянинов, Ф. Ф. Давитая, В. Н. Степанов и др.) пошла по пути разработки способа суммирования активных температур, а другая (А. А. ШигOLEV, А. А. Скворцов, А. Н. Бабушкин и др.) — по пути разработки способа суммирования эффективных температур.

Под активными температурами понимаются все температуры выше биологического минимума, установленного для данной фазы развития или для всего периода вегетации, а под эффективными температурами — активные температуры, уменьшенные на величину биологического минимума. Так, если биологический минимум для фазы всходов яровой пшеницы равен  $5,0^{\circ}$ , а температура данного дня равнялась  $14,2^{\circ}$ , то за активную температуру этого дня мы должны принять  $14,2^{\circ}$ , а за эффективную  $14,2^{\circ} - 5,0^{\circ} = 9,2^{\circ}$ .

В итоге обобщения и анализа имеющихся материалов о требованиях сельскохозяйственных растений полевой культуры к теплу В. Н. Степановым составлена сводная характеристика величины биологического минимума температуры для разных периодов развития сельскохозяйственных растений (табл. 9).

Зная потребность растений в тепле в виде сумм активных или эффективных температур, можно на основе метеорологических данных определить наиболее вероятные даты наступления фаз развития каждого растения и возможность вызревания того или иного сорта на изучаемой территории.

Географическая изменчивость сумм температур, необходимых для прохождения фаз, протекающих на световой стадии развития, подчиняется определенной закономерности. Учитывая эти закономерности, можно вносить соответствующие поправки на широту места и уточнять требования растений к теплу при изменяющихся условиях продолжительности дня.

В некоторые периоды вегетации большое значение в ускорении или замедлении темпов развития, наряду с температурой и светом, приобретают следующие факторы: влажность почвы, влажность воздуха, вид и дозировка удобрений, яровизация и пр. Это обстоятельство должно учитываться, если вопрос о скорости

развития тех или иных сельскохозяйственных культур рассматривается в конкретных условиях производства.

Таблица 9

Характеристика сельскохозяйственных растений полевой культуры в отношении требований к теплу в разные периоды развития (биологические минимумы температуры в градусах)

| Культуры                        | Появление всходов | Формирование вегетативных органов | Формирование генеративных органов и цветение | Плодоношение |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|--|--------------|
| <b>Зерновые хлеба</b>           |                   |                                   |  |              |
| Пшеница яровая . . . . .        | 4—5               | 4—5                               | 10—12  | 12—10        |
| Ячмень . . . . .                | 4—5               | 4—5                               | 10—12  | 12—10        |
| Овес . . . . .                  | 4—5               | 4—5                               | 10—12  | 12—10        |
| Просо . . . . .                 | 10—11             | 10—11                             | 12—15  | 12—10        |
| Кукуруза . . . . .              | 10—11             | 10—11                             | 12—15  | 12—10        |
| Сорго . . . . .                 | 12—13             | 12—13                             | 15—18  | 15—12        |
| Рис . . . . .                   | 14—15             | 14—15                             | 18—20  | 15—12        |
| Гречиха . . . . .               | 7—8               | 7—8                               | 10—12  | 12—10        |
| <b>Зерновые бобовые</b>         |                   |                                   |  |              |
| Вика . . . . .                  | 4—5               | 4—5                               | 10—12  | 12—10        |
| Горох . . . . .                 | 4—5               | 4—5                               | 8—10   | 12—10        |
| Чечевица . . . . .              | 4—5               | 4—5                               | 12—15  | 12—10        |
| Чина . . . . .                  | 4—5               | 4—5                               | 12—15  | 15—12        |
| Нут . . . . .                   | 5—6               | 5—6                               | 12—15  | 15—12        |
| Люпин (однолетний) . . . . .    | 5—6               | 5—6                               | 8—10   | 12—10        |
| Бобы . . . . .                  | 5—6               | 5—6                               | 8—10   | 12—10        |
| Соя . . . . .                   | 10—11             | 10—11                             | 15—18  | 12—10        |
| Фасоль . . . . .                | 12—13             | 12—13                             | 15—18  | 15—12        |
| Арахис . . . . .                | 14—15             | 14—15                             | 18—20  | 15—12        |
| <b>Масличные и прядильные</b>   |                   |                                   |  |              |
| Рыжик . . . . .                 | 2—3               | 2—3                               | 8—10   | 12—10        |
| Горчица белая . . . . .         | 2—3               | 2—3                               | 8—10   | 12—10        |
| Рапс яровой . . . . .           | 2—3               | 2—3                               | 8—10   | 12—10        |
| Подсолнечник . . . . .          | 7—8               | 7—8                               | 12—15  | 12—10        |
| Лен масличный . . . . .         | 5—6               | 5—6                               | 10—12  | 12—10        |
| Лен-долгунец . . . . .          | 5—6               | 5—6                               | 10—12  | 12—10        |
| Конопля среднерусская . . . . . | 2—3               | 2—3                               | 10—12  | 12—10        |
| Хлопчатник . . . . .            | 14—15             | 14—15                             | 15—20  | 15—12        |

Следует также учитывать, что температура может опускаться или повышаться за пределы, обеспечивающие в той или иной мере рост и развитие растений, и приобретать пассивное, отрицательное или вредное для жизни растений значение.

Падение температуры ниже биологического минимума ведет к приостановке процессов роста и развития, но еще не вызывает

гибели растений. Так, при температуре порядка 5—10° рост теплолюбивых культур (огурцы, томаты и пр.) приостанавливается, но растение остается живым и при последующем потеплении продолжает снова вегетировать.

Аналогичным образом высокая температура, порядка 30—35°, вызывает угнетение роста растений, однако не влечет за собой полной гибели.

Дальнейшее понижение или повышение температур приводит, наконец, к необратимому нарушению жизненных процессов в растении и тем самым наносит растению травматические повреждения.

Величина температуры, наносящей травматические повреждения, различна в зависимости от вида и сорта культур, стадии и фазы развития, степени закаливания и ряда других причин. В то время как в период летней вегетации понижение температуры до —5° является опасным для большинства культур, в период перезимовки оно переносится озимыми культурами, многолетними травами и плодовыми насаждениями безболезненно.

О некоторых значениях температур, наносящих травматические повреждения культурам как в период вегетации, так и в период покоя, будет изложено ниже.

Роль фактора тепла в сельскохозяйственном производстве выражается не только в прямом действии на растения, но и в ряде косвенных проявлений.

Так, в зимний период температура на большей части Советского Союза опускается ниже 0°, и почва промерзает. Промерзание почвы имеет свои положительные и свои отрицательные стороны. В районах с неглубоким залеганием грунтовых вод оно способствует притоку воды из нижележащих слоев и обогащению водными запасами пахотного горизонта почвы. Промерзание вспаханной с осени почвы улучшает структуру последней и повышает ее плодородие. Попеременное оттаивание и промерзание почвы приводит иногда к разрыву корневой системы озимых и выпиранию узла кущения. С размерзанием почвы весной активизируется деятельность микроорганизмов в почве, способствующая накоплению в ней необходимых для культурных растений минеральных соединений. С понижением температуры почвы ослабляется всасывающая способность корней. Поэтому весной создаются иногда условия, когда при высоких дневных температурах воздуха транспирация древесных пород увеличивается, а подача воды корнями, вследствие низкой температуры почвы, не обеспечивается. Растение, израсходовав питательные вещества, начинает голодать, несмотря на наличие в почве достаточного количества воды и минеральных соединений. Это явление носит название *физиологической засухи*.

Особенно большое распространение оно имеет в районах вечной мерзлоты, где в отдельные годы по этой причине наблюдалась гибель больших массивов леса.

Аналогичное явление может наблюдаться у озимых культур в годы с холодной зимой при глубоком промерзании почвы, когда весной, после первых теплых солнечных дней, возобновляется вегетация культур и отрастание листьев, но затем наступает завядание растений, вызванное отсутствием подачи воды из мерзлого слоя.

### § 7. Влажность воздуха

Влажность воздуха относится к числу элементов погоды, имеющих существенное значение для жизни сельскохозяйственных растений.

Основная роль этого элемента заключается в его влиянии на процесс испарения с почвы и растений и на изменение водного баланса в клетках растительных тканей.

Гигрометрическое состояние воздуха характеризуется несколькими величинами: 1) абсолютной влажностью  $l$ , выраженной в миллиметрах или миллибарах, т. е. упругостью находящегося в воздухе пара; 2) относительной влажностью  $R$ , выраженной в процентах, т. е. отношением упругости находящегося в воздухе пара к упругости насыщающего пара при данной температуре ( $R = \frac{e \cdot 100}{E}$ ), и 3) дефицитом влажности  $d$ , выраженным в миллиметрах или миллибарах, т. е. разностью между упругостью пара, насыщающего пространство при данной температуре, и абсолютной влажностью воздуха ( $d = E - e$ ).

В агрометеорологических исследованиях чаще приходится соприкасаться с относительной влажностью воздуха и дефицитом влажности и реже с абсолютной влажностью воздуха.

По величине относительной влажности воздуха и дефициту влажности судят об испаряемости, т. е. о тех испарительных возможностях, которые создаются в атмосфере при данной упругости водяного пара в воздухе и данной температуре. Чем меньше величина относительной влажности воздуха и чем больше дефицит влажности, тем суше воздух, тем интенсивнее, при прочих равных условиях, протекает процесс испарения воды из почвы и растений.

Общее представление о средних за много лет значениях абсолютной влажности воздуха, относительной влажности и дефиците влажности в различные сезоны года и в различных географических точках можно получить из табл. 10.

Из данных таблицы видно, что наиболее низкая относительная влажность воздуха и наибольший дефицит влажности по большинству районов Советского Союза приходится на летний период. Такая закономерность объясняется отнюдь не малым содержанием водяного пара в воздухе, а высокими летними температурами, повышающими величину упругости насыщающего пара  $E$ .

Увеличение сухости воздуха в летний период особенно велико в степных и лесостепных районах юга и юго-востока, где средний за много лет месячный дефицит влажности в июле составляет около 6—10 мм.

Таблица 10

Средняя многолетняя величина влажности воздуха за месяц

| Станции         | Январь                      |                               |                          | Апрель                      |                               |                          | Июль                        |                               |                          | Октябрь                     |                               |                          |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|                 | Абсолютная влажность (в мм) | Относительная влажность (в %) | Дефицит влажности (в мм) | Абсолютная влажность (в мм) | Относительная влажность (в %) | Дефицит влажности (в мм) | Абсолютная влажность (в мм) | Относительная влажность (в %) | Дефицит влажности (в мм) | Абсолютная влажность (в мм) | Относительная влажность (в %) | Дефицит влажности (в мм) |
| Вологда . .     | 2,0                         | 84                            | 0,4                      | 4,1                         | 73                            | 1,5                      | 10,4                        | 72                            | 4,0                      | 4,8                         | 83                            | 0,9                      |
| Москва . . .    | 2,1                         | 84                            | 0,4                      | 4,4                         | 69                            | 2,0                      | 10,9                        | 68                            | 5,1                      | 5,1                         | 79                            | 1,3                      |
| Курск . . .     | 2,3                         | 86                            | 0,4                      | 4,9                         | 72                            | 1,2                      | 11,2                        | 67                            | 5,5                      | 5,6                         | 79                            | 1,5                      |
| Саратов . .     | 1,7                         | 85                            | 0,2                      | 4,7                         | 76                            | 1,5                      | 10,4                        | 58                            | 7,5                      | 4,8                         | 80                            | 1,2                      |
| Астрахань .     | 2,7                         | 86                            | 0,4                      | 5,6                         | 68                            | 2,6                      | 13,7                        | 58                            | 9,9                      | 6,8                         | 75                            | 2,3                      |
| Полтава . .     | 2,6                         | 88                            | 0,3                      | 5,5                         | 72                            | 2,1                      | 11,8                        | 66                            | 6,1                      | 6,4                         | 78                            | 1,8                      |
| Новосибирск . . | 1,2                         | 82                            | 0,2                      | 3,5                         | 74                            | 1,2                      | 11,8                        | 72                            | 4,6                      | 4,1                         | 78                            | 1,1                      |
| Сочи . . .      | 4,7                         | 69                            | 2,1                      | 7,2                         | 73                            | 2,6                      | 17,2                        | 77                            | 5,1                      | 10,2                        | 75                            | 3,4                      |

Однако приведенные в таблице цифры, характеризующие средний выведенный за много лет гигрометрический режим воздуха, не дают представления о реальных его значениях в отдельные месяцы, дни и годы. Между тем в некоторые периоды отдельных лет создаются условия чрезвычайно большой сухости воздуха, влекущие за собой резкое ухудшение условий формирования урожая сельскохозяйственных культур. Так, в июне известного по своей засушливости 1946 г. в Курской области средний месячный дефицит влажности составлял по разным районам от 15 до 20 мм при норме около 4—5 мм. Относительная влажность воздуха в течение 5—10 дней этого месяца была ниже 30%.

В районах Средней Азии в летний период года часто отмечаются дни и целые декады, когда дефицит влажности оказывается на уровне 30—40 мм.

Отрицательное значение для сельскохозяйственных культур большой сухости воздуха объясняется тем, что с увеличением дефицита влажности и соответственным понижением относительной влажности воздуха повышается интенсивность расхода воды растениями и дальнейшее благополучие культуры оказывается в зависимости от того, насколько хорошо компенсируется потеря

воды тканями поступлением новых порций воды из почвы через корневую систему.

Если потеря воды на испарение не возмещается полностью притоком влаги из почвы, клетки тканей обезвоживаются, растение теряет тургор и при длительном сохранении такого состояния гибнет.

Такое нарушение водного баланса растений нередко наблюдается в южных и юго-восточных районах, где в летнее время низкая влажность воздуха в отдельные дни сочетается с высокой температурой и значительным ветром, в результате чего создается комплекс условий, характеризующий атмосферную засуху. Последняя часто наблюдается в Среднем и Нижнем Поволжье, в восточной части Северного Кавказа, на юге Украины, а также в Казахстане и юго-западной части Сибири. Особенно большой вред сельскому хозяйству наносит атмосферная засуха, когда она приходится на период налива зерна, так как зерно в этом случае получается щуплым, неполновесным и урожай низким.

Естественно, что создание и подбор засухоустойчивых сортов, хорошо переносящих временное нарушение водного баланса, а также агромероприятия по улучшению водного режима почвы и весь комплекс мероприятий, направленных на активное изменение гигрометрического состояния атмосферы, были всегда в центре внимания земледелия засушливой зоны.

Воплощение в жизнь Сталинского плана преобразования природы подводит реальную базу для улучшения микроклимата полей и улучшения гигрометрического состояния атмосферы с степной и лесостепной зонах Советского Союза.

Говоря о вредных последствиях, связанных с большой сухостью воздуха, нельзя не упомянуть об отрицательных явлениях, вызываемых большой перенасыщенностью воздуха водяным паром.

В период созревания хлебов значительная насыщенность воздуха влагой затягивает налив зерна, повышает влажность травостоя, а в некоторых случаях приводит к прорастанию зерна на корню и его порче.

Излишняя влажность воздуха во время цветения плодовых культур препятствует работе насекомых по оплодотворению цветов.

В условиях закрытого грунта влажность воздуха может регулироваться искусственным образом. Для различных овощных культур требуется различная влажность воздуха. На некоторые культуры (огурцы) повышенная относительная влажность воздуха оказывает положительное действие, а для других (томаты) она вредна, так как способствует появлению различных грибных и бактериальных заболеваний.

Большое значение влажосодержание воздуха приобретает в период возникновения заморозков. Быстрое падение темпера-

туры в ясную погоду после захода солнца летом и осенью продолжается обычно до того момента, когда начинает образовываться роса. При оседании росы, благодаря выделению скрытой теплоты парообразования, дальнейшее охлаждение сильно замедляется. Поэтому чем больше водяного пара в воздухе, тем скорее наступает выпадение росы, тем менее вероятно в данную ночь наступление заморозка.

При оценке условий влагосодержания воздуха в отношении различных сельскохозяйственных культур и сортов необходимо учитывать морфологические и анатомические особенности растений, которые возникли в процессе естественно-исторического развития как результат приспособления растений к различным условиям местообитания.

Растения, приспособленные к засушливым условиям — ксерофиты, имеют в строении тканей и внешнем морфологическом облике заметные отличия от обитателей влажных мест — гигрофитов.

Наиболее характерными признаками ксерофитных растений являются особенности в строении их покровных и хлорофиллоносных тканей, а также в системе проветривания тканей через устьичный аппарат. У этих растений, как правило, наблюдается сильно утолщенный слой кутикулы, восковые налеты на испаряющих органах, опущение листьев; число устьиц на единицу площади у них значительно меньше, чем у гигрофитов. Все указанные признаки и ряд других кладутся в основу селекционной работы по созданию засухоустойчивых и высокоурожайных форм.

## § 8. Осадки

Значение осадков в сельском хозяйстве весьма велико. Осадки служат основным источником накопления запасов почвенной влаги, а последние составляют единственный источник водообеспечения сельскохозяйственных культур. Отсутствие или недобор осадков влечет за собой пересыхание пахотного горизонта почвы, создает неблагоприятные условия влагообеспеченности культур, ухудшает их состояние, снижает урожай. Большое значение имеют осадки для питания рек и прудов, являющихся основным источником орошаемого земледелия. В дореволюционное время, при отсталом крестьянском хозяйстве с его слабой техникой, урожай основных зерновых культур находился в прямой зависимости от осадков, иллюстрацией чему может служить график (рис. 11), где сплошной линией показан урожай овса за ряд лет в бывшей Курской губернии, а пунктирной — количество осадков июня за те же годы.

После Великой Октябрьской социалистической революции, с ликвидацией мелкого единоличного хозяйства, урожай зерновых и других культур в Советском Союзе становится с каждым годом более устойчивым и менее зависимым от осадков. Опыт

передовиков земледелия неопровержимо показывает, что даже в годы с большим недобором осадков может быть получен достаточно удовлетворительный урожай при условии, если хозяйство ведется на высоком уровне агротехники, в результате чего значительная доля выпадающих осадков поглощается почвой и используется на процесс создания органической массы урожая.

Насколько необходима бережливость в отношении каждого выпавшего миллиметра осадков можно судить по следующим цифрам. Для создания 1 ц сухого вещества урожая зерновых культур требуется в условиях влажного климата от 250 до 350 ц воды, а в условиях юга и юго-востока СССР — от 450 до 500 ц. Это значит, что при культуре яровой пшеницы в условиях степной зоны с 1 га расходуется, как минимум, 2500 т (или кубометров) воды при урожае 20 ц зерна и 30 ц соломы. Между

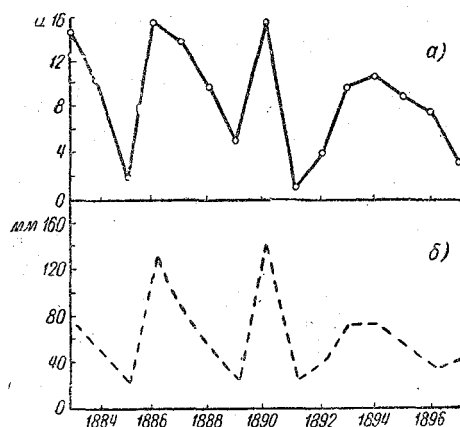


Рис. 11. Урожай овса (а) и июньские осадки (б).

тем из табл. 11 видно, что за месяцы активного роста яровой пшеницы (май—июнь) не только на юге и юго-востоке, но и на большей части территории СССР сумма осадков в среднем многолетнем выражении не превышает 150—200 мм, или 1500—2000 т (или кубометров), на 1 га. Следовательно, боль-

Таблица 11

Среднее многолетнее количество осадков по сезонам

| Станции                  | V—VI | VII—X | XI—IV | За год | Наибольшее за год | Наименьшее за год |
|--------------------------|------|-------|-------|--------|-------------------|-------------------|
| Вологда . . . . .        | 198  | 189   | 192   | 579    | 782               | 451               |
| Киров . . . . .          | 173  | 187   | 227   | 587    | 822               | 427               |
| Москва . . . . .         | 200  | 185   | 235   | 620    | 821               | 434               |
| Воронеж . . . . .        | 172  | 122   | 193   | 487    | 654               | 275               |
| Ульяновск . . . . .      | 146  | 199   | 156   | 421    | 581               | 265               |
| Саратов . . . . .        | 115  | 106   | 182   | 402    | 531               | 220               |
| Астрахань . . . . .      | 58   | 47    | 103   | 206    | 358               | 117               |
| Ростов-на-Дону . . . . . | 161  | 94    | 215   | 470    | 667               | 280               |
| Полтава . . . . .        | 182  | 119   | 189   | 490    | 840               | 298               |
| Сочи . . . . .           | 242  | 346   | 864   | 1452   | 2006              | 1134              |
| Новосибирск . . . . .    | 144  | 119   | 113   | 376    | 600               | 220               |



шую роль приобретает вопрос о накоплении влаги в почве от осадков осени и зимы.

Необходимость максимально лучшего сбережения осадков станет еще более очевидной, если учесть, что в отдельные годы распределение осадков во времени оказывается гораздо более худшим, чем в среднемноголетнем выражении.

Так, в 1948 г. в районе юго-востока Европейской территории СССР за два первых весенних месяца вегетации яровой пшеницы количество выпавших осадков не превышало 30—40 мм, а по некоторым районам — 10—20 мм (при норме 60—70 мм), что привело к ухудшению состояния посевов.

Для каждой культуры имеются свои календарные сроки и периоды вегетации, когда выпадение осадков становится особенно необходимым.

Если для ранних зерновых культур решающее значение в процессе формирования урожая имеют осадки первой половины лета, то для пропашных культур при позднем сроке сева и растянутости периода вегетации большое значение приобретают осадки второй половины лета (июль—август). Для урожая озимых культур необходимы хорошие осадки осенью, так как отсутствие или недостаток осадков в это время задерживает прорастание семян и появление всходов, тормозит рост растений и ведет к ухудшению состояния их ко времени прекращения вегетации.

При сельскохозяйственной оценке осадков нельзя упускать из виду, что при одном и том же количестве осадков полнота поглощения их почвой может быть весьма различной. Она зависит от многих факторов, из которых основными являются: физические свойства почвы и состояние ее поверхности, степень насыщения почвы влагой, интенсивность осадков, угол наклона местности и др.

Структурные почвы лучше поглощают осадки, нежели бесструктурные. При уплотнении поверхностного слоя почвы сток воды усиливается, количество поглощенных почвой осадков уменьшается.

Твердые осадки (снег), которые составляют в средней полосе около 25—30% годового количества осадков, при весеннем таянии на бесструктурных почвах почти полностью стекают и растениями не используются.

Степень впитывания почвой осадков, выпадающих в виде дождя, зависит от характера осадков (ливневые и обложные дожди, морось), их продолжительности и интенсивности.

Под интенсивностью осадков понимается среднее количество осадков, выпавшее в единицу времени (сутки, час, минута). В пределах Советского Союза средняя интенсивность осадков составляет 0,1—0,2 мм в час, а интенсивность сильных ливней достигает 10—50 мм в час. С увеличением интенсивности осадков доля влаги, попавшая в почву, уменьшается.

Весьма важным фактором, обуславливающим частичное неиспользование почвой выпадающих осадков, является стекание воды в силу уклона местности.

На полях с большим уклоном, когда понижение на каждые 100 м достигает 1—2 м и больше, при сильных ливнях вода не только стекает по поверхности почвы, но и смывает верхний горизонт почвы. Этот снос водой (и ветром) частиц почвы и растворенных питательных веществ называется эрозией почвы. Особенно сильно сказывается отрицательное влияние эрозии на бесструктурных почвах. В. Р. Вильямс по этому поводу писал: «Каждый день и каждое весеннее таяние снега уменьшает площадь удобной земли и сносит все возрастающее количество почвенного горизонта, в котором элементы пищи растений, а следовательно и человека, накопились тысячелетиями».

Процесс эрозии почвы особенно широко распространен в капиталистических странах, где никаких серьезных мер борьбы с этим явлением не предпринимается. По данным американского экономиста Стюарта Чайса, с полей и пастбищ Америки ежегодно смывается до 3 млрд. т земли, содержащей около 40 млн. т фосфора, калия и азота.

Как наследие прошлого, процесс эрозии почвы местами наблюдается еще и у нас в СССР. Особенно он ощутим в районах Средне-Русской возвышенности (Орловская, Курская, Воронежская, Тамбовская области).

В СССР борьба с явлением эрозии ведется организованно. К основным мероприятиям относятся: лесонасаждение, введение травопольных севооборотов, пахота поперек склонов и пр.

Сильные дожди оказывают отрицательное влияние на поверхность почвы и в другом отношении. После сильных дождей почва сильно уплотняется и при установлении сухой солнечной погоды образуется корка, которая затрудняет появление всходов и усиливает отток влаги через испарение. Сильные ливни оказывают механические воздействия не только на почву, но и на само растение: растение пригибается к поверхности земли, частично надламывается и полегает. Частые и обильные дожди во время уборки хлебов и трав при плохой подготовленности хозяйства вызывают большие потери и ухудшают качество продукции.

Еще больший вред растениям причиняют осадки, выпадающие в виде града. Вредное действие града зависит от его интенсивности, продолжительности и размера. Менее опасны для растений повреждения градом в первые периоды развития, до образования органов плодоношения. Наибольший вред приносит град в период цветения, а также созревания плодов, когда поврежденные растения не в состоянии восстановить свои органы. Яровые культуры после градобития оправляются быстрее, нежели озимые. Для льна, гречихи, для огородных и плодовых культур град представляет большую опасность в течение всего вегетационного периода. На ветвях и стволах деревьев при сильном граде

получаются трудно заживаемые ссадины и раны, служащие причиной поражения их болезнями и вредителями. Удары градин наносят повреждения плодам, срывают их с ветвей.

Из изложенного видно, что роль осадков в процессе формирования урожая очень велика. Длительное отсутствие осадков в теплый период года ведет к сильному иссушению почвы и создает крайне неблагоприятные условия для накопления растительной массы. Поэтому вполне естественно, что вопрос об осадках долгое время был в центре внимания агрометеорологов. В. П. Попов, пользуясь испарителями-лизиметрами своей конструкции, определил количество влаги, которое остается в почве от летних осадков, и назвал его «эффективными осадками». Коэффициент эффективных осадков по станции Млеев (Украина) за 8 лет составил в среднем от 0,20 до 0,30.

Приведенные данные полностью совпадают с выводами В. Р. Вильямса, что «30% летних осадков, которые попадают в почву,— это максимум того, что может накопить бесструктурная почва».

Вопрос сводится, следовательно, не столько к количественному учету выпадающих осадков, сколько к уяснению того, какая часть осадков попадает в почву, в каких горизонтах почвы она распределяется, как накопленная в почве влага расходуется на испарение и каковы пути рационального сбережения почвенной влаги.

Именно на эти вопросы в последние годы переключили свое внимание советские агрометеорологи; результаты этих исследований будут изложены в главе III.

## § 9. Снежный покров

На большей части территории Советского Союза в зимний период устанавливается снежный покров. Как видно из данных табл. 12, продолжительность залегания и высота снежного покрова для разных географических зон весьма различны. В то время как на севере снежный покров мощностью до 65—70 см держится на полях в течение 6 месяцев, на юге число дней со снежным покровом составляет около 70—80 дней, а мощность снега не превышает 10—15 см.

Значение снежного покрова в сельском хозяйстве весьма разнообразно. В зависимости от климатических условий и характера залегания влияние снежного покрова может быть как положительным, так и отрицательным. Большое значение имеет снежный покров в районах с суровыми зимами, защищающий озимые посевы и многолетние травы от вымерзания.

Защитное действие снежного покрова объясняется его плохой теплопроводностью. Теплопроводность снега примерно в 10 раз меньше теплопроводности минеральной почвы. В течение зимнего сезона она не остается постоянной, а меняется в зависимости от

температуры и плотности снега. По Абельсу, коэффициент теплопроводности снега пропорционален квадрату его плотности, а именно:

$$\lambda = 0,0067 d^2 \text{ кал/см сек град.}$$

Из уравнения следует, что с увеличением плотности снежного покрова увеличивается его теплопроводность. Так, при плотности снега 0,20 коэффициент теплопроводности будет равен 0,0003 кал/см сек град, при плотности 0,30 он возрастает до 0,0006 кал/см сек град. Наибольшее защитное действие для озимых культур оказывает рыхлый, свежевывающийся снег, теплопроводность которого наименьшая. Наоборот, уплотненный снег слабо защищает озимые от вымерзания.

Таблица 12

Средняя многолетняя продолжительность и высота снежного покрова

| Показатели  | Станции |       |             |       |        |         |      |         |                |
|---|---------|-------|-------------|-------|--------|---------|------|---------|----------------|
|   | Молотов | Киров | Новосибирск | Пенза | Москва | Саратов | Орел | Полтава | Ростов-на-Дону |
| Число дней со снежным покровом . . .                          | 181     | 168   | 165         | 152   | 149    | 130     | 126  | 85      | 70             |
| Высота снежного покрова (наибольшая за зиму) (в см) . . . . . | 65      | 71    | 47          | 48    | 48     | 40      | 36   | 11      | 10             |

Для сельского хозяйства особый интерес представляет вопрос о влиянии снежного покрова на температуру почвы на глубине узла кущения озимых культур (3—5 см), так как снижение температуры почвы на этой глубине до определенного предела вызывает повреждение узла кущения и нередко ведет к полной гибели растений.

При наличии снежного покрова толщиной от 1 до 5 см температура почвы на глубине узла кущения оказывается выше температуры воздуха на 1—3°. При снежном покрове толщиной 6—10 см разность между температурой почвы на глубине узла кущения и температурой воздуха увеличивается: при температуре воздуха —15, —25° она составляет 3—5°, а при температуре воздуха —25, —35° достигает 5—7°. Дальнейшее увеличение высоты снежного покрова делает ход температуры почвы на глубине узла кущения более ровным и менее зависимым от колебаний температуры воздуха.

При снежном покрове в 20 см и температуре воздуха до  $-25$ ,  $-30^\circ$  температура почвы на глубине узла кушениа остается на уровне  $-10$ ,  $-15^\circ$ .

Снежный покров толщиной до 40 см является столь хорошим теплоизолятором, что температура почвы на глубине узла кушениа при любых условиях погоды редко бывает ниже  $-6$ ,  $-10^\circ$ , а при снежном покрове более 75 см амплитуда колебаний температуры почвы на глубине узла кушениа почти полностью затухает.

Следует, однако, помнить, что величина разности между температурой почвы и температурой воздуха зависит не только от абсолютного значения температуры воздуха и высоты снежного покрова в данный фиксируемый момент, но и от всего комплекса условий погоды предшествующего периода, а также от целого ряда других факторов (плотность снега, физические свойства почвы и пр.). А. Ф. Дюбюк и А. С. Монин вывели сложные теоретические формулы зависимости изменения температуры почвы на глубине узла кушениа от всего комплекса условий погоды. А. С. Мониним и В. К. Баевым составлены соответствующие таблицы для использования их в практической работе агрометеорологов.

Более упрощенный подход к выявлению зависимости температуры почвы на глубине узла кушениа от температуры воздуха привел ряд местных работников агрометеорологической службы к установлению эмпирических формул, применимых только к тем районам, на материале которых они выведены. В качестве примера эмпирической зависимости приводится график, составленный А. М. Шульгиным по материалам метеорологической станции Барнаул (рис. 12).

Влияние снежного покрова сказывается не только на температуре почвы на глубине узла кушениа, но и на температуре более глубоких горизонтов почвы. В табл. 13 приводятся средние месячные температуры покрытой снежным покровом и оголенной почвы, типичные для западной части лесной зоны (по Г. А. Любославскому).

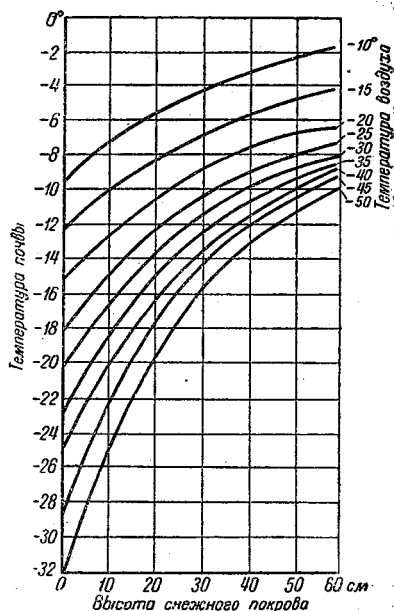


Рис. 12. График зависимости минимальной температуры почвы на глубине узла кушениа (3 см) от минимальной температуры воздуха и высоты снежного покрова (по данным А. М. Шульгина, для Барнаульской станции).

Помимо защитного действия при перезимовке культур, снежный покров играет положительную роль как аккумулятор (накопитель) зимних осадков, которые при весеннем снеготаянии увеличивают запасы влаги в почве. Возможность накопления в снеге дополнительных резервов влаги позволяет путем снегозадержания и мероприятий по уменьшению стока усилить весеннюю влагозарядку почвы, а следовательно и улучшить влагообеспеченность культур.

Таблица 13

Средние месячные температуры почвы под снегом и оголенной в среднем за 15 лет (в градусах)

| Месяцы  | Высота снежного покрова (в см) | Глубина (в м) |      |      |      |     |
|---------|--------------------------------|---------------|------|------|------|-----|
|         |                                | 0,0           | 0,2  | 0,4  | 0,8  | 1,6 |
| Ноябрь  | 8                              | 0,1           | 1,9  | 2,9  | 4,5  | 6,0 |
|         | оголенная                      | -1,6          | 0,6  | 2,0  | 3,8  | 6,0 |
| Декабрь | 21                             | -1,8          | 0,4  | 1,3  | 2,9  | 4,4 |
|         | оголенная                      | -6,5          | -3,8 | -1,9 | 0,9  | 3,9 |
| Январь  | 37                             | -1,5          | -0,0 | -0,8 | 2,1  | 3,4 |
|         | оголенная                      | -8,0          | -6,3 | -4,2 | -1,2 | 2,2 |
| Февраль | 55                             | -1,6          | -0,6 | 0,2  | 1,6  | 3,0 |
|         | оголенная                      | -8,8          | -6,9 | -5,2 | -2,3 | 1,3 |

В связи с этим большое значение приобретает вопрос об учете изменения запасов влаги, содержащихся в снеге. 1 мм измеренных дождемером осадков, выпавших в виде снега, соответствует увеличению снежного покрова на 1 см. С изменением высоты и плотности снежного покрова в течение зимы изменяются и запасы воды в снеге; в каждый конкретный момент времени они могут быть рассчитаны по формуле

$$P = H \cdot d \cdot 10 \text{ мм},$$

где  $P$  — запасы воды в снеге в миллиметрах;  $d$  — плотность снега;  $H$  — высота снежного покрова в сантиметрах. Например, при высоте снега 36 см и плотности снега 0,23 запасы влаги в снеге составляют

$$P = 36 \cdot 0,23 \cdot 10 = 82,8 \text{ мм}.$$

При таком определении водных запасов в снеге необходимо помнить, что высота снежного покрова весьма сильно варьирует не только во времени, но и в пространстве; поэтому необходимо прибегать к большой повторности определений (т. е. ставить наблюдения по большому числу точек). Чем сложнее рельеф местности, тем больше наземных препятствий и тем неравномернее залегание снежного покрова.

Плотность снега  $d$  представляет собой отношение всего объема воды, полученной от снега, ко взятому объему снега. Плотность свежеснегавшего снега зависит от температуры воздуха при снегопаде. По В. Н. Оболенскому, чем выше температура, тем плотнее снег: так, при температуре  $-10^{\circ}$  плотность выпадающего снега колеблется около 0,10, а при температуре немного выше  $0^{\circ}$  — около 0,20.

В течение зимы снежный покров становится более плотным. По Б. П. Вейнбергу, плотность снежного покрова увеличивается в среднем на 10% за месяц, что видно из приводимых данных по двум пунктам (табл. 14).

Весной при таянии плотность снега сильно возрастает.

В районах с незначительным снежным покровом искусственное увеличение его мощности путем снегозадержания проводится как в целях утепления озимых культур и многолетних трав, так и в целях увеличения запасов воды в снеге.

Значение снежного покрова в сельском хозяйстве не всегда бывает положительным.

В районах с большой мощностью снежного покрова и с большой продолжительностью его залегания нередко наблюдаются явления, ухудшающие условия сельскохозяйственного производства: озимые посевы и многолетние травы снижают зимостойкость, подвергаются грибным заболеваниям и повреждаются от выпревания; весной начало полевых работ затягивается, в пониженных местах рельефа образуется скопление воды.

Высокий снежный покров наносит вред отгонному животноводству, так как, покрывая травостой пастбищ, делает последний недоступным для животных. В то же время отсутствие снежного покрова в пустынных и полупустынных районах отгонного животноводства является большим бичом для животных, так как снег нередко является основным или даже единственным источником водоснабжения животных.

## § 10. Ветер

Ветер не относится к числу факторов, существенно необходимых для жизни растений. Наоборот, его роль в процессе формирования урожая культур в подавляющем большинстве случаев является отрицательной. Однако в целом для сельскохозяйственного производства наличие ветровой энергии имеет большое производственное значение.

Энергия ветра используется как сила, приводящая в движение двигатели мельниц и электростанций, а также различных водо-

Таблица 14

Средняя плотность снежного покрова

| Дата   | Боровое<br>лесниче-<br>ство | Саратов |
|--------|-----------------------------|---------|
| 15/XII | 0,13                        | 0,23    |
| 15/I   | 0,20                        | 0,25    |
| 15/II  | 0,22                        | 0,28    |
| 15/III | 0,25                        | 0,30    |

поливных и других установок. Скорость ветра при эксплуатации его для целей производства должна быть не менее 6—8 м/сек.

Ветровым потоком в сельском хозяйстве пользуются также для производства снегомелиоративных работ. При этом учитывается, что свежеснег выпавший снег, благодаря легкости частиц, выдувается даже слабым ветром 2—5 м/сек, а ветер от 6 м/сек и более создает поземки и метели. При поземках снег переносится по направлению ветрового потока и осаждается у создаваемых при снегозадержании препятствий в виде снежных куч, расставленных щитов, необрушенных стеблей подсолнечника, кукурузы и т. д. При метелях происходит перемещение снега в более крупных масштабах. С наветренных склонов и возвышенностей снег сдувается и отлагается на противоположных склонах и оврагах.

Отрицательное действие ветра на сельскохозяйственные культуры весьма многообразно. Наибольшее зло приносят ветры в засушливых зонах, они увеличивают испарение и в короткий срок иссушают почву.

На юге и юго-востоке сильные ветры, пыльные или черные бури, нередко наносят большой ущерб народному хозяйству. Они выдувают из почвы посева, сносят верхний плодородный слой почвы и обнажают корни растений. Во время таких бурь верхний слой земли иссушается, и мелкие частички пыли силой ветра поднимаются в атмосферу иногда в таких огромных количествах, что солнце закрывается мглой и кажется красновато-желтым пятном. Особенно подвержены таким бурям Казахская ССР, Северный Кавказ, низовья Волги и южные степи СССР.

Большой ущерб наносят сельскому хозяйству ветры, которые сопровождаются высокими температурами и низкой влажностью воздуха. К. А. Тимирязев по этому поводу говорил: «Даже при скорости 3 метра в секунду, которую метеорологи обозначают выражением «слабого ветра», испарение возрастает в 2—3 раза. Понятно, какое влияние должны оказать более сильные, сухие ветры».

Наибольшую опасность суховеи представляют в период налива зерна, когда хлебные зерна еще не достигли достаточной твердости: зерно получается мелкое и шуплое, наблюдается так называемый запал или захват.

В Средней Азии сухие ветры носят местные названия афганец, гармсилъ и пр.

К вопросу о суховеях мы еще вернемся, когда будем говорить об особо неблагоприятных явлениях погоды.

Своим механическим воздействием ветер повреждает растения. В зимнее время в малоснежных районах нередко наблюдается выдувание посевов и обнажение узла кущения. В летнее время сильный ветер обивает зерна злаковых культур; случается, что прекрасный урожай проса в течение 1—2 дней в результате



ветра погибает, так как зерно, выбитое из метелок, осыпается на землю.

Значительный ущерб сильные ветры причиняют садоводству: во время цветения плодовых культур сильный ветер ухудшает условия опыления, срывает цветы и затрудняет лёт насекомых-опылителей; в период плодообразования ветры сбивают плоды и ломают сучья.

Для защиты от ветра сады обсаживаются двумя или тремя рядами дикорастущих деревьев и кустарниковых пород, резко сокращающих силу ветра внутри плодового насаждения.

Лесные насаждения также страдают от сильных ветров. После ураганов часто можно найти в лесу большие площади буреломов.

Ветер имеет и чисто биологическое значение, обуславливая опыление анемофильных (опыляемых посредством ветра) растений, а также перенося споры, семена и легкие плоды, в особенности те из них, которые снабжены различными приспособлениями для полета.

### ГЛАВА III

## ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ

### § 11. Значение влажности почвы в сельском хозяйстве

Поступление в растение воды происходит исключительно через корни. Таким образом, почва является единственным источником, откуда растение получает необходимые для его жизни влагу и минеральные вещества. Поэтому поддержание почвы в течение всего периода вегетации в оптимально влажном состоянии является одной из центральных задач всего комплекса агромероприятий, обеспечивающих высокую урожайность сельскохозяйственных культур.

Поглощение воды культурными растениями начинается с первых дней их жизни. До прорастания зародыша семена впитывают в себя воду только в силу набухания находящихся в них коллоидов, причем это набухание приводит к разрыву семенной кожуры, состоящей из веществ, обладающих меньшей способностью к набуханию, чем внутренние части.

С момента прорастания семян, т. е. с того времени, когда первый зародышевый корешок вошел в соприкосновение с почвенными частицами, поступление воды в ткани происходит путем диффузии в клеточный сок через полупроницаемую перепонку. Объем клеточного сока при поступлении воды увеличивается. Плазма, внутри которой находится клеточный сок, растягивается и плотно прилегает к оболочке, передавая ей свое давление. Оболочка клетки оказывается в напряженном состоянии, получившем название тургора.

По Н. А. Максиму, величина осмотического давления, развиваемая в клетках большинства культурных растений, колеблется около 5—12 атм. У некоторых культур (например, в корнях свеклы, ягодах винограда и т. д.) оно повышается до 20—40 атм, а у отдельных видов дикорастущих растений достигает еще большей величины.

Разность между осмотическим давлением  $O$  и тургорным давлением  $T$  называется сосущей силой. Чем больше величина сосущей силы, тем энергичнее идет всасывание воды в клетку.

При насыщении клетки водой осмотическое давление  $O$  полностью равно тургорному давлению, т. е.  $O = T$ , а сосущая сила

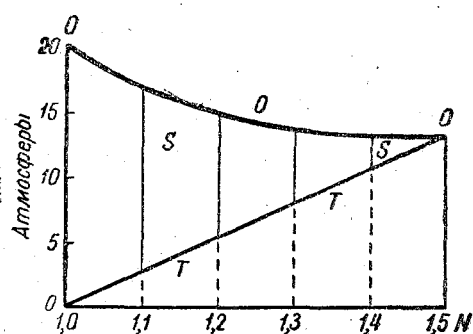


Рис. 13. Схема изменения осмотических величин в клетке при переходе от завядания до насыщения водой (по Н. А. Максиму).  $T$  — тургорное давление,  $O$  — осмотическое давление клеточного сока,  $S$  — сосущая сила. Цифры внизу — относительный объем клетки.

равна нулю. С потерей клеткой воды в процессе испарения тургорное давление уменьшается, а сосущая сила увеличивается. В состоянии полного завядания или полной потери тургора сосущая сила  $S$  достигает максимума и в этом случае равна всей величине осмотического давления клеточного сока ( $S = O$ ), что видно из рис. 13.

Обычно при хорошем увлажнении почвы водоудерживающая сила последней меньше сосущей силы клеток, и вода с ра-

створенными в ней солями беспрепятственно диффундирует в растение. По мере иссушения почвы водоудерживающая способность ее увеличивается и на определенном уровне иссушения оказывается больше сосущей силы растения. В этом случае приток воды в корневые волоски затормаживается, а затем полностью приостанавливается. С наступлением момента водного голодания клеток рост растений приостанавливается. Приостановка роста в силу недостаточного увлажнения почвы приводит к значительным потерям урожая.

Борьба с недостатком увлажнения почвы всегда находилась в центре внимания русских агрономов, стремившихся разработать такую систему мероприятий, которая наилучшим образом обеспечивает поддержание почвы в оптимально влажном состоянии, содействует лучшему использованию выпадающих осадков и гарантирует надежное сбережение в почве накопленной влаги.

Большой вклад в науку по изучению динамики почвенной влаги в конце прошлого столетия внесли известные русские почвоведы В. В. Докучаев, П. А. Костычев и А. А. Измаильский.

Этими учеными были раскрыты причины катастрофического ухудшения водного режима почв наших степей и намечены основные пути к решению актуальной проблемы русского земледелия — борьбы с засухой.

Дальнейшее обобщение результатов исследований этих ученых было сделано В. Р. Вильямсом, который с первых дней Великой Октябрьской социалистической революции понял неограниченные возможности улучшения водного режима страны в условиях планового социалистического хозяйства. Его учение о травопольной системе земледелия предусматривает овладение водным режимом путем организованного воздействия на природные условия различных элементов рельефа и путем создания на полях севооборота структурной почвы, устраняющей огромные потери влаги выпадающих осадков на бесполезное испарение и поверхностный сток.

Изложенное показывает огромный интерес агрономической науки к вопросу изучения динамики влаги в почве и его большую практическую значимость.

За последние два десятилетия на базе указанных и других более поздних работ в СССР оформилась новая отрасль прикладной науки — агрогидрология, изучающая почвенную влагу как фактор сельскохозяйственного производства. Она составляет раздел агрометеорологии и в своих исследованиях опирается на физиологию растений и физику почвы.

Своим развитием агрогидрология обязана русским исследователям, к числу которых следует отнести Н. А. Качинского, С. А. Веригу, В. П. Попова, Л. А. Разумову и др.

В задачу агрогидрологических исследований входит:

а) изучение водного баланса почвы по слагающим его элементам;

б) характеристика обеспеченности сельскохозяйственных культур почвенной влагой в различных климатических зонах СССР;

в) выявление зависимости процесса формирования урожая культур от условий увлажнения почвы;

г) изучение влияния различной увлажненности почвы на производительность сельскохозяйственных машин и орудий и др.

Первичным материалом, служащим базой для агрогидрологических исследований, являются результаты инструментальных наблюдений над влажностью почвы на большой сети станций, равномерно расположенных по всей территории Советского Союза.

Существуют различные методы определения влажности почвы, но для массового производства практическое значение приобрел только метод высушивания образцов почвы, взятых почвенным буром. Более подробное описание этого метода будет дано ниже. Здесь отметим основные принципы этого способа. Образцы, взятые буром в поле с разных горизонтов почвы, подвергаются высушиванию при температуре 100—105° до постоянного веса. Раз-

ность в весе до высушивания  $P_1$  и после высушивания  $P_2$  умножается на 100 и делится на вес высушенного образца почвы. В результате получается искомая величина влажности почвы в процентах от веса абсолютно сухой почвы ( $v$ ):

$$v = \frac{(P_1 - P_2) \cdot 100}{P_2}$$

Если подобного рода наблюдения ведутся регулярно (например, 1 раз в декаду), то, привязанные к определенному пункту, они дают общее представление о ходе увлажнения почвы на данном поле и позволяют с некоторым приближением судить об условиях влагообеспеченности возделываемой на этом поле культуры.

В табл. 15 в качестве примера приводится динамика влажности почвы под яровой пшеницей за 1947 г. по агрометеорологической станции Гигант (Ростовская область).

Таблица 15

Динамика влажности почвы под яровой пшеницей  
(в процентах)

| Глубина<br>почвы | Апрель |    |    | Май |    |    | Июнь |    |    |
|------------------|--------|----|----|-----|----|----|------|----|----|
|                  | 8      | 18 | 28 | 8   | 18 | 28 | 8    | 18 | 28 |
| 20 см            | 33     | 30 | 27 | 26  | 19 | 18 | 17   | 15 | 14 |
| 60 "             | 26     | 25 | 25 | 24  | 22 | 19 | 16   | 14 | 14 |
| 100 "            | 22     | 22 | 21 | 22  | 21 | 20 | 18   | 16 | 13 |

Из таблицы можно видеть, что наилучшее увлажнение почвы было в начале весны. На 18/V наиболее иссушенным был верхний горизонт, который потерял 14% влаги. К концу июня почва достигла наибольшего иссушения и имела низкую влажность на всех глубинах метрового слоя.

Однако для более широких целей сопоставления и выявления влагообеспеченности культур в различных географических зонах наличие одних данных по влажности почвы, выражаемых в процентах, недостаточно. В силу этого данные по влажности почвы, показанные в процентах, подвергаются обработке, позволяющей выразить запасы влаги в почве в миллиметрах водного столба или в объемной или весовой мере на единицу площади, например, в кубометрах или тоннах на 1 га. Такой пересчет возможен только при знании некоторых свойств воды в почве, о чем подробно излагается в следующих параграфах.

Знание степени увлажнения почвы и, тем более, знание наличных запасов влаги в почве позволяет агрометеорологу содействовать колхозам и совхозам в правильном планировании некоторых агротехнических приемов. Так, установив, что в конце осени

на полях в метровом слое почвы недостает до оптимального увлажнения 60 мм влаги, агрометеоролог может рекомендовать хозяйству произвести в зимний период снегозадержание с доведением снежного покрова до такой высоты, которая при таянии снега компенсирует дефицит влаги в почве. В данном конкретном примере снежный покров высотой в 30 см при плотности 0,20 даст требуемое увеличение водных ресурсов почвы, если наряду со снегозадержанием будут приняты меры к уменьшению стока талых вод весной. Аналогичных примеров использования знаний о водных ресурсах почвы в целях обоснования агротехнических приемов можно было бы привести очень много. Все они свидетельствуют о широких возможностях, имеющихся у агрометеорологов для активного содействия поднятию урожайности социалистических полей.

#### § 12. Водоудерживающая способность почвы и формы движения воды в почве

Поступающие на поверхность почвы жидкие осадки или талые воды частично стекают и уносятся в русла рек и в овраги, а в остальной массе просачиваются вглубь и заполняют находящиеся в почве поры.

Теоретически максимальное количество воды, которое может содержаться в почве, соответствует суммарному объему всех пор. Для различных почв количество пор различно и определяется скважностью, или порозностью, почвы, т. е. процентным отношением суммарного объема пор к общему объему почвы.

Для определения величины скважности  $S$  надо знать удельный и объемный вес почвы. Отношение веса твердой фазы почвы к весу воды равного объема называется *удельным весом почвы*  $a$ . Вес 1 см<sup>3</sup> абсолютно сухой почвы в ее естественном сложении называется *объемным весом почвы*  $d$ . Величина удельного веса почвы зависит от содержания в почве минеральных и органических частиц. Удельный вес минеральных почв колеблется около 2,4—2,6. С обогащением почвы органическим веществом ее удельный вес быстро падает. В органических торфяных почвах удельный вес не превышает 1,2. Величина объемного веса почвы меньше удельного веса. Для различных типов почв величина объемного веса варьирует в довольно широких пределах — от 0,5 до 1,8 г/см<sup>3</sup>.

Величина общей скважности почвы определяется по формуле

$$S = \left(1 - \frac{d}{a}\right) \cdot 100,$$

например, если удельный вес почвы равен 2,5, а объемный вес составляет 1,5 г/см<sup>3</sup>, то

$$S = \left(1 - \frac{1,5}{2,5}\right) \cdot 100 = 40\%.$$

Если принять в расчет, что общий объем однометрового слоя почвы с площади в 1 га составляет 10 000 м<sup>3</sup>, то легко понять, что при обычной 40—60%-ной скважности суммарный объем пор в том же слое почвы составит 4000—6000 м<sup>3</sup>. Для заполнения всей суммы пор водой требуется такой же объем воды, т. е. 4000—6000 м<sup>3</sup>.

Однако в естественных условиях полное заполнение всех пор водой встречается только в редких случаях, когда в период снеготаяния имеется налицо подпор грунтовых вод, не позволяющий воде просачиваться вглубь почвы. Во всех прочих случаях известная часть воды проникает сквозь крупные поры в нижележащие горизонты почвы, а остальная часть воды удерживается в тонких порах верхних слоев почвы, создавая здесь определенный режим влажности.

Способность почвы удерживать воду является одним из основных физических свойств почвы. Для объяснения этого свойства предложены две теории: капиллярная и электрохимическая.

Наиболее ранней и разработанной является капиллярная гипотеза. Согласно этой гипотезе, основной причиной способности почвы удерживать воду являются капиллярные силы, возникающие в тонких порах почвы, вследствие кривизны менисков воды, смачивающей почву.

Вода, попадая в почву, соприкасается с ней на поверхности слагающих почву частиц и только здесь — на поверхности раздела — взаимодействует с почвой. Поэтому величину поверхности раздела считают решающей характеристикой почвы в отношении водных свойств.

Установлено, что чем больше почва содержит мельчайших частиц, тем больше величина поверхности раздела (удельная поверхность). Так, удельная поверхность черноземной почвы составляет около 40 м<sup>2</sup>/г, подзолистой — 20—25 м<sup>2</sup>/г, а латеритной — около 70 м<sup>2</sup>/г.

В зависимости от удаленности молекул воды от поверхности частиц меняются физические и химические свойства воды.

В соответствии с таким представлением о взаимодействии почвы с водой выделяются три, отличные по своим свойствам, категории почвенной воды: связанная, капиллярная и гравитационная.

Связанная вода — вода, удерживаемая на поверхности почвенных частиц силами молекулярного сцепления. Чем больше удельная поверхность почвы, тем больше почва содержит связанной воды. Поэтому у песка количество связанной воды составляет от 0,5 до 1% от веса сухой почвы, у суглинков — 10—15%, у глинистых почв — около 20%. Связанная вода обладает большой плотностью (1,4—1,7) и удерживается частицами почвы с большой силой, достигающей 50 атм и больше. Она является практически совершенно неподвижной. При 0° эта вода не замерзает, а точка замерзания ее лежит около —1°.

Капиллярная вода — вода, удерживающаяся в почве силами поверхностного натяжения (менисковые силы). При небольшом увлажнении почвы в стыках почвенных частиц образуются водяные кольца (клинья), между которыми еще нет общего контакта. В таком состоянии вода носит название воды «единичного клина» и в жидком виде, как и связанная вода, передвигаться не может. В почве при последующем увеличении содержания влаги происходит соединение отдельных клиньев, и частицы почвы постепенно покрываются толстой пленкой воды, но капиллярные просветы еще свободны. Это — вода «открытых капилляров», подвижность ее еще весьма мала и исчисляется сантиметрами в неделю. Дальнейшее увеличение содержания воды в почве приводит к тому, что целые системы капиллярных пор оказываются целиком заполненными водой, благодаря чему капиллярное давление легко передается по воде. Вода в этом состоянии носит название воды «закрытых капилляров». Все тонкие поры почвы заполнены водой, и воздух может перемещаться только по остающимся незаполненным широким порам. Силы, удерживающие воду в закрытых капиллярах, не превышают 0,3—0,5 атм. Вода закрытых капилляров замерзает при температуре ниже  $-0,1^{\circ}$  и является легко подвижной.

Гравитационная вода — вода, передвигающаяся под действием силы тяжести по некапиллярным порам насыщенных почв. Она может быть обнаружена лишь в отдельные короткие промежутки времени, необходимые для ее прохождения через почвенную толщу. Гравитационная вода замерзает при  $0^{\circ}$  и ниже и ее физические свойства аналогичны свойствам свободной воды.

При заполнении всех пор водой водоудерживающая сила почвы равна нулю. Это состояние называется состоянием обводнения.

В неразрывной связи с вопросами о свойствах воды стоит вопрос о формах и законах движения воды в почве.

Передвижение влаги в почве происходит в жидком виде и в виде пара. Передвижение влаги в почве в жидком виде возможно лишь там, где эта влага составляет непрерывное целое и удерживается силами, меньшими сил сцепления ее с твердой поверхностью частиц почвы. В условиях ненасыщенных почв, когда в более крупных порах остается воздух, в движении участвует вода открытых и закрытых капилляров.

Высота капиллярного поднятия воды в почве в первом приближении определяется известным из курса физики уравнением

$$H = \frac{2A}{gr\rho}$$

где  $H$  — высота капиллярного поднятия воды в сантиметрах,  $A$  — сила поверхностного натяжения жидкости (для воды она равна 72,5 дн на 1 см),  $g$  — ускорение силы тяжести, равное

981 м/сек,  $r$  — радиус пор в сантиметрах,  $\rho$  — плотность жидкости (для воды  $\rho = 1$ ).

Физический смысл этого уравнения заключается в том, что в более мелких порах вода поднимается на большую высоту, а, наоборот, в крупных порах она поднимается невысоко.

Наибольшая высота капиллярного поднятия в глинистых почвах составляет около 400—500 см, суглинистых — 200—300 см и в супесчаных — 100—150 см. По скорости капиллярного поднятия указанные типы почв располагаются в обратном порядке. Так, на высоту 30 см вода в песке поднимается за 8—15 минут, а в иле — за 2,5—3 часа.

Направление движения по капиллярам может быть любым, причем вода движется от более влажных мест к более сухим.

В силу указанного пересыхание верхнего слоя почвы при отсутствии осадков вызывает подачу влаги из нижних горизонтов почвы.

Движение воды в насыщенных почвах происходит под действием силы тяжести. Оно совершается только по направлению вниз, причем скорость передвижения определяется размером и формой пор.

В парообразном виде вода передвигается из мест с большей упругостью в места с меньшей упругостью пара, от более теплых слоев почвы к более холодным. На скорость движения водяного пара оказывают влияние размеры пор и их прерывистость.

### § 13. Агрогидрологические свойства почвы

При определении характера влагообеспеченности сельскохозяйственных растений часто встречается необходимость дать соответствующую оценку условиям увлажнения почвы. Такая оценка возможна лишь при наличии данных по агрогидрологическим свойствам (константам) почвы.

Под агрогидрологическими свойствами (константами) почвы обычно понимают те градации в степени ее увлажнения, которые позволяют судить о состоянии воды в почве и доступности ее для растений.

Нередко в это же понятие «агрогидрологические свойства почвы» включаются (хотя и не совсем правильно) некоторые характеристики физических свойств самой почвы, необходимые для расчетов по определению запасов влаги в почвенных слоях различной мощности.

Из общего количества воды, содержащейся в почве, доступной для использования растением является только та часть, которая удерживается почвой силами, меньшими чем сосущая сила корней. Из доступной части наилучше используется растением вода, обладающая большей степенью подвижности. Но так как вододерживающая способность почвы увеличивается по мере уменьшения ее влажности, то и условия поступления воды в корни



растений ухудшаются по мере иссушения почвы. До некоторого предела это ухудшение условий поступления воды в корни растений сказывается лишь на уменьшении воды в тканях растений, в подавлении процессов фотосинтеза и замедлении темпов накопления растительной массы. При более длительном и более глубоком иссушении почвы наступает, наконец, такой момент, когда рост растений вовсе прекращается, растение теряет тургор и увядает.

Влажность почвы, при которой наступает водный дефицит в тканях растений, не восстанавливаемый даже в условиях минимальной транспирации ночью, называется влажностью увядания, или коэффициентом увядания. При влажности почвы, соответствующей коэффициенту увядания, растение еще живет, хотя ростовые процессы подавлены.

Вся влага сверх коэффициента увядания, используемая растением в процессе фотосинтеза, называется продуктивной влагой.

Вопрос о наличии в почве запасов продуктивной влаги представляет в сельском хозяйстве большой интерес, поскольку в процессе формирования урожая используется только продуктивная влага.

Вычисление запасов продуктивной влаги производится на основе данных по влажности почвы, объемному весу почвы и коэффициенту увядания по следующей формуле:

$$W_{\text{пр}} = 0,1d(V - k)h,$$

где  $W_{\text{пр}}$  — запасы продуктивной влаги в миллиметрах водного столба,  $d$  — объемный вес почвы в  $г/см^3$ ,  $h$  — мощность слоя почвы в сантиметрах,  $V$  — влажность почвы в процентах от сухой навески почвы,  $k$  — коэффициент увядания в процентах от сухой навески.

Входящие в эту формулу величины объемного веса почвы и коэффициента увядания являются постоянными для данной конкретной почвы и не изменяются при изменении влажности почвы.

Пример. Станция Отрада, 3/V, 1947.

Дано:

|                            |                          |     |     |     |     |
|----------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Глубина почвы (в см)       | 10                       | 20  | 30  | 40  | 50  |
| Влажность почвы (в %)      | 30                       | 30  | 27  | 27  | 29  |
| Объемный вес (в $г/см^3$ ) | 0,8                      | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 |
| Коэффициент увядания (в %) | 14,8 14,1 14,1 14,1 12,7 |     |     |     |     |

Требуется определить запасы продуктивной влаги в полуметровом слое почвы:

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| Для слоя 0—10 см | $W_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 0,8 \cdot 10 (30 - 14,8) = 12$   | мм |
| " " 10—20 "      | $W_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 10 (30 - 14,1) = 17,5$ | "  |
| " " 20—40 "      | $W_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 20 (27 - 14,1) = 28,4$ | "  |
| " " 40—50 "      | $W_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 10 (29 - 12,7) = 17,9$ | "  |

Для всего слоя 0—50 см  $W_{\text{пр}} = 75,8$  мм

При иссушении почвы ниже коэффициента увядания обезвоживание надземных органов растения может достигнуть таких размеров, когда произойдет необратимое нарушение структуры плазмы и растение погибнет. Практически такой момент наступает, когда почва иссушается до *максимальной гигроскопичности*, т. е. до той степени влажности, которую сухая почва приобретает над 10% серной кислоты при температуре 20°.

Запасы влаги в почве ниже максимальной гигроскопичности являются абсолютно недоступными для растений и поэтому называются *мертвым запасом*.

Исследованием установлено, что величина коэффициента увядания примерно в 1,34 раза больше мертвого запаса (множитель колеблется для разных почв в пределах от 1,2 до 2,0).

Наличие в почве воды сверх коэффициента увядания обеспечивает рост растений, однако интенсивность последнего, при прочих равных условиях, зависит от величины запасов продуктивной влаги.

Вначале, при низких запасах продуктивной влаги в почве, подвижность воды весьма невелика, а отсюда и поступление ее в корни растения происходит с затруднениями, фотосинтетическая деятельность протекает вяло, растение испытывает водное голодание.

С последующим увеличением запасов продуктивной влаги, вода становится более подвижной и легко доступной для растения. Рост всех органов, при прочих благоприятных условиях, активизируется, процессы формирования урожая протекают вполне нормально.

После того как увлажнение почв достигло оптимальной величины, дальнейшее заполнение пор водой вновь создает неблагоприятные условия для роста растений. Объясняется это тем, что дополнительные порции воды все больше вытесняют из почвы находящийся там воздух, аэрация почвы ухудшается, рост и жизнеспособность корней угнетается и возникает то положение, которое в практике сельского хозяйства называется избыточным увлажнением почвы, или переувлажнением. Естественно, что доведение почвы до такого состояния является столь же нежелательным, как и иссушение почвы до состояния, близкого к коэффициенту увядания. В связи с этим возникает потребность знать не только нижние пределы хорошо усвояемой растением влаги, но и верхние.

Для указанной цели прежде всего необходимо иметь представление о влагоемкости почвы, т. е. о предельном количестве воды, которое почва способна удержать. Различают следующие виды влагоемкости: полную влагоемкость, капиллярную влагоемкость и наименьшую полевую влагоемкость.

Полная влагоемкость (или влаговместимость) — это то максимальное количество воды, которое может содержаться в почве, когда водное зеркало лежит на одном уровне с поверх-

ностью почвы. При увлажнении почвы, соответствующем полной влагоемкости, весь воздух, находящийся в порах почвы (за исключением небольшой его части, так называемого «защемленного воздуха»), замещен водой. Поэтому в объемных единицах полная влагоемкость равна общей скважности, а в процентах от абсолютно сухой почвы, деленной на объемный вес почвы.

✓ Капиллярная влагоемкость соответствует тому количеству воды, которое почва может удерживать над свободной водной поверхностью за счет капиллярного поднятия.

Наименьшая (предельная) полевая влагоемкость соответствует тому количеству воды, которое почва может удерживать, когда зеркало свободной воды лежит глубоко и залегающий над ним слой капиллярного насыщения не достигает корнеобитаемого слоя почвы.

Способы лабораторного и полевого определения агрогидрологических свойств почвы даются в следующем параграфе.

Общее представление о соотношении всех форм воды в почве при различных степенях увлажнения можно получить по представленной на рис. 14 схеме. С левой стороны схемы показаны пределы увлажнения, соответствующие тем или иным агрогидрологическим константам. Справа показано, какая часть воды является для растений продуктивной, а какая недоступной, а также степень усвояемости растением влаги при различном увлажнении почвы.

Каждый тип почвы характеризуется своими агрогидрологическими свойствами.

Песчаные почвы, в силу содержания в их механическом составе большого количества крупных частиц, обладают малым количеством связанной воды, коэффициент увядания таких почв низок и не превышает 2—3%. Запасы продуктивной влаги при наименьшей полевой влагоемкости составляют 100—150 мм.

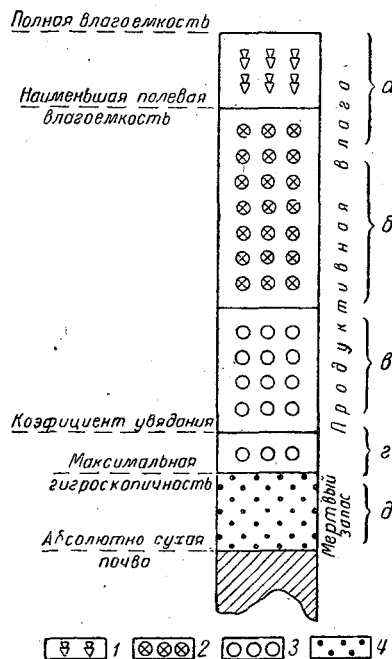


Рис. 14. Схема различных видов влаги в почве в зависимости от различной степени увлажнения (видоизмененно по Долгову).

1 — гравитационная вода, 2 — капиллярная вода легкоподвижная, 3 — капиллярная вода слабоподвижная, 4 — связанная вода, а — растение страдает от избытка влаги, б — оптимальное увлажнение, в — растение испытывает недостаток влаги, г — из-за недостатка влаги растение прекращает рост, д — растение гибнет.

Подзолистые супеси и легкие суглинки обладают значительным объемным весом (до  $1,5-1,8 \text{ г/м}^3$ ) и малой скважностью: Коэффициент увядания их колеблется в пределах 5—12%. Запасы продуктивной влаги при наименьшей полевой влагоемкости составляют 150—200 мм.

Черноземные почвы обладают малым объемным весом ( $0,8-1,3 \text{ г/м}^3$ ), большой скважностью и большим коэффициентом увядания (11—18%). Запасы продуктивной влаги при наименьшей полевой влагоемкости составляют 150—200 мм.

#### § 14. Методы определения агрогидрологических свойств (констант) почвы

Для учета запасов продуктивной влаги, а также в целях правильной сельскохозяйственной оценки различной степени увлажнения почвы необходимо знать агрогидрологические свойства почвы в пунктах и полях севооборота, где ведутся наблюдения над влажностью почвы буровым способом.

Определение агрогидрологических свойств производится квалифицированными специалистами непосредственно в поле и в хорошо оборудованных лабораториях.

Перед выездом в поле проверяется наличие необходимого оборудования, его исправность и комплектность, тарируются сушильные стаканчики, а также бур для взятия образцов почвы в естественном сложении (его объем и вес). В состав оборудования входят: бур, рулетка, лопаты, нож, мешочки, деревянные бирки и пр.

После установления в полевых условиях места определения констант приступают к закладке шурфа. Размер шурфа составляет около 120 см в длину и 80 см в ширину. Вскрытие шурфа производится последовательно, по мере перехода от одной глубины к другой (через 10 см). Образцы почвы берутся в естественном сложении, с ненарушенной структурой, для чего употребляются буры соответствующих систем (бур Васильева, Качинского и др.):

Различают две группы буров: 1) буры, обеспечивающие возможность капиллярного насыщения почвы (бур системы Васильева, Качинского и др.) и 2) буры, позволяющие определить объемный вес почвы, но не обеспечивающие возможности капиллярного насыщения. Буры первой группы изготавливаются из более совершенных материалов и состоят из бурового стакана с режущей частью и головкой, штанги с ручками для выемки бура из почвы и нумерованных вкладных цилиндров. Буры второй группы (бур Нижне-Волгопроекта, Шохина, Лебедева и др.) изготавливаются из менее совершенных материалов, просты в обращении и дешевы. Они представляют собой цилиндр с заостренным режущим нижним краем; в некоторых случаях с головкой для упора или нажима для погружения в почву.

Первые пробы берутся с самого верхнего слоя почвы, причем бур, в зависимости от его конструкции, погружается в почву при помощи вдавливания или удара на глубину 10 или 5 см, в соответствии с высотой бура.

После выемки образца почвы из нетронутой стенки скважины берется проба на влажность в алюминиевый стаканчик. Взвешивание стаканчиков с пробами почвы производится в лаборатории.

Образец почвы с ненарушенным строением взвешивается в поле, непосредственно после его взятия, на чашечных весах с точностью до 1 г.

После взвешивания и записи образец почвы высыпается на бумагу и кладется в мешочек для того, чтобы в лаборатории определить коэффициент увядания и другие агрогидрологические свойства.

В случаях работы с бурами, имеющими вкладные цилиндры, взвешивание последних с образцами ненарушенной почвы производится в лаборатории. Но так как цилиндры с монолитом почвы в последующем используются для капиллярного насыщения, то при работе с бурами этой системы насыпные пробы почвы в мешочки берутся из края выемки, образовавшейся после удаления бура. Для взятия образцов почвы со следующей глубины верхний слой почвы шурфа снимается на глубину, соответствующую высоте взятых из него образцов. Из каждой глубины пробы берутся в нескольких повторностях (от двух до шести, в зависимости от емкости бура).

После выемки образцов со всей заданной глубины стенка шурфа освежается лопатой путем среза тонкого слоя почвы, и производится морфологическое описание почвенного разреза. В описание включаются следующие сведения: строение почвы, ее цвет, структура, механический состав, наличие включений и степень вскипания.

При морфологической характеристике строения почвы отмечаются следующие генетические горизонты:

горизонт А — горизонт вымывания, элювиальный, с подразделением на подгоризонты А<sub>1</sub> — гумусовый и А<sub>2</sub> — подзолистый;

горизонт В — горизонт вмывания, илювиальный, с подразделением на подгоризонты В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>;

горизонт С — мало измененная материнская порода.

При описании структуры почвы различают следующие виды: пылеватая — с почвенными отдельностями меньше 0,5 мм, комковатая — с неясно очерченными гранями от 0,5 до 1,0 мм, зернистая — от 1 до 3,0 мм; ореховатая — с резко очерченными гранями — от 5 до 15 мм и др.

Механический состав почвы в поле определяется по визуальным признакам, пользуясь так называемым «сухим методом». Сущность его заключается в том, что из каждого генетического горизонта берется почва, растирается на ладони или между

пальцами и по ощущению относится, согласно нижеприведенной шкале, к тому или иному механическому составу.

1. Глинистая почва при растирании дает ощущение тонкого однородного порошка. Во влажном состоянии эта почва очень вязка, пластична, при скатывании дает длинный шнур. В сухом состоянии очень тверда.

2. Суглинистая почва при растирании дает не совсем однородный порошок. Во влажном состоянии пластична, при скатывании дает шнур небольшой длины.

3. Песчано-суглинистая почва во влажном состоянии отличается слабой пластичностью, при скатывании шнур получается очень непрочным.

4. Супесчаная почва при растирании дает ощущение песчаных частиц. Во влажном состоянии шнура скатать не удастся.

5. Песчаная почва состоит исключительно из песчаных зерен, сыпучая.

6. Хрящеватая, или щебенчатая почва, наряду с глинистыми и песчаными частицами содержит в изобилии обломки горных пород (величиной не более 3 мм).

Морфологическим описанием почвы работы в поле заканчиваются, и все дальнейшие операции производятся в лабораторном помещении.

Для определения объемного веса надо знать объем образца и его вес в абсолютно сухом состоянии. Объем образца соответствует объему бура. Объем бура определяется умножением величины сечения бура ( $\pi r^2$ ) на его высоту. Для установления веса абсолютно сухой почвы сперва определяется вес сырой почвы с ненарушенной структурой, путем вычитания из общего веса бура или цилиндра с почвой веса пустой тары. Затем, зная влажность почвы в процентах (после сушки специальной пробы, взятой в поле из скважины при бурении), вычисляют вес воды в образце почвы. Разность веса сырого образца почвы и количества содержащейся в нем воды дает вес абсолютно сухой почвы. Частное от деления веса сухого образца почвы на его объем дает величину объемного веса почвы в граммах на 1 см<sup>3</sup>.

Коэффициент увядания определяется вегетационно-лабораторным методом (методом миниатюр). Сущность его заключается в следующем. Часть почвы из образцов, взятых в поле, закладывается в небольшие сосуды. Наиболее удобными для этих опытов являются стаканчики около 10 см высотой и 3 см диаметром. Для каждого образца берется 4 сосуда. В сосуд с почвой вливается определенное количество воды с растворенной в ней питательной смесью. Вода и питательная смесь даются в количестве, обеспечивающем потребность растений. На стандартный сосуд емкостью в 70 см<sup>3</sup> приливается около 20 см<sup>3</sup> воды. В наполненные таким образом сосуды производится посадка семян (лучше овса), по одному зерну в каждый сосуд. После по-

садки ведутся ежедневные наблюдения над состоянием посевов. При появлении ростка на поверхность почвы накладывается вырезанный по диаметру сосуда кружок воценой бумаги с отверстием, через которое пропускается росток. Стык кружка бумаги со стенками сосуда заливается расплавленным парафином, после чего на кружок насыпается крупный песок, чтобы предохранить почву от испарения. В тот момент, когда в одно из утренних наблюдений будет обнаружено, что в сосуде растение потеряло тургор, сосуд осторожно вскрывают, из него удаляют насыпанный поверх бумаги песок и снимают верхний 2-сантиметровый слой почвы. Из остающейся в сосуде части почвы берется проба на влажность. Полученный процент влажности (к абсолютно сухой почве) и будет коэффициентом увядания.

В тех случаях, когда нет возможности определить коэффициент увядания лабораторным методом, прибегают к косвенному его вычислению через максимальную гигроскопичность.

Как показали исследования, вид растения-индикатора практически не влияет на величину коэффициента увядания; поэтому можно брать не только овес, но и другие культуры (пшеницу, ячмень и пр.).

Удельный вес почвы определяется пикнометрическим способом; при этом считают, что удельный вес почвы равен отношению веса абсолютно сухой почвы к весу вытесненной почвой воды. Для этой цели используют круглые мерные колбы, желательно емкостью 250 см<sup>3</sup>. Колба должна быть предварительно протарирована по весу и объему. Определение ведется в двукратной повторности. Параллельно с закладкой почвы в колбу, отдельно берется проба почвы на влажность. Колба с насыпанной в нее почвой взвешивается с точностью до 0,1 г. Затем наливается дистиллированная вода так, чтобы она покрыла почву на 2—3 см. Для удаления из почвы воздуха колба кипятится в течение 30 минут на песочной бане. После кипячения колба с почвой оставляется на 10—12 часов для охлаждения. Затем она доливаеся водой до метки. Долитая водой колба взвешивается с той же точностью, как и при тарировке (до 0,1 г). Полученные в результате опыта данные по весу пустой колбы, весу колбы с почвой, весу воды в колбе, весу колбы с почвой и водой и количеству воды в навеске позволяют вычислить удельный вес почвы.

Капиллярная влагоемкость определяется путем насыщения водой образцов почвы с ненарушенным строением. После того как образцы почвы в цилиндрах были взвешены, их ставят в воду для насыщения. Уровень воды в сосуде поддерживается на высоте 1—2 см. Насыщение водой производится до постоянного веса. Первое взвешивание производится примерно через 12 часов, второе — через 6 часов после первого взвешивания. Перед каждым взвешиванием вынутые из воды цилиндры

ставятся для стекания, после чего обтираются сухим полотенцем. Насыщенный почвенный образец считается в том случае, если расхождение между последующими взвешиваниями не превышает 2—3 г.

Наименьшая (предельная) полевая влагоемкость определяется методом залива площадок в поле. Размер площадок должен быть около 4 м<sup>2</sup>. Площадки закладываются на ровном месте, по краям их насыпаются плотные земляные валики, предохраняющие воду от растекания. Перед заливом на расстоянии 1—1,5 м от площадки, с двух ее сторон, берутся пробы для определения влажности почвы. Площадки после залива необходимым количеством воды, для предохранения от испарения, закрываются полуметровым слоем изоляции (соломой, сеном и т. п.); поверх изоляции кладется брезент. На легких песчаных и супесчаных почвах первое взятие проб на влажность производится через 3—4 суток после залива площадок, а на тяжелых — через 6—8 суток. Бурение производится в центре площадки, в четырехкратной повторности. Пробы берутся через каждые 10 см на глубину 2 м. Через сутки после первого определения производится второе. Наименьшая полевая влажность выражается в процентах от веса сухой почвы. Результаты последнего определения влажности принимаются за полевую влагоемкость данной почвы.

#### § 15. Элементы водного баланса в почве

Содержание влаги в почве подвержено непрерывному изменению. Это изменение для некоторого объема почвы зависит от соотношения количества поступившей в него и убывшей из него воды.

В общем виде баланс влаги в почве за некоторый промежуток времени может быть выражен формулой

$$W_n + A - B = W_k,$$

где  $W_n$  — остаточная влага в почве на начало периода,  $A$  — приходная часть баланса,  $B$  — расходная часть баланса,  $W_k$  — остаточная влага на конец периода.

Пример. Станция Омск, 1947 г., озимая рожь.

|   | 2-я декада мая | 3-я декада мая | 1-я декада июня | 2-я декада июня |
|---|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Начальные запасы влаги в метровом слое почвы (в мм) . . . . . | 111            | 116            | 86              | 55              |
| Поступление воды в почву (в мм) . . . . .                     | 14             | 7              | 18              | 3               |
| Расход воды из почвы (в мм) . . . . .                         | 9              | 37             | 49              | 21              |
| Остаточная влага на конец периода (в мм) . . . . .            | 116            | 86             | 55              | 37              |



В состав приходной части водного баланса почвы входит: осадки, с учетом стока  $[R(1-\sigma)]$ , влага  $l$ , поступившая из нижних слоев почвы, и влага  $e$  от конденсации пара.

В состав расходной части водного баланса почвы входит испарение непосредственно с почвы  $Q$ , транспирация растений  $T$  и инфильтрация  $i$ , т. е. просачивание влаги в нижележащие слои почвы.

Таким образом, баланс влаги в почве в развернутом виде может быть выражен следующим уравнением:

$$W_n + [R(1-\sigma) + l + e] - (Q + T + i) = W_k.$$

Прописными буквами обозначены элементы водного баланса, наиболее часто учитываемые в практических расчетах. Все входящие в уравнение величины выражаются либо в миллиметрах водного столба, либо в кубометрах (или тоннах) на 1 га.

Знание, в каких соотношениях входят в уравнение определенные элементы баланса, имеет большое практическое значение, так как позволяет решить вопрос об агрономических и мелиоративных мероприятиях, необходимых для изменения условий увлажнения почвы в благоприятную для земледелия сторону.

Основным источником поступления влаги в почву являются осадки.

Количество осадков, приходящееся на единицу поверхности почвы, всегда несколько меньше учтенного по дождемеру. Поступившая на поверхность почвы вода, одновременно с просачиванием вглубь, частично перераспределяется на поверхности соответственно закону тяжести: вода, не успевшая просочиться за время пути, уносится к руслам рек и оврагов. Это явление имеет место повсюду, но интенсивность и размеры его весьма различны. Они определяются не только количеством выпавших осадков, но в сильной степени и особенностями местоположения, структурой почвы, состоянием ее поверхности, величиной уклона и т. д.

Значительная величина стока характерна для бесструктурных почв, на что в свое время обратил внимание В. Р. Вильямс.

Несмотря на большую практическую значимость вопроса о стоке, он остается до настоящего времени слабо изученным. Правда, имеется большое число работ по стоку, проведенных гидрологами, но полученные ими данные лишь в малой степени могут быть использованы в сельском хозяйстве; они применимы главным образом для всевозможных гидрологических расчетов.

Первая и более или менее обстоятельная работа по изучению поверхностного стока для целей сельского хозяйства была проведена С. И. Небольсиным в Московской областной сельскохозяйственной станции. Для измерения стока были выделены два небольших участка, размером 2300 м<sup>2</sup> каждый; оба участка были отделены от остальной части поля земляным валиком и канав-

кой. Собранная с каждого участка через желоб вода поступала в отдельный водомерный колодец. В нижней части колодца имелось отверстие для отвода воды в пруд. Стекающая в колодец вода струей падала на специально сконструированный челнок. При накоплении воды до определенного веса челнок опрокидывался, подставляя под идущий поток воды вторую воронку. Качание челнока посредством рычажной системы передавалось находящемуся в колодце счетчику и одновременно с этим самописцу (посредством электрического тока). Показания счетчика и отметки самописца позволяли вычислить величину стекающей с пашни воды в пересчете на единицу времени.

Для сопоставления с количеством выпадающих осадков величина стока выражается либо в абсолютных единицах — миллиметрах водного столба, либо в кубометрах (или тоннах) на 1 га, либо в относительных единицах — в виде отношения величины стока к выпавшему за это же время количеству осадков. Это отношение называется коэффициентом стока и выражается формулой

$$\sigma = \frac{q}{p},$$

где  $\sigma$  — коэффициент стока,  $q$  — величина стока в миллиметрах,  $p$  — количество осадков в миллиметрах.

Как указывалось выше, проявление поверхностного стока наиболее резко выражено весной в период снеготаяния.

Степень использования талых вод зависит от ряда факторов. Одни из них могут быть приняты за постоянные для данного участка, другие — за переменные, меняющиеся из года в год. К постоянным факторам, влияющим на сток талых вод, относятся физические свойства почвы и уклон местности; к переменным — сопровождающие снеготаяние метеорологические условия, влажность почвы, глубина промерзания почвы, характер обработки пашни, наличие растительности и некоторые другие.

Влияние на сток физических свойств почвы определяется водопроницаемостью и влагоемкостью почвы. С их увеличением сток уменьшается. Большое влияние на сток оказывает уклон площади. Зависимость величины стока от насыщенности почвы водой выражена в меньшей степени, но, в общем, установлено, что при большом увлажнении почвы с осени величина стока талых вод увеличивается. При увеличении глубины промерзания почвы, а также при наличии ледяной корки, интенсивность стока повышается. Для иллюстрации этого положения приводим данные из упомянутой работы С. И. Небольсина. В 1925 г. на поверхности почвы имелся толстый слой ледяной корки и почва к началу снеготаяния была замерзшей, а в 1930 г. почва при снеготаянии была талой. Коэффициент стока в первом случае был равен 0,95, а во втором — 0,01. Как правило, большая мощность снежного покрова увеличивает коэффициент стока, однако в усло-

виях центральной части Европейской территории СССР такая зависимость не всегда обнаруживается. Объяснение этого нужно видеть в том, что вследствие большой высоты снежного покрова в этом районе часто наблюдается уменьшение глубины промерзания почвы, действующее на сток в обратном направлении и затушевывающее влияние мощности снежного покрова.

Влияние на сток талых вод условий погоды весеннего периода весьма велико. Метеорологические условия определяют продолжительность (быстроту) снеготаяния, что в свою очередь отражается на интенсивности процесса стока. Наибольшее влияние на сток оказывает температура. С повышением температуры коэффициент стока увеличивается. Резкое повышение стока регистрируется также при выпадении дождей.

О большом влиянии агротехники и повышения культуры земледелия на уменьшение стока частично уже излагалось выше. Отметим, что с улучшением структуры почвы резко повышается водопроницаемость почвы, а вместе с тем увеличивается количество используемых почвой осадков и уменьшается коэффициент стока. Сток воды в летнее время года по своей абсолютной величине значительно меньше весеннего.

В опытах С. И. Небольсина абсолютная величина стока за период апрель—ноябрь имела следующие значения:

| Годы | Сток<br>(в мм) | Годы | Сток<br>(в мм) |
|------|----------------|------|----------------|
| 1922 | 9,4            | 1927 | 23,5           |
| 1923 | 12,3           | 1928 | 0,2            |
| 1924 | 6,3            | 1929 | 1,3            |
| 1925 | 0,1            | 1930 | 0,0            |
| 1926 | 10,0           |      |                |

Дожди малой интенсивности дают ничтожно малый сток. Если почва не сильно увлажнена, то при суточном количестве осадков 5 мм и меньше абсолютная величина стока составляет доли миллиметра. При длительных и непрерывно идущих дождях величина стока по мере повышения влажности почвы увеличивается. Сильные дожди и ливни резко повышают величину стока. Так, выпавший под Москвой 16/VII 1922 г. дождь, давший за 2,5 часа около 54 мм, обусловил сток в 12 мм ( $\sigma = 0,23$ ).

Дополнительным источником поступления влаги в почву является капиллярное поднятие и конденсация. Пополнение водных запасов почвы через капиллярное поднятие имеет существенное значение лишь в местах с близким стоянием грунтовых вод (особенно в зимний период) и в районах достаточного увлажнения.

Обогащение почвы влагой за счет конденсации водяного пара из прилегающего воздуха практически ощутимо только в усло-

виях резко континентального климата при высокой воздухопроницаемости почв, главным образом на щебенчатых и крупнопесчаных почвах пустыни. Несколько большее значение имеет процесс обогащения почвы влагой за счет конденсации пара, передвигающегося из подстилающих почву слоев грунта. Такое обогащение возможно повсеместно, но лишь в холодную часть года.

Основными элементами расходной части водного баланса являются испарение с почвы и транспирация. Меньшее значение имеет третий элемент расходной части водного баланса — инфильтрация. Под этим термином разумеют просачивание воды из верхнего слоя почвы в нижележащие горизонты. Такой отток влаги происходит преимущественно только при условии наличия в почве гравитационной воды, которое наблюдается лишь тогда, когда количество выпадающих осадков (или талых весенних вод) превышает величину недосыщенности почвы. Нередко инфильтрация наблюдается в периоды весеннего опускания горизонта грунтовых вод, благодаря чему избыток влаги сбрасывается, т. е. проникает в более глубокие слои.

Об испарении и транспирации будет изложено в следующих параграфах.

### § 16. Испарение с почвы

Основным элементом расходной части водного баланса почвы является испарение. Вода, поднятая по капиллярам к поверхности почвы, переходит из жидкого в парообразное состояние. Перемещение парообразной воды в прилегающий к почве слой воздуха происходит диффузно и за счет турбулентного обмена. Скорость этого процесса зависит как от условий в атмосфере, так и от состояния самой почвы. Существенное значение имеет вертикальное распределение удельной влажности воздуха. Под удельной влажностью разумеют количество водяного пара, выраженное в граммах на 1 г влажного воздуха.

Чем больше различие в содержании водяного пара в слоях по вертикали (т. е. чем больше вертикальный градиент удельной влажности), тем больше величина переноса пара с одного уровня на другой. Вся же сумма переноса зависит, кроме того, от количества граммов воздуха, проходящих через 1 см<sup>2</sup> в единицу времени, т. е. от коэффициента турбулентного обмена.

Эта зависимость испарения с поверхности почвы может быть приближенно выражена формулой

$$e = A \frac{f_2 - f_1}{z_2 - z_1},$$

где  $e$  — испарение в г/см<sup>2</sup> сек,  $\frac{f_2 - f_1}{z_2 - z_1}$  — вертикальный градиент удельной влажности,  $A$  — коэффициент турбулентного обмена,

выраженный в  $g/cm^2 \text{ сек}$  (количество воздуха в граммах, проходящего через  $1 \text{ см}^2$  в 1 секунду).

Приведенная формула отражает зависимость процесса испарения лишь от внешних факторов. Но это не означает, что на испарение не влияют свойства самой почвы. Совершенно очевидно, что сильная насыщенность почвы влагой, ее структура и другие свойства определяют собой подток влаги из глубины почвы к ее поверхности, а следовательно, и количество испаряемой поверхностью почвы воды.

При насыщении почвы влагой до полной влагоемкости, а также при беспрепятственном непрерывном капиллярном поднятии воды до дневной поверхности свойства самой почвы не оказывают влияния на скорость испарения, и последняя в этом случае целиком зависит от влияния внешних факторов.

При всех прочих степенях увлажнения почвы процесс испарения осложняется физическим ее состоянием (механическим составом, структурой, цветом, степенью подвижности влаги и пр.).

Впервые на эту сторону вопроса обратил внимание русский почвовед П. С. Коссович. Он установил, что процесс испарения с почвы проходит три стадии. В первую стадию (при насыщении почвы водой до полной влагоемкости) скорость испарения в течение некоторого времени сохраняется приблизительно постоянной, а испарение по своей величине соответствует испарению с водной поверхности. При снижении увлажнения наступает момент, когда скорость испарения начинает быстро убывать (вторая стадия). При высыхании почвы примерно до максимальной гигроскопичности возникает третья стадия, характеризующаяся весьма медленным убыванием скорости испарения и весьма малой абсолютной его величиной.

Наряду со степенью увлажненности большое влияние на испарение оказывает состояние поверхности почвы. При глыбистой вспашке потеря воды почвой бывает особенно велика, так как испарение идет со всех поверхностей глыбы. Разрыхление поверхностного слоя почвы предохраняет от излишних потерь воды. Это имеет особо большое значение весной, когда каждый час, упущенный для боронования зяби, влечет за собой значительные потери будущего урожая. Так называемый прием «закрытие влаги» весной на вспаханных с осени полях стал законом агротехники.

Часто возникающая необходимость иметь количественное выражение, характеризующее испарение за тот или иной промежуток времени, разрешается на практике следующими способами:

- 1) расчетом по приближенным формулам связи испарения с внешними факторами;
- 2) расчетом по изменению запасов влаги в почве;
- 3) непосредственными наблюдениями над испарением по специальным приборам.

Прямые выражения связи испарения с внешними факторами были даны выше. Однако, благодаря сложности наблюдения за входящими в формулу элементами (градиентом удельной влажности и коэффициентом турбулентного обмена), эта формула имеет чисто теоретическое значение и в практике почти не применяется. При выведении эмпирических формул исходят обычно из факта большой сопряженности испарения с температурой, влажностью воздуха и силой ветра. При прочих равных условиях испарение оказывается тем больше, чем выше температура и ниже влажность воздуха и чем сильнее ветер. Все предложенные формулы связи испарения с указанными тремя факторами дают лишь сравнительную оценку испаряемости, а не фактическое испарение.

Одной из наиболее распространенных в настоящее время формул такого рода является формула, характеризующая испаряемость посредством дефицита влажности воздуха:

$$Q = c(E - e),$$

где  $Q$  — условное испарение (испаряемость) в миллиметрах,  $E - e$  — дефицит влажности воздуха;  $c$  — коэффициент, отражающий местные географические условия (величина которого колеблется в пределах 0,3—0,8).

Близкая к этой формуле является формула Костякова

$$Q = at \left(1 - \frac{R}{100}\right),$$

где  $Q$  — условное испарение,  $t$  — температура воздуха;  $R$  — относительная влажность воздуха;  $a$  — коэффициент, равный от 0,6 до 1,1 — в зависимости от силы ветра.

Еще более упрощенная формула испаряемости предложена Г. Т. Селяниновым:

$$Q = \frac{\Sigma t}{10},$$

где  $Q$  — условное испарение;  $\Sigma t$  — сумма положительных температур воздуха выше  $10^\circ$ .

Более точное представление о фактическом испарении дает расчет испарившейся влаги за определенный промежуток времени по изменению запасов влаги в почве.

Игнорируя более мелкими элементами баланса влаги в почве, имеем

$$Q = W_n + P - W_k,$$

где  $Q$  — фактическое испарение в миллиметрах за данный отрезок времени,  $W_n$  — запасы влаги на начало периода,  $W_k$  — запасы влаги на конец периода,  $P$  — сумма осадков.

Казалось бы самым надежным способом является непосредственное инструментальное наблюдение за процессом испарения.

К сожалению, до сих пор вполне апробированной методики подобного рода наблюдений еще не найдено.

Лучшим прибором в настоящее время признается испаритель — лизиметр конструкции В. П. Попова, хотя и он не лишен некоторых недостатков. Комплект почвенного испарителя Попова представляет собой две пары сосудов цилиндрической формы из оцинкованного железа, каждая из которых состоит из внешнего и внутреннего сосуда. Внутренние сосуды обеих пар заряжаются монолитом почвы. По своему устройству они совершенно тождественны (высота — 25 см, площадь поперечного сечения — 500 см<sup>2</sup>) и имеют дно из латунного сита с ячейками от 0,25 до 1 мм<sup>2</sup>. Из двух наружных сосудов один имеет ситообразное дно, а другой — глухое.

Сосуд, имеющий дно из латунного сита, зарытый в землю вместе с вставленным в него одним из внутренних сосудов, служит лизиметром. Монолит почвы, находящийся во внутреннем сосуде, через двойное сито капиллярно замыкается с нижележащими слоями почвы. Благодаря этому вода может свободно передвигаться как вниз, так и вверх. При установке в условиях черного пара ежедневным взвешиванием при-

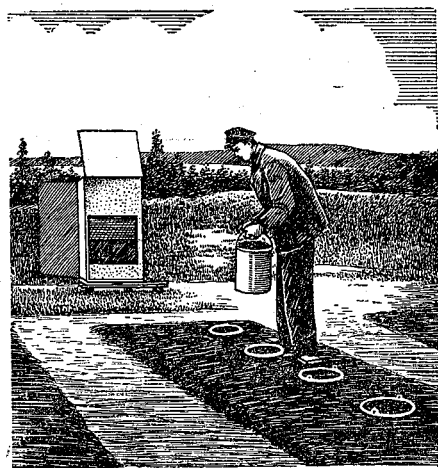


Рис. 15. Испарители Попова.

бора регистрируется суммарная величина испарения с поверхности почвы, просачивания влаги в глубокие слои (или приток ее из глубоких слоев) и осадков. Другой сосуд, имеющий глухое дно, служит эвапорометром. На дно его устанавливается сначала водосборный сосуд, затем внутренний сосуд с монолитом почвы. Благодаря глухому дну сосуда здесь совершенно исключена возможность передвижения влаги как из монолита в нижележащие слои почвы, так и, наоборот, из глубоких слоев почвы к монолиту. Следовательно, в этом случае прибор может учитывать лишь суммарную величину испарения с поверхности почвы и осадков. Учитывая осадки по дождемеру, посредством сосуда эвапорометра, мы получаем данные о количестве воды, испарившейся с поверхности почвы. При каждом взвешивании сосуды с монолитами меняются местами: бывший в эвапорометрическом положении ставится в лизиметрическое и наоборот (рис. 15).

Основной недостаток испарителя Попова заключается в том, что металлическая сетка, имеющаяся в дне наружного и внутрен-

него сосуда, не обеспечивает надлежащего стыка почвенного монолита с нижележащими слоями почвы. Монолит оказывается как бы изолированным от окружающей почвы, в силу чего в условиях избыточного или недостаточного увлажнения показания испарителя носят заметные отклонения от действительности.

Многочисленные наблюдения непосредственно над испарением или косвенно — путем изучения динамики влажности почвы позволяют сделать общий вывод о реальных величинах испарения с открытой поверхности почвы.

При температуре воздуха порядка 1—5° в условиях полной насыщенности почвы влагой суточная величина испарения в среднем составляет не более 0,2—0,4 мм. Сильные сухие ветры могут повысить расход влаги на испарение до 0,5—0,8 мм (в сутки).

При температуре воздуха порядка 6—10° в условиях полной насыщенности почвы влагой суточная величина испарения в среднем составляет около 0,5—0,9 мм. При сильных сухих ветрах суточная величина испарения поднимается до 1—2,5 мм.

При температуре 11—16° в условиях достаточного увлажнения почвы суточное испарение составляет 1—1,5 мм. Значительное снижение влажности воздуха или увеличение дефицита влажности при усилении ветра доводит величину испарения до 2—3 мм в сутки. Наоборот, пересыхание почвы заметно снижает расход влаги через испарение. В среднем можно считать, что снижение влажности почвы на 1% (от абсолютно сухого веса) уменьшает суточное испарение на 0,03—0,05 мм.

При температуре 16—20° в условиях хорошего насыщения почвы влагой суточный расход на испарение поднимается до 1—6 мм.

При очень жаркой, сухой погоде (температура выше 20°) в условиях достаточного увлажнения, например после дождя, суточное испарение может достигать 6—12 мм. Однако такая интенсивность испарения бывает кратковременной, так как в условиях сухой, жаркой погоды поверхность почвы быстро высыхает и интенсивность испарения вновь снижается.

При длительных периодах бездождья и пересыхании почвы на большую глубину величина испарения падает до 0,2—0,1 мм в сутки, т. е. практически отсутствует.

На бесструктурных почвах и при плохой агротехнике величина испарения значительно больше, чем на структурных и хорошо обработанных почвах.

## § 17. Транспирация растений

На поле, занятом культурой, расход влаги из почвы идет не только за счет испарения воды непосредственно с поверхности почвы, но и за счет испарения самими растениями. Испарение



влаги из почвы непосредственно самими растениями называется транспирацией. Количество воды, пропускаемое растением за период вегетации, огромно. Подсолнечник или кукуруза (одно растение) «выпивает» за лето целый боченок воды объемом в 200—250 л. Но из столь большого количества воды только небольшая доля (не более 1—2%) идет непосредственно на построение органического вещества, остальная же часть пропускается через растение, поддерживая его клетки в насыщенном состоянии, и затем через устьица листа в виде пара диффундирует в воздух.

Транспирация представляет, по существу, чисто физический процесс перехода воды в парообразное состояние, однако в значительной мере он осложняется целым рядом анатомических и физиологических особенностей самого растения. К. А. Тимирязев считал транспирацию «необходимым злом», так как в условиях засухи она приводит растение к гибели. Но и без расхода влаги на транспирацию жизнь растения невозможна.

Транспирация обуславливает возникновение в клетках сосущей силы, которая является двигателем водного тока, несущего растворенные минеральные соединения, необходимые для построения органов растения. Водный ток непрерывно восстанавливает тургор клеток, без которого жизнедеятельность плазмы невозможна. Благодаря транспирации растение оказывается также защищенным от сильного перегрева: завядшие листья нагреваются на солнце на 4—6° больше по сравнению с растениями, не потерявшими тургора.

Из внешних факторов наибольшее влияние на интенсивность транспирации оказывает температура. В условиях прямого солнечного освещения ткани листа сильно нагреваются и испарение усиливается.

Другим фактором, влияющим на транспирацию, является влажность воздуха.

С уменьшением относительной влажности воздуха расход воды на транспирацию резко повышается.

Ветер также усиливает транспирацию. Его влияние сказывается в том, что обогащенный влагой воздух отходит от растений и заменяется новыми порциями менее насыщенного, благодаря чему процесс транспирации идет с неослабевающей силой.

Наконец, на интенсивность транспирации огромное влияние оказывает физиологическое состояние самих растений. Механизм транспирации в физиологическом отношении в настоящее время изучен довольно хорошо и для большинства растений может быть представлен, по Н. А. Максиму, в следующем схематическом виде.

Переход воды в парообразное состояние происходит в межклеточниках листьев на поверхности паренхимных клеток. Образовавшийся в межклеточниках водяной пар поступает в атмосферу двумя путями: посредством диффузии через плотную

поверхность листа (кутикулу) и через тонкие поры в кутикуле — устьица.

Являясь, в сущности, межклеточными ходами, хотя и несколько особого рода, устьица находятся в непосредственном сообщении с остальными межклеточными ходами листа и представляют собой главный выход пара из тканей растения, а также проход для газообмена с окружающей средой. На 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа приходится в среднем от 200 до 400 устьиц. Чрезвычайно важной особенностью устьичного аппарата является способность его под влиянием изменения внешних условий открывать и закрывать свои отверстия. Каждый раз, когда лист растения испытывает недостаток в воде, устьица листа, как правило, закрываются, и диффузия пара в воздух из растения прекращается. Точно так же закрываются устьица (по крайней мере у большинства растений) с наступлением темноты, чтобы снова раскрыться при восходе солнца.

Благодаря перекрещивающемуся влиянию света и влажности, поведение устьиц в течение суток оказывается непостоянным и меняется в зависимости от погоды. В очень сильную засуху, когда растение привядает, устьица почти не открываются. При этом, конечно, прекращается и поступление углекислоты внутрь листа, т. е. приостанавливается фотосинтетическая деятельность растения.

По Н. А. Максимова, среднее отношение скорости испарения с листа при открытых устьицах к скорости испарения с равной водной поверхности составляет около 40—50%, достигая в отдельные дни 80—90%. При закрытых устьицах испарение понижается в 10—20 раз.

Для определения интенсивности транспирации применяется ряд методов, изложение которых достаточно подробно дается в курсах физиологии растений. Метод прямого определения величины транспирации заключается в наблюдениях над расходом воды растениями, выращиваемыми в лабораторной или полевой обстановке.

Расход воды на транспирацию может быть выражен в различных единицах измерения, однако в сельскохозяйственной практике чаще применяют транспирационный коэффициент. Под транспирационным коэффициентом принято понимать количество воды, затраченное для образования одной весовой единицы абсолютно сухой массы урожая. Вычисление ведется по формуле

$$k_{\text{тр}} = \frac{M_{\text{тр}}}{Y} \text{ м}^3/\text{га},$$

где  $k_{\text{тр}}$  — коэффициент транспирации,  $M_{\text{тр}}$  — общее количество воды, транспирируемое культурой на 1 га,  $Y$  — вес сухого вещества урожая в т/га.

О величине транспирационного коэффициента и размерах его колебаний можно судить по ориентировочным данным исследований различных авторов (табл. 16).

Таблица 16

Транспирационный коэффициент различных культур

| Культура        | Транспирационный коэффициент | Культура        | Транспирационный коэффициент |
|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Пшеница . . .   | 450—600                      | Конопля . . .   | 600—800                      |
| Овес . . . . .  | 600—800                      | Лен . . . . .   | 400—500                      |
| Рожь . . . . .  | 500—800                      | Подсолнечник    | 500—600                      |
| Кукуруза . . .  | 250—300                      | Травы . . . . . | 500—700                      |
| Гречиха . . . . | 500—600                      | Картофель . .   | 300—600                      |
| Просо . . . . . | 200—250                      | Овощи . . . . . | 500—800                      |
| Рис . . . . .   | 500—800                      | Лиственные      |                              |
| Хлопок . . . .  | 300—600                      | породы де-      |                              |
|                 |                              | ревьев . . . .  | 400—600                      |

Величина транспирационного коэффициента как показателя потребности растений в воде не может считаться постоянной и изменяется в зависимости от условий произрастания.

В условиях более влажного климата, а также при повышенной влажности воздуха и значительных дозах удобрения транспирационный коэффициент уменьшается,

В целом транспирационный коэффициент тем меньше, чем лучше согласованы между собой условия внешней среды растений, чем выше агротехника и чем больше урожай.

В естественных условиях произрастания культур наряду с транспирацией всегда имеет место расход воды с почвы, и тем больший, чем меньше почва укрыта растениями. Поэтому в первые периоды развития растений, преобладает расход воды на испарение с почвы, а затем берет перевес транспирация, а ближе к уборке, вследствие подсыхания растений, вновь усиливается испарение с почвы.

В полевых условиях довольно трудно выделить из общего расхода воды расход на транспирацию, и этот вопрос не является достаточно изученным.

Работами С. А. Вериги освещен вопрос об изменении запасов почвенной влаги под зерновыми культурами в различные периоды вегетации. На основании большого материала ею дана эмпирическая формула, в которой изменение запасов почвенной влаги под зерновыми культурами (за декаду) ставятся в зависимость от начального увлажнения почвы, количества осадков, температуры воздуха и фазы развития культуры. Уравнение имеет следующий вид:

$$y = At + BP + CW + D,$$

где  $y$  — изменение запасов продуктивной влаги за декаду (в сторону увеличения или уменьшения),  $P$  — сумма осадков за декаду,  $W$  — наличные запасы продуктивной влаги в почве в миллиметрах,  $t$  — средняя за декаду температура,  $A, B, C, D$  — параметры уравнения.

Значения параметров  $A, B, C$  и  $D$  для яровых и озимых зерновых культур в различные межфазные периоды приводятся в табл. 17.

Таблица 17

Параметры в формуле по расходованию влаги зерновыми культурами (в черноземной зоне)

| Периоды развития   | Мощность слоя почвы (в см) | Значение параметров |      |       |        |
|--|----------------------------|---------------------|------|-------|--------|
|  |                            | $A$                 | $B$  | $C$   | $D$    |
| Я р о в ы е  |                            |                     |      |       |        |
| Всходы яровых . . . . .                                  | 0—20                       | —0,10               | 0,35 | —0,28 | 0,90   |
| Формирование колоса и цветка . . . . .                   | 0—100                      | —0,07               | 0,93 | —0,18 | —20,50 |
| Формирование зерна . . . . .                             | 0—100                      | —1,72               | 1,08 | —0,23 | 23,30  |
| О з и м ы е  |                            |                     |      |       |        |
| В период осенней вегетации . . . . .                     | 0—20                       | —0,19               | 0,44 | —0,22 | 1,60   |
|  | 0—100                      | —0,05               | 0,79 | —0,02 | —5,50  |
| В период весенней вегетации до выхода в трубку . . . . . | 0—20                       | —0,70               | 0,26 | —0,25 | 7,40   |
|  | 0—100                      | —1,12               | 0,74 | —0,23 | 27,70  |
| В период формирования колоса и цветка . . . . .          | 0—100                      | 0,05                | 0,90 | 0,07  | 26,70  |
| Формирование зерна . . . . .                             | 0—100                      | —0,64               | 0,49 | —0,20 | 7,4    |

Подсчет по приведенным выше формулам показывает, что при наличии сильного увлажнения почвы и высокой температуры воздуха расход воды растениями за декаду может достигать максимальной величины — 50—80 мм, или 500—800 м<sup>3</sup>, воды на 1 га.

Но и эта величина не является, повидимому, предельной и при некотором сочетании условий может быть еще более высокой.

Для иллюстрации порядка величин, получаемых при пользовании формулой С. А. Вериги, приводим пример.

Станция Стародуб, Брянской области, 1950 г. 28/V в период кущения — выход в трубку в метровом слое почвы содержалось 141 мм продуктивной влаги, средняя температура за следующую декаду была 14,4°, а сумма выпавших осадков — 1,0 мм. Требуется установить, как изменятся водные запасы продуктивной влаги в почве к концу декады:

$$y = -(1,12 \cdot 14,4) + 0,74 \cdot 1,0 - 0,23 \cdot 141 + 27,7 \approx -20 \text{ мм.}$$

По данным наблюдений станции Стародуб к концу декады (т. е. на 8/VI) запасы продуктивной влаги в метровом слое составили 120 мм, т. е. на 20 мм были ниже начальных.

### § 18. Годовые изменения запасов влаги в почве

Многолетние наблюдения над влажностью почвы показали, что географическое распределение колебаний в изменении запасов почвенной влаги не случайно, а обнаруживает некоторую сезонную ритмичность, повторяющуюся из года в год. Детально этот вопрос изучен С. А. Вериго. Ею установлено, что запасы влаги в почве под зерновыми культурами имеют один максимум — зимний или весенний и один минимум — в конце лета или сенью. Такой характер годовых изменений определяется в первую очередь сезонными изменениями погоды, а также изменением в самом состоянии культур. На динамику влажности почвы отдельных полей влияют рельеф местности, характер почвы, агротехника, близость лесных массивов и др. Для каждого сезона года имеются свои особенности в изменениях водных запасов почвы, причем эти изменения специфичны для отдельных географических зон и почвенных разностей.

Весной ход увлажнения почвы зависит от количества накопленного за зиму снега, от глубины промерзания почвы и степени ее насыщенности водой. По мере оттаивания почвы талые воды проникают вглубь, но, встречая на своем пути мерзлый, водонепроницаемый слой, они задерживаются и обогащают верхний горизонт почвы. Поэтому пока почва на глубине остается мерзлой, верхний талый слой почвы всегда перенасыщается водой, а зеркало капиллярной или свободной воды выходит на поверхность.

Испарение в это время идет непосредственно с водной поверхности в воздух, и тем быстрее, чем выше температура воздуха. После того как вся свободная вода испарится, расход влаги продолжается за счет капиллярного подъема из нижележащих слоев. Через известный промежуток времени капиллярный подъем воды при отсутствии осадков перестает покрывать потери на испарение и почва начинает сверху подсыхать. Толщина образующегося при этом верхнего сухого слоя растет до тех пор, пока сопротивление диффузии пара не увеличится настолько, что потери на испарение станут равными капиллярной подаче влаги. В этот момент, по исследованиям С. А. Вериго, повсеместно наблюдаются большие градиенты влажности у нижней границы сухого слоя, а именно около 15—20% влажности на каждые 10 см глубины.

В тех случаях, когда количество талых вод больше, чем требуется для насыщения почвы до полевой влагоемкости, в момент полного оттаивания весь избыток их, по законам силы тяжести, сбрасывается в грунтовые воды.

По мере нагревания верхних слоев в почве возникают существенные различия в упругости водяного пара по вертикальному профилю. Это создает условия передвижки парообразной воды от верхних к нижним горизонтам.

Все вместе взятое приводит весной к тому, что запасы влаги в метровом слое почвы довольно быстро уменьшаются. Размеры потерь определяются не столько в зависимости от температуры воздуха, сколько от степени насыщенности почвы влагой.

При большой сухости почвы, когда запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы не превышают 100 мм, потери влаги за декаду составляют не более 10 мм. При большем влагосодержании потери за декаду быстро возрастают, и на значительных ступенях увлажнения, а именно в тех случаях, когда метровый слой почвы содержит продуктивной влаги около 200—250 мм, потери за декаду поднимаются, в зависимости от температуры, до 15—30% от начальных запасов.

По данным наблюдений, запасы продуктивной влаги к началу весны по территории Советского Союза колеблются в широких пределах — от 300 до 70 мм в 100-сантиметровом слое почвы. Географическое распределение запасов продуктивной влаги показано на рис. 16.

Предельно высокие запасы, больше 250 мм в метровом слое и 60 мм в пахотном, граничащие с полной насыщенностью почвы и выходом водного зеркала на дневную поверхность, наблюдаются лишь в западных и северо-западных районах Европейской территории СССР.

Все почвы лесной зоны имеют запасы, близкие к капиллярной влагоемкости (200—250 мм в метровом слое и 40—60 мм в пахотном).

Запасы от 150 до 200 мм в метровом слое почвы и около 40 мм в пахотном к началу весны наблюдаются в районах средней полосы и в северной части центральной черноземной зоны.

В более южных районах, особенно на юго-востоке территории, весенние запасы продуктивной влаги в почве обычно ниже предельной полевой влагоемкости и по абсолютной величине не превышают 100—150 мм в метровом слое и 20—30 мм в пахотном 20-сантиметровом слое. Естественно, что в отдельные неблагоприятные годы весенние запасы влаги оказываются здесь еще ниже, в связи с чем создаются крайне тяжелые условия для произрастания культур.

Летом особенности динамики почвенной влаги определяются в первую очередь расходом влаги на транспирацию. При глубоком залегании грунтовых вод и отсутствии легко подвижной капиллярной влаги почвенная влага в жидком состоянии практически неподвижна.

Возможность диффузии водяного пара непосредственно с поверхности почвы в воздух, в силу наличия сухой верхней прослойки, крайне ограничена.

Основные потери в этот период идут за счет транспирации. По мере развития корневой системы иссушение захватывает все более и более глубокие слои почвы. В слоях, не охваченных корневой системой, количество влаги остается почти неизменным. Величина суммарных потерь влаги под культурами в летний период максимальна и, в первую очередь, определяется запасами

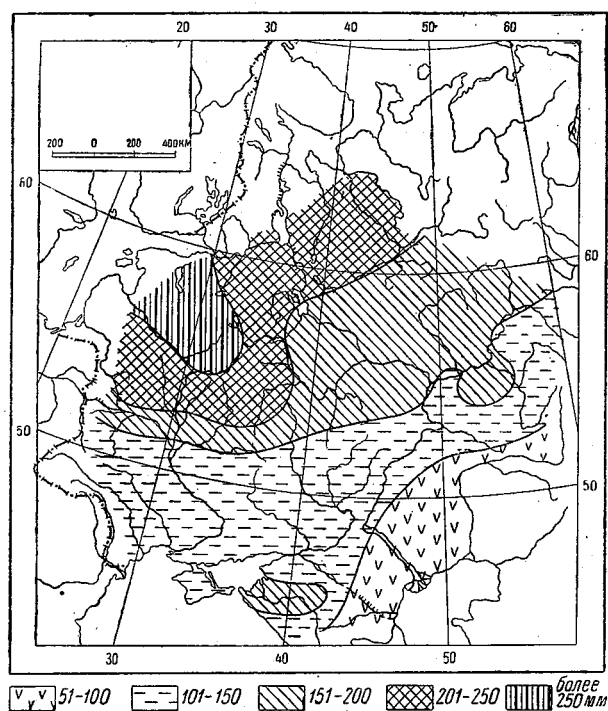


Рис. 16. Запасы продуктивной влаги 100-сантиметрового слоя почвы под яровыми зерновыми культурами в момент перехода средней суточной температуры через 5° весной (по С. А. Вериге).

продуктивной влаги в почве, а также температурой и влажностью воздуха, усиливающими или ослабляющими интенсивность транспирации. Абсолютные значения суммарных потерь влаги метровым слоем почвы в период от выхода в трубку до цветения зерновых культур при запасах влаги в почве, близких к полевой влагоемкости (150—200 мм), достигают 60—80 мм за декаду, а при запасах около 100 мм не превышают 30—35 мм.

В некоторые годы во многих районах степной и лесостепной зон влажность почвы доходит до критических для растения значений и падает ниже коэффициента завядания. Ко времени уборки

зерновых культур в наиболее сухих районах юго-востока, на легких почвах Украины, в Крыму, Нижнем Поволжье, Северном Кавказе и в Казахстане запасы продуктивной влаги бывают обычно использованы полностью.

Осенью водный режим почвы определяется постепенным снижением температуры и увеличением влажности воздуха, снижением потерь влаги на транспирацию в связи с окончанием биологического развития культур и изменением направления парообразной передвижки влаги в почве. К началу осени запасы влаги на паровых полях выше, чем послеуборочные запасы на полях зерновых посевов.

Величина суммарных расходов почвенной влаги в осенний период мала и не превышает 10 мм за декаду. В большинстве случаев эти незначительные потери компенсируются выпадающими осадками, и в целом за осень запасы влаги в метровом слое сравнительно с послеуборочным периодом возрастают на 20—50 мм. Максимальная прибавка наблюдается в северо-западных районах Европейской территории СССР. Отсутствует нарастание запасов или они незначительны на левобережье Средней и Нижней Волги в приморских районах Южной Украины и на Северном Кавказе.

Ко времени прекращения осенней вегетации озимых культур в северо-западных областях Европейской территории СССР и в некоторых прирусловых районах таежной зоны Западно-Сибирской низменности увлажнение почвы близко к капиллярному насыщению, а запасы продуктивной влаги в 100-сантиметровом слое превышают 200 мм.

Вся средняя полоса, примерно к северу от линии Минск — Орел — Тюмень — Новосибирск, имеет на озимых полях ко времени прекращения вегетации запасы влаги, исчисляемые в 150—200 мм. Остальная часть территории Советского Союза заканчивает этот период с ненасыщенными влагой почвами. Особенно бедны влагой (запасы ниже 100 мм) озимые поля районов, расположенных к юго-востоку примерно от линии Херсон — Саратов — Молотов на Европейской территории СССР и к югу от линии Челябинск — Омск — Барнаул на Азиатской территории (рис. 17).

Зимой в пределах талых слоев почвы идет перегонка влаги из нижележащих слоев в верхние, более холодные. Это обогащение почвы влагой за зимний период объясняется, однако, различными авторами по-разному.

Согласно теории Лебедева, процесс внутрипочвенного обогащения влагой начинается в холодную часть года с момента, когда температура, а следовательно, и упругость водяного пара верхних слоев почвы, становится меньше упругости водяного пара в подстилающих их горизонтах, вследствие чего начинается перегонка пара снизу вверх и оседание (конденсация) пара в корнеобитаемом слое почвы.



По другой теории механизм передвижения влаги к верхним слоям почвы зимой объясняется явлением кристаллизации воды при замерзании почвы и вызываемым им поднятием воды в жидком виде.

Достаточно полно этот вопрос изучен Л. А. Разумовой. При наличии в почве легко подвижной капиллярной влаги подсосы-

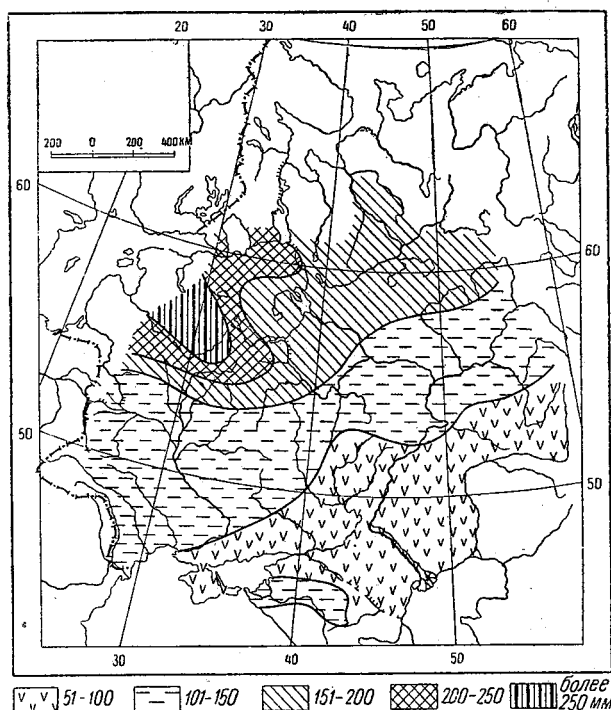


Рис. 17. Запасы продуктивной влаги 100-сантиметрового слоя почвы под озимыми культурами в момент перехода средней суточной температуры через  $5^{\circ}$  осенью (по С. А. Вериге).

вание воды снизу вверх идет за счет менисковых сил, развивающихся при обезвоживании почвы в процессе льдообразования, и фиксации подтянутой воды у нижней границы мерзлого слоя. Именно в силу этого процесса в почвах, находящихся под воздействием грунтовых вод, идет обильное обогащение влагой верхних мерзлых слоев. Такой тип обогащения корнеобитаемого слоя почвы за счет капиллярного подтока воды из подстилающих горизонтов свойственен зоне высокого увлажнения. Географически этот тип большого зимнего увлажнения встречается в условиях близкого стояния грунтовых вод, преимущественно в зоне распространения подзолистых почв. В пределах Европей-

ской территории СССР этот тип наиболее ярко выражен в северо-западных районах.

В условиях ненасыщенных с осени почв, где обогащение промерзшего слоя почвы может идти лишь за счет передвижки парообразной влаги, сколько-нибудь существенного его обогащения влагой за зимний период не наблюдается. Небольшие прибавки, порядка 10—15 мм, имеют место в основном в начале зимы; цементированный мерзлый слой в зимний период практически не меняет своей влажности.

Анализ динамики увлажнения почвы на территории Советского Союза привел С. А. Веригу к выводу о наличии четырех типов увлажнения.

Тип I — обводнение — наиболее резко выражен в северо-западных областях Европейской территории СССР, в некоторых прирусловых районах таежных земель и на плавнях южных рек.

В продолжение значительной части года водное зеркало входит в почвенную толщу и в некоторые периоды достигает дневной поверхности. Фронт капиллярного смачивания даже летом не уходит глубже 50 см. Годовой максимум запасов влаги наблюдается зимой. После оттаивания почвы водяные запасы остаются равными полевой влагоемкости.

Тип II — капиллярное увлажнение — наблюдается по преимуществу на территории примерно севернее линии Могилев — Тамбов — Пенза — Казань — Молотов — Тюмень — Новосибирск — Красноярск. Грунтовые воды достигают почвы лишь в моменты пик своего стояния. Фронт капиллярного смачивания в подавляющем большинстве случаев в течение всего года залегает в почвенной толще. Зимний режим, однороден с режимом первого типа. Максимум увлажнения почвы также приходится на зимний период, минимум — на конец лета. Летом в течение двух месяцев вода закрытых капилляров отсутствует и возможность перераспределения влаги в жидком состоянии исключена для суглинков в верхней части, а для супесей — во всем почвенном профиле.

Тип III — полное весеннее промачивание — наблюдается на территории, расположенной к югу от границы зоны капиллярного увлажнения до линии Воронеж — Саратов — Куйбышев — Уфа — Шадринск — Барнаул — Минусинск; к этому же типу относятся Кубань и Ставропольское плато. Грунтовые воды лежат глубоко, и почти в течение всего года в почве отсутствует легко подвижная капиллярная вода. Годовой максимум запасов наблюдается весной и равен наименьшей полевой влагоемкости (180—200 мм). Годовой минимум колеблется в пределах 50—100 мм в метровом слое почвы, но в отдельные годы опускается еще ниже.

Тип IV — ненасыщенные почвы — свойственен территории, лежащей к югу и юго-востоку от зоны полного весен-

него промачивания. В течение всего года почвы лишены легко подвижной капиллярной влаги. Весеннее промачивание не достигает метровой глубины. Годовой максимум запасов влаги наблюдается весной за счет талых вод. Годовой минимум обычно наблюдается осенью; на пожнивных полях он не превышает 50 мм продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Знание годовых изменений запасов почвенной влаги в различных географических зонах позволяет агрометеорологу дать правильное агрометеорологическое обоснование различным агролесомелиоративным мероприятиям.

Особую актуальность такое обоснование приобретает в районах великих строек коммунизма, с осуществлением Сталинского плана преобразования природы и проведением грандиозных работ по орошению.

#### § 19. Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур

Под влагообеспеченностью сельскохозяйственных культур понимают степень удовлетворения их потребности во влаге. Показателем влагообеспеченности, строго говоря, является соотношение потребности растений в воде с количеством воды, добываемой ими из почвы в конкретный период развития. Однако в настоящее время отсутствия достаточно разработанных методов не позволяет дать количественную оценку влагообеспеченности растений по прямым показателям и вынуждает прибегать к изучению этого вопроса по косвенным показателям. Таким косвенным показателем для оценки влагообеспеченности является сопоставление степени увлажнения почвы с состоянием культур, характеризующее итоговую реакцию растений на различную увлажненность почвы.

В отношении зерновых культур этот вопрос достаточно подробно исследован С. А. Вериго.

В период формирования всходов, когда только начинает развиваться подземная масса, а всасывающий аппарат состоит в основном из зародышевых корней, не выходящих за пределы пахотного слоя, состояние посевов почти полностью определяется влажностью этого верхнего горизонта (0—20 см).

При средних за декаду запасах продуктивной влаги пахотного горизонта меньше 5 мм всходов, как правило, совсем нет. При запасах 5—10 мм прорастание семян и появление всходов сильно задерживаются, а состояние всходов оценивается ниже среднего. При более высоких запасах (от 30—40 мм) рост и состояние всходов улучшается (рис. 18).

В период кущения яровых (до выхода в трубку) при средних запасах продуктивной влаги пахотного горизонта меньше 10 мм наблюдается угнетение растений, ведущее в отдельных случаях к гибели некоторых из них. Хорошая влагообеспеченность расте-

ний в этот период достигается при запасах продуктивной влаги в 20-сантиметровом слое почвы в пределах 30—60 мм.

После выхода в трубку ко времени колошения — цветения работоспособность корней достигает полной мощности и растение использует влагу всего метрового слоя почвы. В этот период запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы ниже 80 мм не обеспечивают потребности растений, и влагообеспеченность зерновых культур оказывается на весьма низком уровне, а состояние посевов идет на ухудшение. При запасах 150—200 мм (составляющих 80—100% наименьшей полевой влагоемкости) влагообеспеченность растений и их состояние становятся хорошими.

В период формирования зерна при снижении запасов продуктивной влаги ниже 25—50 мм (15—30% наименьшей полевой влагоемкости) наблюдается угнетение растений, плохой налив, запал и щуплость зерна.

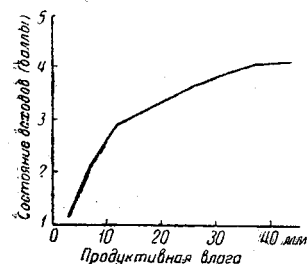


Рис. 18. Состояние всходов в зависимости от запасов продуктивной влаги в пахотном горизонте почвы (по С. А. Вериге).

В непосредственной связи с проблемой влагообеспеченности растений стоит вопрос о процессе увядания растений. Н. А. Максимов указывает, что при умеренных температурах и при достаточном увлажнении почвы транспирация растений довольно хорошо согласована с поступлением воды и соотношение между этими величинами, определяющими водный баланс растений, остается благоприятным. В этих условиях процент содержания воды в тканях является нормальным и фотосинтез протекает бесперебойно.

Несколько иное положение создается в ясный, жаркий день, когда под влиянием сильного нагрева листа солнечными лучами усиливается транспирация и в клетках листа возникает временный водный дефицит. Более глубокое нарушение водного баланса приводит к увяданию растений. Последнее проявляется в том, что клетки теряют тургор, ткани утрачивают напряженность, а листья и молодые верхушки стеблей повисают. В зависимости от внешних условий и свойств самого растения увядание может носить обратимый или необратимый характер. В первом случае водный дефицит к вечеру, как правило, выравнивается и растение за ночь оправляется без добавочного увлажнения. Большого вреда временное увядание не приносит, но все же снижает урожай, так как в это время прекращается фотосинтез и в приросте органической массы наблюдается «простой».

Длительное, устойчивое увядание наблюдается в тех случаях, когда влажность почвы опускается до пределов, близких к коэффициенту увядания. Возникающий при этом в тканях растений водный дефицит не восстанавливается за ночь, к утру растение ока-

Зывается ненасыщенным водой и не в состоянии выполнить основные физиологические функции. Такой не покрываемый к утру водный дефицит называется остаточным дефицитом. При большей величине остаточного дефицита сосущая сила клеток листа сильно возрастает, листья отсасывают воду от других органов, вплоть до корневых волосков, в результате чего последние сохнут и отмирают; связь растения с почвой через корни прекращается и оно гибнет.

Для культурных растений (за некоторым исключением) избыток воды в почве не менее вреден, чем недостаток, хотя в обычных условиях полевых культур явление избыточного увлажнения и связанное с ним ухудшение состояния посевов встречается значительно реже и в менее широких масштабах. Вред от перенасыщения почвы влагой заключается в том, что вода, заполняя почвенные капилляры, задерживает проникновение воздуха в почву и корни растений оказываются лишенными необходимого для их жизнедеятельности кислорода. Кроме такого прямого отрицательного действия, перенасыщение почвы водой имеет еще ряд косвенных вредных последствий. Главное из них заключается в том, что прекращаются нормальные окислительные процессы и в почве накапливаются вещества, вредные для организма растений (так называемые болотные токсины). Из культурных растений лишь очень немногие способны расти на заболоченных почвах. К таким растениям относится рис, требующий для успеха своей культуры затопления водой в течение большей части периода вегетации.

Полегание хлебов, наносящее значительный ущерб урожаю, также до некоторой степени связано с избыточно повышенной влажностью, и притом не только почвы, но и воздуха. Оно чаще наблюдается в дождливые влажные годы, а также нередко происходит на участках с искусственным орошением. Основной причиной полегания является нарушение правильного соотношения между весом подземной части растения и прочностью нижней части его стебля. Недостаточное утолщение соломы и слабое развитие в ней механических элементов часто объясняется тем, что на чрезмерно увлажненной почве растения слишком сильно кустятся и в результате получается взаимное затенение растений. Это в свою очередь обуславливает чрезмерное вытягивание стеблей в длину и уменьшение их устойчивости.

#### ГЛАВА IV

### ПОГОДА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

#### § 20. Роль метеорологических условий в процессе формирования урожая

Возможность повышения урожая сельскохозяйственных культур безгранично велика. Поднимая уровень агротехники, воздействуя на окружающую среду и увеличивая производительность труда, стахановцы земледелия с каждым годом добиваются новых

рекордов высоких урожаев. Свои усилия они направляют на то, чтобы возделываемая культура получила в полной мере все необходимые условия существования и была ограждена от отрицательного воздействия неблагоприятных факторов погоды. Это обязывает хорошо знать биологические свойства культур, их потребность в свете, тепле, влаге и пище, зорко следить за изменениями погоды, своевременно приходить растению на помощь, когда оно в этом нуждается.

Первые явные признаки жизни растения обнаруживаются при прорастании семян. Биохимические процессы, происходящие при прорастании семян, могут наступить лишь при условии достаточной прогретости почвы и наличия необходимого количества влаги и кислорода.

С момента прорастания семян, согласно теории стадийного развития Т. Д. Лысенко, в организме протекают одновременно два не тождественных между собой процесса: рост и развитие. Развитие — это весь путь внутренних качественных изменений, которые совершаются в растении от посеянного семени до созревания семян нового урожая. Рост — это увеличение веса и объема растений, т. е. увеличение массы растений, независимо от того, за счет каких органов это увеличение происходит.

«Развитие семенного растения, — говорит Т. Д. Лысенко, — состоит в прохождении отдельных разнокачественных этапов, стадий развития.

«Под стадиями развития мы понимаем не самое образование (развитие) различных органов и частей растения, как-то листьев, стеблей и т. д., а те этапы и качественно-переломные моменты в развитии растений (происходящие в точках роста стебля), без которых невозможен дальнейший нормальный путь развития, ведущий через образование различных органов, и признаков к плодоношению».

В общей цепи развития однолетнего семенного растения выявлены пока только две стадии: стадия яровизации и световая стадия. Стадия яровизации происходит в первый период роста и при наличии соответствующих условий внешней среды (определенный предел температуры и влажности). Для различных культур и сортов эти условия различны. Так, озимая пшеница проходит стадию яровизации при температуре от 1 до 10°, а яровая пшеница — от 5 до 20°.

При прохождении стадии яровизации необходима и определенная продолжительность периода (для различных сортов озимой пшеницы от 16 до 57 дней), причем процесс яровизации обладает свойством необратимости.

После окончания стадии яровизации для перехода растения к плодоношению необходимо прохождение второй стадии — световой.

В течение световой стадии растения нуждаются в определенной продолжительности дня и ночи. В этом отношении растения

можно разделить на две группы. Растения первой группы нормально проходят световую стадию при продолжительности дня не более 12—14 часов, а при более длинном дне зацветают позже или совсем не зацветают. К этим растениям относятся хлопчатник, рис, клещевина и другие южные культуры. Вторая группа растений по своим требованиям к продолжительности дня противоположна первой. У растений этой группы световая стадия проходит тем скорее, чем продолжительнее день. К таким растениям относятся пшеница, рожь, овес, ячмень, горчица, лен, клевер и др.

Так как продолжительность дня меняется во времени и в пространстве (на севере летний день длиннее, чем на юге), то продолжительность световой стадии даже для одного и того же вида и сорта культур не остается постоянной, а меняется в зависимости от того, на какой календарный срок приходится прохождение этой стадии и к какой географической зоне оно приурочено.

Познание условий, при которых проходит та или иная стадия развития, открывает широкие перспективы к управлению ростом и развитием растений и в конечном счете к активному воздействию человека на процесс формирования урожая.

Прием яровизации посевного материала, разработанный Т. Д. Лысенко на базе теории стадийного развития растений, приобрел в практике сельского хозяйства огромное значение. Этот прием обеспечивает лучшие условия роста и развития культур, дает более мощное накопление вегетативной массы и более раннее созревание культур.

Благодаря раннему плодоношению культуры выводятся из-под удара неблагоприятных метеорологических явлений второй половины лета (засухи, осенние заморозки).

Погода и состояние увлажнения почвы каждого дня влияют одновременно и на процесс роста и на процесс развития, вызывая различный эффект по отношению к каждому из них.

Если вследствие отсутствия необходимых внешних условий растение не пройдет стадии яровизации, то рост его не приостанавливается, но к образованию соцветий и плодоношению растение не приступает и урожая семян не дает. Этим объясняется тот известный факт, что озимые культуры, высеянные весной, когда для них нет необходимых условий для прохождения стадии яровизации, неопределенно долго растут, образуют большую вегетативную массу, но плодов не дают.

Поскольку процессы роста и развития не тождественны, то при формировании урожая могут быть следующие сочетания:

- 1) быстрый рост и медленное развитие, т. е. быстрое накопление органической массы надземных и подземных органов и вместе с тем медленное движение растения к конечному пункту развития, т. е. к образованию семян нового урожая;
- 2) медленный рост и быстрое развитие;
- 3) медленный рост и медленное развитие;
- 4) быстрый рост и быстрое развитие.

Чтобы успешно влиять на процесс формирования урожая, т. е. создать для возделываемых культур благоприятные условия, необходимо следить за динамикой роста и развития и выражать их в каких-либо сравнимых качественных или количественных показателях.

Внешними признаками развития служат морфологические изменения растений, связанные с образованием на базе той или иной стадии развития тех или иных органов: листьев, стеблей, цветов и плодов. Эти последовательные морфологические изменения в растениях получили название *фаз развития*.

Каждая культура характеризуется своими фазами развития. Для зерновых злаковых культур различают следующие фазы развития: всходы, третий лист, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная спелость, восковая спелость и полная спелость.

Более детально вопрос о фазах развития и признаках их наступления будет рассмотрен ниже.

Период между отдельными фазами развития носит название межфазного периода. По продолжительности межфазного развития судят о темпах (скорости) развития. Чем более растянут межфазный период, тем медленнее темпы развития. Следовательно, скорость развития есть величина обратная продолжительности межфазного периода и может быть выражена формулой

$$i = \frac{1}{N},$$

где  $i$  — скорость развития,  $N$  — продолжительность межфазного периода.

Скорость развития зависит как от сортовых особенностей, так и от всего комплекса внешних условий.

При рассмотрении показателей накопления органической массы пользуются данными о линейном, объемном или весовом росте.

Линейный рост показывает изменение длины основных органов (листьев, стеблей, колоса, корня).

Объемный рост показывает изменение объема органов, например изменение объема клубней и корнеплодов.

Весовой рост дает представление об изменении веса растительной массы (чаще воздушно-сухой или абсолютно сухой).

Проще всего наблюдать за изменением линейного роста. Для этого достаточно иметь измерительную линейку. Однако, при подкупающей простоте наблюдения, следует помнить, что линейный рост не отражает процесса накопления органической массы и, следовательно, не позволяет учитывать влияние среды на процесс формирования урожая. Определение роста по динамике изменения объема растений применяется весьма редко. Чаще о темпах роста судят по изменению веса растений. Не вдаваясь в под-



робности изложения самого метода определения прироста сухой растительной массы, так как об этом будет сказано ниже (см. главу VI), остановимся на рассмотрении количественных показателей, выражающих скорость роста.

Общая масса органического вещества растения, которая фиксируется на тот или иной момент развития, является интегральной величиной роста и обозначается буквой  $M$ . Разность интегральных величин за известный промежуток времени называется приростом и обозначается буквой  $a$ : следовательно,  $a = M_2 - M_1$ .

Скорость роста, т. е. прирост органической массы за единицу времени, может быть вычислена из выражения

$$v = \frac{a}{n},$$

где  $v$  — скорость роста;  $a$  — прирост;  $n$  — время, за которое получился прирост.

Иногда характеристику интенсивности роста дают в виде показателя «энергии» роста  $P$ , под которой понимают отношение величины прироста к начальному значению величины интегрального роста:

$$P = \frac{M_2 - M_1}{M_1}.$$

Скорость, или энергия, роста зависит от плодородия почвы, наличия в почве питательных веществ, условий погоды, степени засоренности почвы, состояния и возраста самих растений. После того как семена проросли и на поле появились всходы, хозяйство имеет в своем распоряжении ряд способов воздействия на рост растений в целях создания благоприятных условий для процесса формирования урожая.

Регулируя нормы и сроки полива, дозировку и состав подкормки, освобождая культурные растения от конкурентов — сорняков, борясь с болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений, стахановцы земледелия обеспечивают все необходимые условия для создания высокого урожая и получения максимума продукции с единицы площади.

В процессе формирования урожая конечным результатом является образование основной и побочной продукции. Внимание каждого хозяйства концентрируется в первую очередь на получении максимального количества и наилучшего качества основной продукции.

Для всех зерновых культур основной продукцией является зерно, побочной — солома. В первый период развития, т. е. в период вегетативного роста, происходит формирование корневой системы, накопление в зеленых частях растения пластических веществ и закладка органов плодоношения. В следующем, репродуктивном периоде развития происходит завершение формирова-

ния органов плодоношения и перекачка пластических веществ из зеленых органов в формирующиеся семена нового урожая.

Отсюда понятно, что хорошее укоренение, кущение и накопление большой органической массы являются важной предпосылкой к получению высокого урожая. Однако формирование органов плодоношения зависит не только от всего комплекса условий предшествующего периода развития, но не в меньшей степени от условий, при которых проходит формирование и налив зерна. Крайне высокие температуры, засуха, суховей, градобитие, болезни и вредители растений в репродуктивный период развития могут нарушить нормальный процесс перекачки пластических веществ из листьев в колос и зерно и ухудшить виды на урожай. В этом случае получается обилие побочной продукции (соломы) и малый урожай зерна.

Реакция культур и их сортов на внешние условия в процессе формирования урожая меняется в различные периоды вегетации.

Одни и те же факторы (например, заморозки, высокие температуры и пр.), опасные для урожая в одни периоды, относительно легко переносятся растением в другие. Это обстоятельство послужило исходным положением к установлению П. И. Броуновым так называемых «критических» периодов.

Под критическим периодом П. И. Броунов понимал тот период в развитии культур, когда известная напряженность фактора (недостаток влаги, высокие температуры и пр.) отрицательно сказывается на конечном результате развития — урожае. Так, для овса и яровой пшеницы критическим периодом развития в отношении влаги считался период незадолго до колошения. Эта найденная П. И. Броуновым закономерность большой отзывчивости культур на внешние условия в определенные этапы развития послужила отправным пунктом к серии работ, посвященных раскрытию биологической сущности указанного явления. Для зерновых культур было установлено, что момент острой потребности в воде связан с началом формирования органов плодоношения.

Но наличие критических периодов в жизни растений не исключает того положения, что в любую стадию и фазу может сложиться такая неблагоприятная ситуация погоды в отношении роста и развития культур, которая отрицательно скажется на последующих этапах формирования урожая и приведет к его снижению.

Задача правильного приема возделывания культур и заключается в том, чтобы совокупностью мероприятий предупредить возможность возникновения таких неблагоприятных условий и не допустить снижения урожая ни при каких условиях погоды.

Согласно учению В. Р. Вильямса, все условия жизни растения совершенно равнозначны. Среди этих условий, к которым относятся свет, тепло, влага и пища растений, нет ни более ни менее важных — все одинаково важно. Воздействием на все фак-

торы жизни всем комплексом мероприятий достигается наибольший эффект в сельскохозяйственном производстве.

Направляя в желательное русло рост и развитие культур, в соответствии с ходом метеорологических явлений, необходимо наперед знать, из каких элементов складывается урожай, т. е. структуру урожая.

Так, структура урожая зерновых складывается из следующих элементов:

- число растений на единицу площади  $a$ ,
  - число колосоносных стеблей на одно растение  $b$ ,
  - число зерен в одном колосе  $c$ ,
  - средний вес зерна  $d$ .
- Обозначая урожай через  $y$ , имеем

$$y = abcd.$$

Например, если число растений на  $1 \text{ м}^2$  составляет 275, число колосоносных стеблей на одно растение — 1,4, число зерен в одном колосе — 15, средний вес 1000 зерен — 26 г, то урожай с 1 га будет:

$$y = 275 \cdot 10000 \cdot 1,4 \cdot 15 \cdot 0,026 = 15 \text{ ц.}$$

С увеличением одного из сомножителей увеличивается произведение, т. е. урожай. Естественно, что при воздействии на среду необходимо знать, когда и на каких элементах урожая скажется эффект данного воздействия.

Ежедневно наблюдая за характером изменений погоды, производя учет увлажнения почвы и находясь в курсе изменений в состоянии посевов на полях колхозов и совхозов, агрометеоролог должен стремиться к максимально полному использованию результатов наблюдений для целей содействия сельскому хозяйству в получении высокого урожая. Такое содействие заключается в своевременной информации сельскохозяйственных организаций о влиянии погоды на сельскохозяйственные культуры, а также в агрометеорологическом обосновании мероприятий, способствующих лучшему формированию урожая. Но для такого обоснования надо знать не только, как изменяются условия внешней среды, но и как реагируют на эти изменения возделываемые культуры. Этот вопрос рассматривается по отношению к отдельным культурам (или группам культур) в последующих параграфах.

## § 21. Погода и зерновые злаковые культуры

Зерновые злаковые культуры, к числу которых относятся пшеница, рожь, овес, ячмень, просо, кукуруза, сорго и рис, имеют в народном хозяйстве СССР исключительно большое значение.

По данным 1938 г., на долю зерновых культур приходилось около 75% общей посевной площади Советского Союза. Валовой сбор хлебов в 1940 г. составлял около 7,3 млрд. пудов.

Основным мероприятием по дальнейшему увеличению производства зерна является повышение урожайности зерновых культур. Эта задача в каждом конкретном случае сводится в конечном счете к тому, чтобы сохранить на площади оптимально полное число растений, иметь на одно растение большое число колосоносных стеблей и получить в каждом колосе максимальное число полноценных зерен.

В разрешении этой задачи забота о растении — носителе будущего урожая не должна покидать земледельца ни на один день за все время от посева до уборки.

Среди факторов, оказывающих влияние на процесс формирования урожая, большое значение имеют метеорологические условия.

Повседневный учет этих условий составляет одну из обязательных сторон стахановского труда.

Агрометеоролог, обладая разносторонним материалом о климате и погоде, может оказать большую пользу колхозам и совхозам, но для этого он должен иметь необходимые сведения о требовательности культур к метеорологическим условиям, об отзывчивости культур на изменение этих условий, об устойчивости культур на разных этапах развития к неблагоприятным явлениям погоды.

Разбор этого вопроса дается ниже по каждой культуре в отдельности. В данном параграфе рассматриваются зерновые культуры первой группы: пшеница, овес, ячмень и рожь и зерновые культуры второй группы (теплолюбивые) — просо, кукуруза, сорго и рис.

Яр о в а я п ш е н и ц а. В экономике мирового сельского хозяйства пшеница занимает ведущее место. В 1938—1939 гг. под пшеницей было занято 154 млн. га, под кукурузой — 80, под рисом — 60, под овсом — 56, под рожью — 42 и под ячменем — 38. Посевы яровой пшеницы в СССР занимают почти половину всей площади, занятой этой культурой на земном шаре. Основные массивы посевов яровой пшеницы в СССР расположены в Поволжье, в Казахстане, Западной и Восточной Сибири, а также на Северном Кавказе и юге Украины. В последнее десятилетие культура яровой пшеницы успешно продвигается далеко на север, в нечерноземную полосу.

Как и все зерновые злаковые культуры, яровая пшеница имеет следующие фазы развития: всходы, третий лист, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость.

Весь период вегетации — от посева до созревания — яровая пшеница проходит, в зависимости от внешних условий и сортовых особенностей, за 90—120 дней при сумме активных температур около 1500—1900°.

Прорастание семян начинается при температуре 4—5°. В период формирования органов плодоношения биологический мини-

мум температуры, по В. Н. Степанову, не превышает 10—12°. Оптимальные условия роста создаются при температуре 15—20°. Температура выше 30—35° действует на рост пшеницы угнетающе. Снижение температуры до —8, —10° в начальный период роста (до фазы выхода в трубку) яровая пшеница переносит безболезненно.

О потребности пшеницы в воде можно судить по следующим данным. Одно растение, в зависимости от его мощности, расходует в полевых условиях, по данным А. И. Носатовского, от 500 до 1000 г воды. Расход воды с 1 га площади, занятой пшеницей, составляет в период вегетации от 1500 до 2000 т в сухие годы и до 2500—3000 т во влажные годы. Транспирационный коэффициент пшеницы колеблется в пределах 450—600.

Яровая пшеница (так же как овес и ячмень) относится к числу ранних яровых культур, т. е. таких, которые высеваются ранней весной при первом просыхании почвы, позволяющем вести работу трактором и сложными машинами. Этот период обычно совпадает с периодом, когда средняя суточная температура воздуха на юге поднимается до 5°, а на севере — до 6—10°. По данным различных исследователей, пшеница прорастает при поглощении 40—60% воды от веса семян в воздушно-сухом состоянии. Чем влажнее почва, тем скорее происходит набухание. Так, по опытам А. И. Носатовского, при температуре 4° и влажности почвы в 30% от капиллярной влагоемкости необходимое для прорастания семян набухание наступило через 7 дней, а при той же температуре, но влажности 90% — через 3 дня. По данным С. А. Вериги, прорастание зерновых начинается при условии, если в 20-сантиметровом слое почвы содержится не менее 5—10 мм продуктивной влаги. В условиях очень сухой почвы семена лежат непроросшими до первого хорошего дождя.

При засыхании проросших семян первыми отмирают корешки. По данным ряда исследователей, при вторичном увлажнении почвы оживание проросшего семени происходит только в том случае, если при засыхании длина корешка была не более 10 мм для пшеницы и овса и 20 мм для ржи.

Большое влияние на прорастание семян оказывает температура почвы. С повышением температуры скорость прорастания увеличивается.

Так, по данным П. К. Иванова, при 4° тепла прорастание семян яровой пшеницы наступает через 6 дней, при 10° — через 4 дня, а при 16° — через 2 дня.

При прорастании прежде всего трогаются в рост зародышевые корешки, а затем — стеблевой побег.

Первый листок, выходящий на дневную поверхность, заключен в особый чехлик (колеоптиле). После того как колеоптиле поднимается на поверхность, рост его прекращается, и вслед за этим из его вершины выходит наружу первый настоящий лист (всходы).

По данным Г. З. Венцкевича, появление массовых всходов пшеницы, овса, ржи и ячменя при обеспеченности влагой наступает в зависимости от температуры через следующее число дней после посева:

|  |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|
| Средняя суточная температура воздуха (в град.) . . . . . | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| Число дней за период посев — появление всходов . . . . . | 25 | 17 | 12 | 10 | 8  | 7  | 6  |

Принимая положение, что для прохождения ростком пшеничного растения сантиметрового слоя почвы нужна сумма средних суточных температур в 10—12°, А. И. Носатовский дает формулу, по которой, при условии обеспеченности влагой, можно выражать длину периода от посева до всходов:

$$n = \frac{70 + 10l}{t},$$

где  $n$  — число дней от посева до всходов,  $l$  — глубина заделки семян,  $t$  — средняя суточная температура почвы во время прорастания. Например, если температура почвы 6°, а глубина заделки семян 2 см, то

$$n = \frac{70 + 20}{6} = 15 \text{ дней.}$$

В зависимости от внешних условий, с появлением третьего листа или несколько позже образуются придаточные, или, как их называют, узловы корни. Им принадлежит весьма важная роль в будущем развитии растений.

Высокие температуры и сухость почвы отрицательно сказываются на укоренении посевов. Наоборот, влажная, умеренно теплая и даже прохладная погода благоприятствует процессу укоренения и служит хорошей предпосылкой для дальнейшего роста яровой пшеницы.

Спустя несколько дней после появления третьего листа, в пазухах листьев на подземных узлах стебля закладываются боковые побеги, т. е. растение кустится.

При обычных условиях агротехники яровая пшеница обладает относительно слабой способностью к кущению. В этом ее отличие от озимой пшеницы и особенно от ржи, которые кустятся значительно сильнее. Овес кустится также сильнее, чем пшеница.

Энергия кущения зависит от многих факторов. Из метеорологических условий большое влияние на кустистость оказывает влажность почвы и температура. С увеличением влажности кустистость, как правило, возрастает, но различно для разных сортов. Так, большую отзывчивость на увлажнение проявляет сорт Гордеиформе-10 и малую — Лютесценс-62.

Засуха в этот период может полностью приостановить процесс образования боковых побегов.

Если после засухи, обусловившей приостановку процесса кущения, вновь наступает влажная погода, то образование боковых побегов возобновляется. Образование побочных побегов с большим опозданием (подгон) — явление не всегда желательное, так как поздно появившиеся побеги часто не дают колоса, вызывают пестроту созревания и ослабляют рост главного колосоносного стебля.

Влияние на кустистость температуры сказывается следующим образом: пониженные температуры (6—10°) способствуют кустистости, а высокие — снижают ее. Этим объясняется тот факт, что при посеве ранней весной яровая пшеница, пройдя первый период развития при относительно низких температурах, кустится лучше, нежели пшеница, посеянная позже, при более высоких температурах.

Как правило, через несколько дней после начала кущения происходит рост главного стебля, т. е. удлинение его нижнего междоузлия. Растение, закончив к этому времени стадию яровизации и пройдя световую, выходит в трубку. После удлинения первого междоузлия удлиняется второе, за ним третье и т. д.

Первое, самое нижнее междоузлие остается наиболее коротким и приобретает значительную прочность. При большом затенении или избытке влаги оно оказывается тонким и имеет весьма слабое сопротивление при изгибах. Это ведет к полеганию хлебов, усиливающемуся при наличии тяжелого колоса и при сильных ветрах.

Ко времени выхода в трубку на конусе нарастания образуются зачатки элементов колоса (колосковые бугорки). В полевых условиях пшеница образует 12—20 колосков; в некоторых случаях число их падает до 7—5, в других случаях поднимается до 30.

По исследованиям Г. В. Заблуда, недостаток водоснабжения в период формирования колосков снижает урожай зерна главных стеблей в основном за счет уменьшения числа колосков в колосе. Однако это снижение может частично компенсироваться с установлением влажной погоды за счет увеличения числа побочных стеблей.

С выходом растений яровой пшеницы в трубку происходит дальнейшая дифференциация зачаточного колоса и постепенное формирование цветочных органов. В это же время растения быстро удлиняют стебель и развивают новые листья. Суточный прирост органической массы достигает наибольшей величины, в связи с чем и потребление воды также резко возрастает. Поэтому засуха на этом этапе развития сказывается весьма отрицательно на урожае, причем снижение урожая идет преимущественно за счет уменьшения числа зерен в колосках. По мере роста стебля про-

двигается вверх и колос, который к началу фазы колошения выходит наружу из влагалища верхнего листа.

Общая продолжительность периода от кущения до колошения находится в зависимости от длины дня и тепловых условий. С увеличением продолжительности дня (летом на северных широтах день более продолжителен, чем на юге) этот период укорачивается; в том же направлении действует и повышение температуры. В среднем от кущения до колошения проходит около 25—35 дней.

Через несколько дней после колошения яровая пшеница вступает в фазу цветения. Быстрота и полнота процессов опыления и оплодотворения зависят от условий температуры, влажности воздуха и почвы. Заморозки до  $-2,0$ ,  $-2,8^{\circ}$  в период цветения (и даже во время колошения) повреждают пыльники пшеницы, что ведет к бесплодию отдельных колосков и целых колосьев. Более низкие температуры (до  $-4$ ,  $-6^{\circ}$  и ниже) сводят урожай зерна пшеницы на нет. Высокие температуры, порядка  $30-35^{\circ}$  и выше, также причиняют большой вред, особенно если они сочетаются с низкой влажностью воздуха (ниже 25%) и большой сухостью почвы; в этом случае наблюдается череззерница. Это явление усиливается при сильных ветрах, препятствующих нормальному опылению.

В следующий период — от цветения до молочной спелости — проходит перекачка питательных веществ в растущие зерна. Листья и колосья уже не растут, а стебель дает незначительный прирост. В конце периода семена содержат влаги около 50% своего веса. Через 10—12 дней после молочной спелости наступает восковая спелость, когда количество влаги в зерне снижается до 25—30% и зерно становится плотным и желтым.

После восковой спелости зерно вступает в фазу полной спелости. Оно теряет всю лишнюю воду и сравнительно легко подвергается осыпанию. Сухая и жаркая погода в период молочной спелости ненормально ускоряет процесс дозревания и делает зерно щуплым. Излишне влажная погода затягивает дозревание зерна. Иногда такая затяжка приводит к весьма большим потерям урожая, так как культура попадает под неблагоприятные воздействия осенних заморозков, что довольно часто наблюдается в районах Западной и Восточной Сибири.

Размер повреждения заморозком зависит от стадии созревания, в которой пшеница была захвачена морозом, и от силы мороза. Устойчивость зерна к морозам возрастает по мере его созревания. До середины восковой спелости зерно повреждается при  $-4^{\circ}$  и даже  $-2,5^{\circ}$ , в более поздней фазе — лишь при  $-13$ ,  $-16^{\circ}$ .

Используя весь комплекс агромероприятий, стахановцы-хлеборобы получают рекордно высокие урожаи яровой пшеницы. Так, Т. Артемова (Рузский район, Московской области) получила в 1944 г. урожай зерна по 54,5 ц с 1 га, имея ко времени созре-



вания культур 280 растений на 1 м<sup>2</sup>, 1,7 продуктивных колососных стебля в среднем на каждое растение и 30 зерен в каждом колосе при абсолютном весе 38 г.

Овес возделывается во всех районах Советского Союза, но наибольшее распространение имеет в нечерноземной полосе, в центральных черноземных областях и Сибири.

Овес, так же как и пшеница, относится к группе нетребовательных к теплу растений. Вегетационный период овса продолжается 95—120 дней при сумме тепла несколько большей, чем по яровой пшенице. Прорастание семян овса начинается при 3—4°. Весенние заморозки овес переносит легко, без каких-либо последствий. Высокие температуры вызывают «захват» или «запал» зерна.

Потребность во влаге у овса большая, чем у пшеницы, но по реакции на увлажнение в различные периоды вегетации между этими культурами имеется много общего. Критическим в отношении влаги периодом у овса является тот же период — от кущения до выметывания. Недобор осадков в этот период влечет за собой большую потерю урожая за счет уменьшения числа колосков в метелке и зерен в колосках.

Яровой ячмень возделывается в разнообразных климатических условиях. На севере он заходит до крайних границ земледелия, на юге — до южной границы Советского Союза. В горных районах ячмень возделывается на высоте 2700—3000 м над уровнем моря.

Ячмень имеет короткий вегетационный период, равный 85—95 дням. Температура прорастания ячменя близка к температуре прорастания овса и пшеницы. Временное понижение температуры ниже 0° ячмень переносит без заметных последствий.

Ячмень расходует влагу более экономно, чем пшеница, овес и рожь. Транспирационный коэффициент ячменя близок к 400. По отношению к запалам ячмень считается более устойчивым.

Из особенностей развития ячменя следует отметить более сильную, чем у пшеницы и даже чем у овса, энергию кущения.

Озимая пшеница возделывается преимущественно на юге Европейской территории СССР, в районах с мягкими зимами (Украина, Крым, Северный Кавказ). К благоприятным районам возделывания этой культуры относятся также закавказские, среднеазиатские республики и юг Казахстана.

Особенностью всех озимых (в том числе и пшеницы) сравнительно с яровыми является прохождение ими стадии яровизации при низких температурах. Другой особенностью является способность переносить низкие температуры в период перезимовки. Благодаря этим особенностям посев озимой пшеницы, как и других озимых культур, производится осенью.

По А. И. Носатовскому, оптимальные сроки посева по всему Советскому Союзу совпадают с температурой воздуха около 14—17°. При такой температуре всходы появляются на 5—7-й день.

При недостатке влаги в почве появление всходов задерживается.

При посеве поздней осенью, когда средняя суточная температура понижается до 10—6° и ниже, всходы появляются лишь весной.

Нормально ранние посевы пшеницы успевают до конца осенней вегетации достигнуть фазы кущения и иметь еще 20—30 дней, за которые происходит образование 2—5 побегов.

Успех перезимовки пшеницы зависит от состояния растений перед уходом под снег (высота роста, кустистость и общая мощность), от условий закаливания и от внешних условий в период перезимовки. Все эти вопросы будут изложены в главе V.

С наступлением весны, при наличии достаточных запасов влаги в почве, кущение продолжается.

По данным Г. З. Венцкевича, при средней температуре около 12° выход в трубку наступает через 25—30 дней с момента возобновления вегетации.

Ко времени выхода в трубку пшеница имеет хорошо развитую корневую систему, способную использовать влагу в метровом слое почвы. В силу этого весенняя засуха, опасная для яровой пшеницы, относительно хорошо переносится озимой пшеницей, при условии хорошего ее развития с осени. Решающее значение для урожая имеют весенние запасы влаги в метровом слое почвы: чем больше эти запасы, тем лучше условия роста. Колошение озимой пшеницы наступает через 25—30 дней после выхода в трубку.

В период формирования зерна озимой пшеницы значение метеорологических условий примерно такое же, как и для того же периода яровой пшеницы.

Озимая рожь является основным хлебным растением в тех районах Советского Союза, где возделывание пшеницы имеет пока ограниченное значение. Благодаря своей большой зимостойкости эта культура идет в северные широты почти до крайних границ земледелия, уступая в смысле продвижения на север только более скороспелому ячменю.

Общая продолжительность вегетационного периода озимой ржи (не включая период перезимовки) составляет около 140—180 дней при сумме активных температур 1600—1900° (из которых около 500—600° приходится на осенний период).

По отношению к влаге рожь менее требовательна, чем пшеница, но весьма отзывчива на осадки осеннего периода.

В основных районах своего возделывания озимая рожь, как правило, заканчивает период осенней вегетации в фазе кущения с образованием 2—4 боковых побегов и только в годы с ранним наступлением зимы вегетация прерывается в фазе третьего листа или всходов. Обладая хорошей зимостойкостью и устойчивостью к выпреванию, озимая рожь в период перезимовки менее подвергается гибели и изреживанию, чем озимая пшеница.

Ко времени возобновления вегетации весной озимая рожь имеет хорошо сформированную корневую систему, использующую влагу более глубоких слоев почвы, в силу чего хорошо переносит весеннюю засуху.

В отличие от озимой пшеницы, межфазный период от колошения до цветения у озимой ржи заметно растянут: рожь начинает цвести только спустя 10—12 дней после начала колошения, причем цветение ее продолжается 10—15 дней, в то время как озимая пшеница зацветает почти непосредственно вслед за выколашиванием и быстро отцветает. Озимая рожь относится к числу перекрестно опыляющихся растений. Такое опыление лучше всего осуществляется в слабоветреную, теплую погоду.

При большой засушливости или, наоборот, в дождливую погоду многие цветки ржи остаются неоплодотворенными, образуя череззерницы.

Созревание ржи наступает обычно на 8—10 дней раньше пшеницы.

Просо является одной из важнейших продовольственных крупяных культур, основные районы возделывания которой сосредоточены в засушливых, юго-восточных и восточных областях Советского Союза. Около 70% посевов распространено на Европейской территории СССР (Сталинградская, Чкаловская, Куйбышевская, Воронежская, Курская, Саратовская, Тамбовская, Пензенская, Ростовская и Рязанская области и Башкирская АССР); около 15% посевов проса приходится на Казахскую ССР. С выведением скороспелых сортов граница возделывания проса продвигается на север.

Просо — требовательная к теплу культура. Прорастание проса начинается при температуре 8—10°. При посеве в почву с температурой ниже 8° прорастания не наступает и семена при долгом лежании загнивают.

В зависимости от сорта и климатических условий общая продолжительность вегетации составляет от 80 до 120 дней. По данным В. И. Степанова, скороспелые сорта проходят весь цикл развития при сумме активных температур в 1000—1500°, позднеспелые — при 1600—2000°.

Всходы проса малоустойчивы к заморозкам. Падение температуры ниже 1—3° повреждает молодые листочки, и если растение не погибает окончательно, то все же дальнейший рост ослабляется и урожай снижается.

Ранние осенние заморозки также отражаются весьма губительно. Просо, захваченное в период налива зерна низкими температурами (ниже 0°), дает щуплое, морозобойное зерно.

Высокая температура — порядка 35—40°, вызывающая у других зерновых культур паралич устьиц, просо переносит сравнительно безболезненно.

По отношению к влаге просо сильно отличается от зерновых культур первой группы. Оно обладает большой засухоустойчи-

ностью, которая объясняется чрезвычайно экономным расходом влаги и высокой водопоглотительной способностью корней. По данным различных исследователей, транспирационный коэффициент проса составляет от 170 до 250, т. е. примерно в 2—3 раза ниже транспирационного коэффициента пшеницы.

Экономный расход влаги связан с морфологическими и физиологическими особенностями этой культуры. По строению тканей стебля и корней просо приближается к хорошо выраженным ксерофитам. Кроме того, просо обладает способностью регулировать испарение влаги при очень высоких температурах закрыванием устьиц. Благодаря большой водопоглотительной способности корней просо даже при сильном иссушении почвы, близком к коэффициенту увядания, способно сохранять жизнеспособность.

В сильную засуху весной просо часто свертывает листья и ложится на землю. В таком положении оно может оставаться сравнительно долгое время. С улучшением увлажнения просо поднимается и возобновляет свой рост.

Способность проса использовать поздние осадки, бесполезные для большинства зерновых культур, еще более увеличивает значимость этой культуры в засушливых районах.

В отношении света просо является типичным растением короткого дня. По исследованиям А. И. Руденко, в период от восходов до выметывания при температуре 22° и сокращении длины дня на 1 час просо ускоряет развитие на 1 день, а при том же сокращении дня, но при температуре 14° — на 10 дней.

В зерновом хозяйстве засушливой зоны просо имеет большое значение как пропашное растение, очищающее почвы от сорняков. Благодаря короткому периоду вегетации просо с успехом возделывается как пожнивная культура.

Стахановские звенья получают высокие урожаи проса. В 1945 г. звеньевая колхоза «Саралжин» (Актюбинской области) Кулнякова Салима получила урожай проса по 70 ц с 1 га.

Кукуруза является широко распространенной в южной полосе Советского Союза культурой. Причина такого распространения заключается в высокой урожайности, многообразном использовании и большом агрокультурном ее значении. К основным районам возделывания кукурузы относятся: Украинская ССР, Северный Кавказ, Грузинская ССР и Молдавская ССР. С выведением новых скороспелых сортов наблюдается продвижение кукурузы на север (в центрально-черноземные области и в Поволжье).

Кукуруза — теплолюбивая культура. Прорастание семян начинается при температуре 8—10°. В зависимости от сорта продолжительность вегетационного периода колеблется в пределах 85—150 дней и более. Раннеспелые сорта проходят весь цикл развития при сумме активных температур 1500—2000°, среднеспелые — 2000—2500° и позднеспелые — 2500—3000°. К заморозкам кукуруза малоустойчива, она повреждается во все периоды развития

температурой  $-1$ ,  $-3^{\circ}$  и ниже. Особо губительны для кукурузы осенние заморозки, так как пострадавшее от заморозка растение имеет мягкие и вялые початки с зерном пониженной всхожести.

Несмотря на большую теплолюбивость, кукуруза не выносит в некоторые периоды очень высокие температуры: ее пыльца погибает при температуре выше  $35^{\circ}$ , если действие последней продолжается 1—2 часа.

В отношении влаги кукуруза обладает своеобразными свойствами. Как растение влажного климата, она способна использовать громадное количество воды на создание большой органической массы урожая; но расходует воду очень производительно и принадлежит к числу относительно засухоустойчивых культур. Транспирационный коэффициент кукурузы, по разным источникам, колеблется около 200—300. По расчетам П. И. Колоскова, на 1 ц урожая зерна кукурузы расходуются около 5 мм воды (в то время как для яровой пшеницы — около 10 мм). Кукуруза хорошо использует осадки второй половины лета, в частности в южных районах — июльские, которые совпадают со временем усиленного роста растений (в период выбрасывания султана и цветения).

Посев кукурузы производится в хорошо прогретую почву ( $10-12^{\circ}$ ). При более раннем севе семена кукурузы прорастают очень медленно и могут погибнуть от различных грибных болезней; кроме того, при раннем севе есть риск подвергнуть растение вредному воздействию заморозков.

В период цветения наиболее благоприятной является теплая, влажная погода с легким ветром. Дождь во время цветения может смыть пыльцу, а сухая и жаркая погода лишает ее жизнеспособности. При неблагоприятных условиях опыления часто наблюдается череззерница.

Невыполненность початков бывает особенно велика в засушливые годы и приводит к сильному снижению урожая. Для борьбы с этим явлением применяется искусственное опыление.

Используя всю систему агротехники и преодолевая неблагоприятные условия погоды, стахановцы получают высокие урожаи кукурузы. Герой Социалистического Труда М. Е. Озерной (Днепропетровская область) получил в 1940 г. по 136 ц кукурузы с 1 га.

Сорго возделывается на территории СССР преимущественно как кормовое растение. Основными районами возделывания являются Украинская ССР, Северный Кавказ, Крым и среднеазиатские республики.

Сорго — теплолюбивое растение. Прорастание семян начинается при температуре  $8-10^{\circ}$ . При  $10-12^{\circ}$  всходы появляются через 10—15 дней; они малоустойчивы к заморозкам. Общая продолжительность периода вегетации сорго 100—150 дней. По П. И. Колоскову, за северную границу возможного возделывания сорго (на зерно) можно условно (до выведения более скороспелых сортов) принять изобилию с суммой активных температур

в 2000°. При меньшем температурном обеспечении сорго может возделываться только на зеленый корм, сено и силос.

Сорго относится к числу наиболее засухоустойчивых культур. За большую нетребовательность к почвам (мирится с засоленными почвами) и за большую выносливость к засухе сорго иногда называют «верблюдом».

Рис принадлежит к числу основных зерновых культур земного шара и используется преимущественно для продовольственных целей. Основными районами возделывания риса в СССР являются среднеазиатские республики, Закавказье и Приморский край.

В настоящее время культура риса широко развернулась в Казахской ССР, в Краснодарском крае, в южной части УССР и в южной части Поволжья.

Рис — теплолюбивая культура. Большинство сортов риса, культивируемых в СССР, проходит период вегетации за 90—130 дней при сумме активных температур 2000—4000°. Минимальная температура прорастания большинства сортов риса, возделываемых в СССР, около 10—13°. Биологический минимум температуры в период от кущения до выметывания 15—20°, а в начале созревания 20—25°. Рис — культура устойчивая к высоким температурам и при достаточном количестве воды без вреда переносит повышение температуры до 35—40°.

Падение температуры ниже 0° наносит рису повреждение различной степени, в зависимости от интенсивности и продолжительности заморозка, а также в зависимости от сорта и возраста растений.

Рис сравнительно с другими хлебными злаками — растение влаголюбивое и является преимущественно культурой орошаемого земледелия.

Возделываемый в условиях постоянного затопления, рис не нуждается в атмосферных осадках. Наоборот, при наличии орошения сухая, солнечная погода даже предпочтительнее, так как для хорошего развития риса большое значение имеет освещенность.

Возделывание риса без орошения возможно только в районах с большим количеством осадков (до 500—1000 мм за вегетационный период).

Для получения высоких урожаев решающее значение имеет правильное орошение рисового поля. Наиболее распространенный способ орошения — постоянное затопление, при котором с момента появления всходов до наступления молочной спелости нижняя часть растений непрерывно остается под водой. К концу восковой спелости поле освобождается от воды и производится уборка риса.

Передовые колхозы получают урожай риса по 30—40 ц с 1 га.

В агрометеорологических обоснованиях мероприятий, направленных на создание высоких и устойчивых урожаев главнейших

зерновых культур, особое внимание обращается на следующие моменты:

1) устранение помех в процессе формирования урожая, обусловленных засухой и суховеями, нередко наблюдаемыми в период весенне-летней вегетации культур в степной и лесостепной зонах СССР;

2) устранение неблагоприятных явлений в зимний период, влекущих за собой частичную или полную гибель озимых культур (от вымерзания, вымокания, выпревания, выпирания посевов и т. д.);

3) устранение неблагоприятных явлений, вызываемых переувлажнением почвы в районах избыточного увлажнения (заболачивание почвы, полегание хлебов и пр.);

4) предотвращение губительного действия осенних заморозков в период формирования зерна (главным образом) в Сибири;

5) преодоление климатических преград, тормозящих продвижение пшеницы в более северные районы;

6) установление оптимальных сроков и норм полива в районах орошаемого земледелия и т. д.

Представленный перечень далеко не исчерпывает всей суммы вопросов, подлежащих агрометеорологическому обоснованию. Но и этот краткий перечень достаточен для того, чтобы понять большую и ответственную роль агрометеорологов в борьбе за повышение урожайности зерновых культур на базе лучшего использования климатических ресурсов и преодоления неблагоприятных явлений погоды.

## § 22. Погода и культуры: гречиха, зерно-бобовые, подсолнечник и клещевина

**Г р е ч и х а** — ценная крупяная культура. По площади посева гречихи Советский Союз занимает первое место в мире. Основные районы возделывания гречихи сосредоточены в зоне достаточного увлажнения черноземной полосы (северные и северо-западные районы УССР, Курская, Орловская и Тульская области), а также в прилегающей к ней части нечерноземной полосы.

Гречиха имеет короткий вегетационный период: скороспелые сорта созревают за 55—60 дней при сумме активных температур около 1000—1200°, позднеспелые сорта — за 80—90 дней при сумме активных температур 1300—1500°. Вследствие короткого вегетационного периода гречиха может возделываться во многих районах как пожнивная культура. Гречиха неустойчива к заморозкам и плохо переносит высокие температуры. Транспирационный коэффициент гречихи составляет около 500—600.

Так как прорастание семян гречихи начинается при 5—8°, а всходы весьма неустойчивы к заморозкам, то гречиху сеют поздно, при прогремости почвы до 14—15°.

Специальным постановлением правительства рекомендовано колхозам проводить посев гречихи в 2—3 срока, чтобы избежать больших ее повреждений от неблагоприятных условий весны и лета.

По данным А. И. Руденко, при достаточно влажной почве всходы гречихи появляются, в зависимости от температуры, через следующее число дней после посева:

|  |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|
| Средняя суточная температура воздуха (в град.) . . . . . | 9  | 10 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| Число дней за период посев — всходы . . . . .            | 13 | 12 | 10 | 8  | 7  | 6  | 5  |

Заморозки порядка  $-1$ ,  $-2^\circ$  и ниже повреждают всходы. Скороспелые сорта гречихи на 17—20-й день после появления всходов зацветают. При наличии высоких температур (выше  $25^\circ$ ) и большой сухости воздуха завязь скручивается и засыхает. В пасмурную дождливую погоду сокращается лёт насекомых. Для лучшего опыления практикуется вывоз пасек на гречишные поля. Гречиха является одним из лучших медоносов.

Уборку гречихи начинают при созревании значительной части зерен. Запоздалая уборка ведет к потерям в силу осыпания зерен.

Горох — основная зерно-бобовая культура. Большие массивы посевов гороха расположены в лесостепи правобережья и в северной части левобережья Украины, в Татарской, Удмуртской и Мордовской АССР, в центрально-черноземной зоне и на Урале. Горох предъявляет умеренные требования к теплу. Вегетационный период гороха, в зависимости от сорта, колеблется от 60 до 130 дней при сумме активных температур  $1500-2500^\circ$ . Горох выносит заморозки до  $-5$ ,  $-6^\circ$ , а иногда даже до  $-7$ ,  $-9^\circ$ . В связи с этим посевы гороха продвигаются в СССР далеко на север, доходя до  $60-65^\circ$  с. ш. Прорастание семян гороха начинается при температуре около  $2-3^\circ$ . При более высоких температурах скорость прорастания увеличивается. По данным А. И. Руденко, всходы в зависимости от температуры появляются через следующее число дней после посева:

|  |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|
| Средняя суточная температура воздуха (в град.) . . . . . | 6  | 10 | 14 | 18 | 20 |
| Число дней за период посев — всходы . . . . .            | 20 | 12 | 10 | 8  | 6  |

Горох считается растением влаголюбивым. Транспирационный коэффициент колеблется для разных сортов и в разных географических зонах от 400 до 800.

Близкой к гороху по своим требованиям к климатическим условиям является вика. Прорастание семян вики начинается при  $1-2^\circ$ , всходы легко переносят заморозки порядка  $-4$ ,  $-6^\circ$ .



В силу холодостойкости вика, так же как и горох, идет далеко на север, вплоть до 65° с. ш.

**Чечевица.** Семена чечевицы начинают прорастать при температуре 4—5°. Всходы чечевицы устойчивы к низким температурам и переносят весенние заморозки порядка —4, —5°. При более низких температурах (—6, —8° и ниже) всходы чечевицы гибнут.

Благодаря хорошо развитой корневой системе чечевица относительно легко переносит продолжительное отсутствие осадков. Высокие температуры и сухость воздуха отрицательно сказываются на растении и снижают урожай.

**Фасоль** относится к числу теплолюбивых культур. Семена фасоли прорастают при 8—10°. Всходы весьма чувствительны к заморозкам и погибают при малейшем падении температуры ниже 0°.

В зависимости от сорта и условий погоды общая продолжительность вегетационного периода колеблется от 90 до 130 дней.

При существующих сортах северная граница культуры фасоли проходит через середину БССР и далее по северной границе Курской и Воронежской областей.

**Соя.** Подобно фасоли, прорастание семян сои начинается при 8—10°, но соя менее чувствительна к заморозкам. Небольшие утренники до —2° не опасны.

Полное вызревание сои наступает при накоплении суммы активных температур 2400—3000°. Большое значение для нормального плодоношения имеет влажность воздуха. По А. И. Руденко, оптимум относительной влажности воздуха за летний период лежит около 70—75%. Крайним пределом является влажность 60—65%. Современные достижения селекции открывают перспективу на продвижение этой культуры к северу.

**Подсолнечник** является главной масличной культурой Советского Союза. Основные массивы посевов подсолнечника расположены в черноземных областях и в степной полосе Европейской территории СССР — в Краснодарском и Ставропольском краях, на Украине, в Ростовской, Тамбовской, Воронежской, Курской, Саратовской, Сталинградской, Куйбышевской и Чкаловской областях. В последние годы с выведением новых сортов намечилось продвижение этой культуры в более северные районы.

Продолжительность вегетационного периода скороспелых сортов подсолнечника колеблется от 90 до 100 дней при сумме активных температур 1400—1500°. Позднеспелые сорта созревают за 130—160 дней при сумме температур 2000—2500°.

Подсолнечник имеет достаточно высокий транспирационный коэффициент (около 500—600), но благодаря чрезвычайно мощной корневой системе он извлекает влагу из глубоких слоев почвы и поэтому относительно хорошо переносит почвенную засуху. Наряду с этим грубый, опушенный эпидермис, покрывающий стебли

и листья, предохраняет подсолнечник от губительного действия атмосферной засухи.

Расходование влаги подсолнечником в течение вегетационного периода идет неравномерно. По данным Саратовской опытной станции, за период от начала развития до образования корзинки подсолнечник затрачивает 25—40% всей потребной ему влаги. Остальные 60—75% воды он расходует во второй половине лета, когда происходит цветение и налив зерна. Поэтому подсолнечник более устойчив к засухе первой половины лета, чем ранние яровые хлеба.

Климатические условия оказывают большое влияние не только на урожай семян подсолнечника, но и на количественное содержание жира в семенах. Хорошая обеспеченность влагой при большом числе солнечных дней способствует значительному повышению процента жира.

Низкая температура прорастания семян (5—7°) и относительно большая устойчивость к заморозкам позволяют производить посев подсолнечника ранней весной, одновременно с яровой пшеницей. В некоторых районах практикуется посев подсолнечника под зиму. В этом случае посев производится при падении средних суточных температур ниже 6—8°, но до того, как почва замерзнет.

Согласно данным А. И. Руденко, в условиях хорошей влагообеспеченности всходы появляются в зависимости от температуры через следующее число дней после посева:

|   |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|
| Средняя суточная температура воздуха<br>(в град.) . . . . . | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Число дней за период<br>посев — всходы . . . . .            | 12 | 10 | 8  | 7  | 6  |

Всходы легко переносят заморозки до —3, —4°; температура порядка —5, —6° повреждает листья, но жизнеспособность растения сохраняется. При продолжительном воздействии более низкой температуры повреждается точка роста, а затем наступает общая гибель растения. После появления всходов идет быстрый рост корневой системы, и уже через 2 недели размеры корней достигают 40 см в глубину и 40 см в ширину. Рост стеблевой части идет медленно, и за 25—45 дней, ко времени образования корзинки, накапливается около 18% сухого вещества урожая.

В период от образования соцветий до цветения наблюдается интенсивный прирост органической массы.

При недостаточном притоке воды и питательных веществ к корзинке последняя остается недоразвитой, а семена — щуплыми и даже пустыми. Чем хуже подсолнечник обеспечен

в период от образования соцветий до цветения теплом и влагой, тем больше остается недоразвитых семян в центре корзинки.

Цветки подсолнечника выделяют нектар и опыляются пчелами и другими насекомыми. Когда насекомых-опылителей бывает недостаточно и опыление бывает неполным, производят дополнительное, искусственное опыление, благоприятно сказывающееся на урожае.

Непродолжительные заморозки, порядка  $-1$ ,  $-2^{\circ}$ , вызывают повреждение, а затем и гибель цветов.

Осадки в период от цветения до созревания подсолнечника имеют существенное значение, так как обеспечивают лучшее формирование и налив зерна. Чрезмерно жаркая и сухая погода, сопровождающаяся сильными ветрами; вредно отражается на качестве зерна и резко снижает урожай.

Уборка подсолнечника производится, когда корзинка пожелтеет, а язычковые цветки засохнут и семена примут нормальную окраску.

**Клещевина.** Клещевина в основном является растением достаточно влажного климата тропиков и субтропиков, хотя постепенно, по мере выведения все более скороспелых сортов, культура ее продвигается на север. В дореволюционной России были лишь незначительные посевы клещевины. В советское время площадь под этой культурой быстро растет, так как получаемое из нее масло идет на разнообразные промышленные цели.

Клещевина — однолетнее, перекрестно опыляющееся растение. Как растение, происходящее из жарких стран, клещевина очень теплолюбива. Даже наиболее скороспелые формы требуют для созревания первой центральной кисти около 3—5 месяцев при сумме активных температур  $2700-3000^{\circ}$ .

Клещевина требовательна к влаге и дает лучшие урожаи там, где количество осадков составляет не ниже 400 мм в год. В засушливых районах высокие урожаи клещевины могут быть получены только при орошении.

Прорастание семян начинается при температуре  $10^{\circ}$ . Малейшее падение температуры ниже  $0^{\circ}$  повреждает всходы; взрослые растения повреждаются при температуре  $-3$ ,  $-4^{\circ}$ .

По данным А. И. Руденко, период от посева до всходов продолжается при температуре  $12-13^{\circ}$  22 дня, а при температуре  $18-19^{\circ}$  — 11 дней. От всходов до начала цветения проходит 7—8 недель. В период от образования соцветий до цветения клещевина хорошо отзывается на очень теплую влажную погоду. От начала цветения до созревания центральной части кисти проходит около 2 месяцев. При созревании кисть становится бурой. Наиболее благоприятной температурой для созревания корбочек является  $24-26^{\circ}$  и несколько выше. Семена, заключенные в плотную оболочку, от заморозков не страдают.

### § 23. Погода и культуры: хлопчатник, лен, конопля, кенаф и канатник

Успешное возделывание прядильных культур, так же как и возделывание зерновых, во многом зависит от правильного учета климатических условий и гибкого маневрирования приемами агротехники по ходу погоды.

Рассмотрим некоторые особенности каждой культуры в отдельности.

Хлопчатник является главным прядильным растением южных районов. Получаемое из него волокно служит основным сырьем хлопчатобумажной промышленности. Ведущая роль в производстве хлопчатника принадлежит среднеазиатским республикам, где сосредоточено около 75% орошаемого хлопководства. На втором месте стоят закавказские республики. За последние годы хлопчатник продвинут в новые, более северные районы, расположенные на юге Европейской территории СССР: в южную часть Украины, в Крым, Северный Кавказ и Нижнее Поволжье.

Хлопчатник принадлежит к числу теплолюбивых культур. Активное прорастание семян хлопчатника начинается при температуре 12—15°. Развитию хлопчатника благоприятствуют высокие температуры; быстрее всего он развивается при 25—30°.

Температура 15—20° замедляет темпы роста и ухудшает плодообразование. Однако слишком высокие температуры (35—40°) также отрицательно сказываются на темпах роста: приводят к понижению процента выхода волокна и ухудшению его качества. Падение температур ниже 0° является губительным.

При прочих равных условиях урожай хлопчатника бывает тем выше, чем длиннее безморозный период. В старых районах хлопководства весь цикл развития позднеспелых сортов хлопчатника длится 5—7 месяцев при сумме активных температур около 4000—4500°. В новых районах хлопководства скороспелые сорта хлопчатника вызревают за 130—150 дней при сумме температур 2800—3500°.

По П. И. Колоскову, хлопчатник является одним из весьма засухоустойчивых культур, хорошо оплачивающих дополнительную влагу при достаточной продолжительности теплого периода. Во всех старых районах хлопководства хлопчатник возделывается при искусственном орошении. В новых же районах неполивного хозяйства хлопчатник мирится с относительно небольшим количеством осадков (250—300 мм), но при условии, если они выпадают равномерно.

Значительная засухоустойчивость хлопчатника объясняется его развитой, мощной корневой системой.

Хлопчатник — растение короткого дня, удлиняющее период вегетации с увеличением световой части суток. Путем яровизации посевного материала удастся значительно сократить первый пе-

риод вегетации и ускорить плодообразование, что весьма важно при продвижении хлопчатника на север.

Хлопчатник является светолюбивой культурой и снижает урожай сырца в условиях излишне загущенных посевов, а также в условиях пасмурной и облачной погоды.

Посев хлопчатника производится после того, как пройдут весенние заморозки, в хорошую прогретую почву (до 10—12°). Запоздывать с посевом хлопчатника, однако, ни в коем случае нельзя, так как поздние посевы, имея до наступления осенних заморозков меньший период вегетации, значительно понижают урожай сырца.

При температуре около 15° всходы появляются на 12—15-й день, а при температуре 20° — на 6—8-й день.

Ливневые дожди в период сева (в условиях поливного хозяйства) оказывают вредное влияние, так как вызывают образование почвенной корки, мешающей выходу проростков семян на поверхность.

В период от всходов до бутонизации, который длится около 35—50 дней, биологический минимум температуры лежит в пределах 12—15°. В период цветения, наступающий через 20—30 дней после образования первых бутонов, биологический минимум температуры поднимается до 16—20°, а позже (в период плодоношения) снижается до 12—15°. Период от цветения до созревания длится около 40—60 дней, в зависимости от температуры и сорта. Период плодоношения длится более месяца. Сбор сырца ведется по мере раскрытия коробочек. Заморозки прекращают вегетацию хлопчатника, после чего производится последний сбор сырца, но уже с волокном худшего качества.

Основными факторами погоды, создающими благоприятные условия для высокого урожая сырца в условиях поливного хозяйства, являются следующие:

- 1) достаточное увлажнение почвы ко времени посева и отсутствие дождей (особенно ливневого порядка) после посева;
- 2) хорошая прогретость почвы в период прорастания семян;
- 3) постепенное повышение температуры и отсутствие заморозков после появления всходов;
- 4) высокие температуры (выше 20°), но не чрезмерно жаркая погода в течение всего периода вегетации;
- 5) позднее наступление осенних заморозков.

Лен благодаря наличию большого разнообразия форм, приспособленных к разным климатическим условиям, возделывается на широких пространствах земного шара — от крайних северных границ земледелия до его пустынных пределов.

Наиболее распространенными формами являются лен-долгунец и лен-кудряш. Лен-долгунец имеет высокий стебель (80—130 см), ветвящийся лишь в верхней своей части. Возделывается главным образом на волокно, обладающее хорошими прядильными качествами; дает урожай льняного семени, из которого

вырабатывается ценное техническое масло. Лен-кудряш — сильно ветвящееся растение, высотой 30—35 см. Возделывается почти исключительно как масличное растение, так как дает много семян при низком качестве волокна. Между льном-долгунцом и льном-кудряшом имеются переходные фазы.

Лучшие урожаи льна-долгунца получаются в условиях умеренного и влажного климата, где в ходе температуры отсутствуют резкие скачки и влажность воздуха достаточно высокая. К таким районам относятся северо-западные, западные и центральные районы нечерноземной полосы.

В зависимости от условий погоды период вегетации льна-долгунца длится около 80—90 дней при сумме активных температур 1500—1900°. В условиях более теплого и сухого климата качество волокна ухудшается.

Лен требует наибольшего количества влаги в первую половину периода развития, т. е. от посева до полного цветения, и значительно меньшего в период от конца цветения до созревания. На образование единицы сухого вещества урожая лен расходует, при средней влажности почвы в 60% от полной влагоемкости, примерно 400—430 единиц воды. Недостаток воды в почве в период от посева до полного цветения резко задерживает рост льна и образование волокна, понижая вместе с тем его качество.

Основным элементом структуры урожая прядильного льна является число растений на единице площади и длина неветвящейся части стебля. В силу этого приемы возделывания льна и направлены на то, чтобы добиться оптимальной густоты стояния растений (2500—3000 растений на 1 м<sup>2</sup>) и содействовать формированию наилучшего качества волокна при наибольшем его урожае. Учет условий климата и погоды играет при этом немаловажную роль.

Посев льна производится в возможно ранние сроки, как только просохнет почва и начнутся полевые работы. Более поздний посев ведет к ухудшению качества волокна и уменьшению сбора семян.

Проросший при низких температурах лен лучше переносит заморозки. В фазе всходов лен легко выдерживает понижение температуры до —3°; окрепшее взрослое растение не повреждается и более низкими температурами (до —5, —10°).

Большая сухость почвы в период сева, а также запыление почвы от дождей, с образованием корки на ее поверхности, являются отрицательным фактором для получения необходимой густоты всходов. Борьба с этим явлением считается одним из важнейших условий получения высокого урожая.

Рост льна в высоту в первый месяц жизни идет очень медленно, затем темпы роста ускоряются, и в период интенсивного роста суточный прирост стебля достигает 4—5 см.

Важной задачей ухода за льном служит прополка. Стахановцы проводят прополку в ранние сроки, при высоте роста льна

менее 15 см. При высоте 30 см прополка связана с сильным затоптыванием растений.

Весь период от всходов до образования соцветий продолжается, в зависимости от внешних условий, 30—50 дней. Период от образования соцветий до цветения длится 5—15 дней. Благоприятным фактором в этот период является повышенная влажность воздуха, частые, не ливневого характера дожди и обильные росы.

Уборку льна (теребление) ведут в сухую погоду и не по росе, так как увлажненность стеблей затрудняет их просушку. Дождливая погода в период созревания вызывает полегание посевов льна и требует специальных мер при уборке.

Сроки уборки находятся в зависимости от цели возделывания. У льна различают четыре фазы спелости.

Первая фаза — зеленая спелость — начинается тотчас после отцветания, когда подсыхают только нижние листья; при уборке в это время семян почти не образуется.

Во вторую фазу — ранняя желтая спелость — листья нижней половины стебля засыхают, коробочки желтеют; семена остаются светлыми, но дозревают после уборки; волокно получается наилучшего качества.

В третью фазу — полная желтая спелость — коробочки буреют, листья остаются только у вершины стебля, волокно хорошего качества.

В четвертую фазу — полная спелость — семена твердеют, стебли становятся бурыми, листьев нет. Волокно низкого качества.

Согласно постановлению правительства, колхозы убирают лен в фазе ранней желтой спелости.

Конопля, подобно льну, является культурой двойного использования и занимает в СССР третье место по значению как прядильное растение (после хлопчатника и льна) и четвертое — как масличное растение (после подсолнечника, хлопчатника и льна). Волокно, получаемое из ее стеблей, относится к группе длинных и грубых волокон и отличается высокой прочностью. Культура конопли в СССР имеет широкое распространение, но, в соответствии с повышенными требованиями этой культуры к теплу и влаге, лучшими районами возделывания ее являются Орловская, Курская, Черниговская и Тамбовская области и Мордовская АССР.

К теплу конопля более требовательна, чем лен, и лучше мирится с высокими температурами.

Продолжительность вегетационного периода конопли составляет около 80 дней для северных форм и 120—150 дней для южных при общей сумме активных температур 1800—2800°.

В начальные фазы развития конопля устойчива к заморозкам и без вреда переносит понижение температуры до  $-8$ ,  $-10^{\circ}$ ; с переходом к плодообразованию устойчивость к заморозкам понижается.

Конопля — влаголюбивое растение. Ее транспирационный коэффициент составляет около 600—800. Она резко реагирует на недостаток влаги в почве, особенно в период интенсивного роста. При слабом увлажнении в этот период она не достигает нормальной высоты и дает мало семян. Однако в разгар цветения и перед уборкой частые дожди вредны, так как от сырости стебель темнеет, пенька обесценивается, приобретая тусклый цвет.

Расходуя очень много воды на создание урожая, конопля в то же время лучше развивается в зонах с умеренной и даже пониженной влажностью воздуха.

Конопля — растение короткого дня. Северные формы конопли, перенесенные в южные условия (с более коротким днем), ускоряют свое развитие, увеличивая продукцию семян и масла, но дают низкие урожаи волокна и короткий стебель. Наоборот, южные формы, перенесенные в северные широты (с более продолжительным днем), увеличивают продукцию волокна, резко снижая или не давая вовсе урожая семян.

Хотя семена конопли прорастают при относительно низкой температуре (1—3°), посев конопли в целях получения дружных всходов производят при хорошей прогретости почвы (до 6—10°). Запоздалый посев ухудшает выход и качество волокна.

При температуре 5—7° всходы конопли появляются на 15—20-й день, при температуре 8—13° — на 12—17-й день и при температуре 13—16° — на 8—9-й день. В ранний период после всходов конопля развивает главным образом корневую систему, надземная же часть растет слабо. Позже, через 15—40 дней, в зависимости от сорта наступает период усиленного роста вегетативных органов, который охватывает примерно треть всего вегетационного периода.

Через 30—60 дней после посева образуются соцветия, а еще через 15—20 дней появляются цветы на мужских и женских растениях.

При двустороннем использовании (на семена и волокно) уборка конопли разделяется на две фазы: мужские растения (посконь), дающие только волокно, убирают на 40—50 дней раньше женских растений (матерки), дающих и пеньку и семена.

Высокому урожаю волокна благоприятствует высокая влажность почвы в период интенсивного роста (до цветения), высокому урожаю семян — хорошее увлажнение в период от уборки посконя до уборки матерки.

Кенаф возделывается ради волокна. Основная масса посевов этой культуры сосредоточена на Кубани, в Закавказье, в южных районах Казахской ССР, в Киргизской ССР и частично в Таджикской ССР. Кенаф — типичное растение жарких стран, но легко акклиматизирующееся в новых почвенно-климатических условиях.

Семена кенафа начинают прорастать при 10—12° и дают всходы не раньше чем через 10 дней; при 20° всходы появляются через 4—5 дней.



Продолжительность полного вегетационного периода у различных сортовых групп кенафа от 80 до 180 дней при сумме активных температур 2000—3000°.

По данным П. И. Колоскова, транспирационный коэффициент кенафа не очень высок, но, в силу развития громадной растительной массы, эта культура дает высокий урожай лишь при условии хорошей водообеспеченности.

В большинстве южных районов кенаф возделывается при искусственном орошении, причем оросительная норма составляет около 4000—5000 м<sup>3</sup>. Особая потребность в воде возникает после бутонизации.

Посев кенафа производится в хорошо прогретую почву (15—18°) тогда, когда минует угроза возврата холода, так как всходы кенафа отзывчивы на снижение температуры до —1, —1,5°.

Появившиеся всходы кенафа вначале растут медленно, но позже (ближе к цветению) прирост ускоряется и достигает 8—10 см в день.

Канатник возделывается в Советском Союзе как новая прядильная культура. Основные площади посева канатника расположены в южной полосе Европейской территории СССР (Северный Кавказ, Украина, Нижнее Поволжье и др.), но культура канатника может идти значительно севернее.

Продолжительность вегетационного периода канатника составляет 70—150 дней при сумме активных температур для скороспелых сортов до 1600—1800°.

При температуре 8—12° всходы канатника появляются на 4—7-й день. В зависимости от сорта, через 30—80 дней после всходов образуются цветочные бутоны, и рост канатника достигает своей максимальной интенсивности.

Канатник выдерживает заморозки до —3° и не боится высоких температур.

Канатник — достаточно влаголюбивое растение; при годовой сумме осадков 450—500 мм канатник нуждается в поливе.

Использование результатов агрометеорологических наблюдений и исследований для обоснования мероприятий по расширению границ возделывания прядильных культур и поднятию их урожайности, так же как и зерновых культур, весьма разнообразно.

В качестве примера укажем, что выведение новых скороспелых сортов хлопчатника позволило в свое время поставить вопрос о продвижении этой культуры в южные районы Европейской территории СССР.

В связи с этим возникла необходимость дать агроклиматическую оценку новой по отношению к культуре хлопчатника территории, определить возможность возделывания хлопчатника в условиях богарного земледелия, выявить оптимальные сроки сева и т. д.

## § 24. Погода и многолетние травы

Наукой и практикой доказана полезность включения в севооборот травосмесей для поднятия урожайности всех культур, улучшения структуры почвы и ее питательных свойств и для обеспечения животноводства хорошими кормами.

Из большого числа культур, входящих в состав травосмесей, ведущая роль принадлежит клеверу и люцерне.

Клевер возделывается преимущественно в северных и средних широтах; люцерна, как культура более засухоустойчивая, идет далеко на юг. Каждая из этих культур характеризуется своими биологическими особенностями.

Клевер (красный) является в основном культурой умеренного, достаточно влажного климата. К теплу клевер не требователен и хорошо переносит недостаток тепла при обеспеченности влагой.

По характеру морозоустойчивости, зимостойкости и некоторым другим свойствам различают два типа клевера: озимый одноукосный и яровой двуукосный. Одноукосный клевер выносит суровые зимы средней части СССР и более долговечен. Двуукосный клевер менее морозоустойчив и быстрее выпадает из посевов.

Сравнительно с озимой пшеницей клевер менее подвержен выпреванию и вымоканию.

Лучшие условия перезимовки клевера складываются при наличии в течение зимы достаточной толщины снежного покрова.

По исследованиям С. Б. Мостинской, клевер расходует за период вегетации больше влаги, чем яровая пшеница, но вместе с тем лучше использует влагу нижних горизонтов почвы, что имеет положительное значение в годы с недостаточным увлажнением.

Чтобы избежать заглушения посевов сорной растительностью в первый год жизни, когда рост и развитие этой культуры идут весьма медленно, клевер высевается под какое-либо растение, чаще под озимые хлеба или ранние яровые.

Подсев под озимые проводится весной, после боронования озимых, под яровые — немедленно после посева покровного растения. Прорастание семян клевера начинается при 1—2°, но появление всходов может иногда задерживаться в силу пересыхания верхнего слоя почвы.

Лучшим сроком уборки клевера на сено считаются: для одноукосного клевера — фаза бутонизации; для двуукосного клевера при первом укосе — фаза бутонизации, а при втором — начало цветения. При запоздалом укосе клевер теряет свои кормовые достоинства. В дождливую, сырую погоду сушка клевера производится на специально установленных вешалах.

Люцерна. Наиболее благоприятными в термическом отношении районами возделывания люцерны (при искусственном орошении) являются среднеазиатские республики и Закавказье.

Без орошения вполне удовлетворительные результаты люцерны дает в степной и лесостепной частях Украины, на Северном Кавказе, в южных районах Воронежской области, в более влажных районах Поволжья, в Западной Сибири и в Приморском крае.

Люцерна более теплолюбива, чем клевер. Весеннее отрастание люцерны происходит при температуре 7—10°. Всходы люцерны, так же как и клевера, устойчивы к заморозкам и без особых повреждений переносят снижение температуры до —4, —5°. Высокие температуры при достаточном водоснабжении вреда посевам люцерны не причиняют.

В период перезимовки люцерна обладает большей морозостойкостью, чем пшеница и клевер.

В связи с образованием мощной надземной массы люцерна потребляет за период вегетации огромное количество воды и в годы хорошего увлажнения дает более высокие урожаи.

Наибольшая потребность люцерны в воде проявляется в период отрастания и затем в период цветения. Вместе с тем, благодаря сильно растущей корневой системе и глубокому проникновению корней в почву (до 5—10 м), люцерна относится к числу засухоустойчивых культур и удовлетворительно переносит временное пересыхание верхнего горизонта почвы. Ответственным моментом в агротехнике люцерны является посев. Люцерна прорастает при низкой температуре (1—2°), но при условии хорошего обеспечения влагой; поэтому лучшим сроком посева может являться ранняя весна, когда почва уже прогрета до 3—5°, но верхний слой почвы еще содержит достаточные запасы влаги.

В последние годы Т. Д. Лысенко разработан способ летних посевов люцерны в засушливых степных районах Украины. Высеянная летом люцерна попадает в лучшие условия развития, хорошо использует влагу второй половины лета и осени и успевает хорошо развиться и укорениться до морозов.

При температуре 10—12° и достаточном увлажнении всходы люцерны появляются на 7—10-й день. Но в первый год жизни люцерна имеет медленный рост и, как правило, укоса не дает. Максимальные урожаи люцерны получают на второй и третий год жизни.

В естественных условиях увлажнения запасы продуктивной влаги метрового слоя почвы расходуются люцерной в основном на создание урожая первого укоса.

Так, по данным одного опыта С. Б. Мостинской, средние расходы запасов влаги в период формирования первого укоса составляли 18 мм за декаду, а в дальнейшем, в период отрастания отавы, расходы резко снизились и в период формирования второго укоса упали до 7 мм, а при отрастании отавы второго укоса — до 2 мм за декаду.

Лучший срок уборки люцерны совпадает с началом цветения, запоздавая уборка способствует ухудшению качества сена.

Большое значение, которое отводится многолетним травам в травопольной системе земледелия, выдвигает перед агрометеорологами важную задачу: дать агрометеорологическое обоснование проектируемым мероприятиям по расширению клина многолетних трав и поднятию их урожайности.

## § 25. Погода и картофель

Картофель — одна из широко распространенных и ценных как в продовольственном, так и в техническом отношении культур. По площади посева картофеля наша страна занимает первое место в мире. Относительно малая требовательность этой культуры к тепловым условиям и наличие разнообразных по своим биологическим свойствам сортов позволили продвинуть ее далеко на север — к широтам Якутии и Камчатки. Вместе с тем картофель может возделываться и в южных широтах. Более высокие урожаи картофеля наблюдаются в средней полосе, в условиях умеренной температуры и хорошей обеспеченности влагой.

По длине вегетационного периода все сорта картофеля можно разделить на ранние — с вегетационным периодом 70—90 дней, средние — с вегетационным периодом в 120—130 дней и поздние — вызревающие за 160—180 дней. Ранние сорта проходят весь цикл развития при сумме активных температур 900—1000°, средние — 1100—1400° и поздние — 1500—1800°.

Основная забота при возделывании этой культуры сводится к тому, чтобы ко времени уборки сохранить полное число здоровых кустов и на каждом кусте иметь полноценное гнездо клубней.

Лауреат Сталинской премии, звеньевая колхоза «Красный перекоп» (Кемеровской области) А. К. Юткина в 1943 г. собрала урожай по 1414 ц с 1 га, имея в среднем на 1 куст 3,5 кг клубней.

Одним из мероприятий, обеспечивающих получение высокого урожая картофеля, является правильное установление срока посадки.

Картофель сажают при прогревности почвы до 8—10°, т. е. до той температуры, когда начинается прорастание клубней. Запоздалый сев картофеля считается недопустимым, так как ведет к ухудшению условий произрастания культуры и к общему снижению урожая. При посадке в условиях более низкой температуры задерживается появление всходов, а если при этом имеется избыточная влажность почвы, то это ведет еще к сильному изреживанию всходов, вследствие того что часть клубней загнивает. При излишне раннем посеве возникает и другая опасность, которая заключается в том, что картофель нередко попадает под заморозки.

Заморозки порядка —0,5, —0,8° повреждают ботву частично, снижение же температуры воздуха до —1, —2° вызывает полную гибель надземных органов картофеля. Клубни после весенних заморозков, как правило, сохраняются живыми и с установлением

теплой погоды вновь прорастают, но урожай при этом оказывается заметно сниженным.

При нормальных условиях увлажнения скорость появления всходов зависит от температуры, что видно из нижеприводимых данных:

|  |    |    |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|----|----|
| Средняя суточная температура воздуха (в град.) . . . . . | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| Число дней за период посев — всходы . . . . .            | 27 | 22 | 18 | 16 | 14 | 13 | 12 |

По данным А. Г. Лорха, начиная с температуры 25° и выше, прорастание картофеля снова несколько задерживается.

После выхода первых листьев на дневную поверхность начинается рост стебля и его ветвление. Наиболее энергично ростовые процессы протекают при температуре воздуха около 20°. При сильном пересыхании почвы (до пределов, близких к коэффициенту увядания) прирост сухой массы ботвы прекращается.

Потребность во влаге и питательных веществах увеличивается по мере роста ботвы и достигает максимальной величины ко времени цветения. Оптимум увлажнения почвы лежит около 65—80% полевой влагоемкости.

Клубнеобразование у ранних сортов происходит через 20—25 дней после появления всходов, одновременно с началом образования бутонов. У среднеспелых сортов образование клубней начинается на 25—30-й день после появления всходов, за 5—10 дней до начала образования бутонов. У позднеспелых сортов начало клубнеобразования происходит на 30—35-й день после появления всходов, за 10—15 дней до начала образования бутонов. У яровизированного картофеля период всходы — начало клубнеобразования происходит на 5—7 дней быстрее.

По данным Института картофельного хозяйства клубнеобразованию наиболее благоприятствует температура в 17—18°. При температуре выше 20—25° клубнеобразование происходит вяло, а при 30° временно прекращается. При благоприятном сочетании метеорологических условий картофель дает с 1 га за 1 день до 2 т прироста в весе клубней. К началу высыхания стебля рост клубней останавливается. Для средних и позднеспелых сортов весьма существенным является правильный выбор сроков уборки.

Как излишне ранний, так и запоздалый срок уборки влечет за собой значительные потери урожая. При ранней уборке, когда ботва еще зеленая, продолжается прирост клубней в весе и, следовательно, теряется та доля урожая, которая могла бы быть получена, если бы срок уборки был сдвинут на несколько дней позже. Запоздалая уборка подвергает хозяйство риску начать работы при неблагоприятных метеорологических условиях, а именно при наступлении дождливой или морозной с выпадением снега погоды и т. д. Следует при этом помнить, что клубни кар-

тофеля, поврежденные сильным заморозком, теряют свои вкусовые качества и при хранении быстро портятся.

В период вегетации картофеля могут встретиться неблагоприятные метеорологические условия, которые вызовут те или иные отклонения от нормального хода развития растений и повлекут за собой снижение урожая.

После посева, до появления всходов и несколько позже, большой вред урожаю причиняют сильные дожди и ливни, после которых на почве образуется корка, затрудняющая появление всходов и ухудшающая условия аэрации почвы. Основным средством борьбы с коркой является своевременное рыхление посевов и дальнейшая обработка почвы в междурядьях и рядках.

В условиях затяжной дождливой погоды, а также при внесении большого количества навоза или азотных удобрений часто наблюдается бурный рост ботвы и задержка перехода растений к образованию соцветий (картофель «жирует»). В результате этого явления период клубнеобразования сильно сокращается и урожай оказывается заметно сниженным. Для предотвращения подобного явления в начале жирования (когда высота растения картофеля достигла 70 см) дается подкормка в виде калийного и фосфорного удобрений.

Смена засушливых периодов дождливыми приводит к израстанию картофеля и к образованию на молодых клубнях так называемых деток. В степных районах израстание может наблюдаться при устойчивой сухой погоде, сопровождающейся высокой температурой.

В южных районах (Украина, Северный Кавказ, Крым) при обычном весеннем посеве, даже на весьма плодородных почвах, не удастся получить высокого урожая картофеля. Объяснение этого явления и нахождение способа его преодоления дал Т. Д. Лысенко. Он установил, что при обычных весенних посадках основной причиной низких урожаев картофеля на юге является высокая температура в период клубнеобразования. Под влиянием высокой температуры в растении происходит нарушение нормальной физиологической деятельности тканей, рост прекращается и урожай в связи с этим резко снижается. Наступающее при этом вырождение картофеля передается потомству. Для предотвращения вырождения и для получения высоких урожаев на юге СССР Т. Д. Лысенко предложил новый, летний способ посадки. При летних посадках период клубнеобразования приходится на сентябрь, когда температуры бывают значительно ниже, а влажность воздуха выше. Летние посадки производятся в конце июня — начале июля.

Как светолюбивое растение, картофель весьма отзывчив на условия освещенности. Пасмурная погода, затенение участка деревьями, кустарниками и постройками, а также излишняя густота стояния растений приводит к ненормальному вытягиванию ботвы и к ее полеганию.

## § 26. Погода и культуры: сахарная свекла, кок-сагыз и табак

Сахарная свекла является основной культурой, дающей сырье для сахарной промышленности. Центром возделывания сахарной свеклы в СССР является Украинская ССР, Курская и Воронежская области, на долю которых приходится около 90% посевных площадей этой культуры. В настоящее время, с выведением новых сортов, сахарная свекла продвинулась далеко за пределы старых районов свеклосеяния: на юг — до Грузии и Армении, на восток — до Казахстана, Киргизии и Приморского края. Широкое распространение сахарной свеклы в различных районах СССР показывает, что эта культура может с успехом возделываться в разнообразных климатических условиях.

Продолжительность вегетационного периода сахарной свеклы составляет около 150—170 дней при сумме активных температур 2200—2400°. В отношении влаги свекла признается умеренно требовательной культурой. Способность сравнительно стойко переносить засуху объясняется относительно невысоким транспирационным коэффициентом (350—400) и достаточно глубоким распространением корневой системы.

К особенностям свекловичного растения следует отнести его большую отзывчивость на условия освещения. Большое число солнечных дней при условии обеспеченности влагой благоприятно сказывается на накоплении сахаров, причем особенно большое значение освещение имеет во вторую половину лета, когда идет увеличение сахаристости корней.

Как и другие корнеплоды, сахарная свекла в первый год посева образует только вегетативные органы и дает урожай сахаросодержащих корней.

Используя весь комплекс агромероприятий, стахановцы свеклосеяния получают рекордно высокие урожаи — до 800—1000 ц сахарной свеклы с 1 га при сахаристости 18—20%.

Одним из мероприятий, необходимых для получения высокого урожая этой культуры, является ранний сев. Прорастание семян свеклы начинается при температуре 4—5°. Минимальная температура, при которой допускается посев сахарной свеклы, считается 6—7°. При 5° всходы появляются через 20—25 дней, при 10° — через 10—12 дней и при 15—20° — через 5—8 дней.

Сахарная свекла устойчива к заморозкам. Заморозки в —2, —3° губят только семядоли. Всходы повреждаются при температуре —6, —7°.

С наступлением технической спелости свекла выдерживает значительные морозы, но выкопанная повреждается при температуре —1,5 —2,0°.

Неблагоприятным метеорологическим фактором в начальный период роста являются ливневые дожди, влекущие за собой образование почвенной корки, затрудняющей доступ воздуха к прорастающим семенам и увеличивающей механическое сопротивление

почвы пробивающимся на поверхность росткам. Борьба с этим явлением входит в обязательный комплекс агромероприятий.

С появлением всходов уход за культурой сводится в основном к борьбе за необходимую густоту насаждений (до 80—100 тысяч корней на 1 га) путем правильной и своевременной прорывки растений, подсева и подсадки на изреженных местах, а также к активному воздействию на ход роста растений путем применения подкормки удобрениями и своевременного рыхления междурядий.

По А. И. Руденко, благоприятными погодными условиями, содействующими получению хорошего урожая свеклы, при соблюдении всего агротехнического комплекса являются следующие:

хорошее увлажнение почвы, особенно верхнего горизонта, в период сева.

теплая погода и достаточная прогретость почвы в период посев — всходы.

теплая погода, с температурой 18—20°, при значительном количестве осадков в период вегетативного развития.

теплая, но не слишком жаркая погода, с достаточным количеством света и осадками необложного характера в период накопления сахаров.

Окончательное прекращение роста и приостановка накопления в корнях сахаров наступает, когда среднесуточная температура воздуха падает до 6° и ниже.

Кок-сагыз — растение из семейства сложноцветных, рода одуванчиков, возделывается для получения каучука, содержащегося в его корнях. Многолетний опыт выращивания кок-сагыза в различных почвенно-климатических зонах СССР показывает, что он является культурой умеренного климата. В связи с этим лучшие районы для развития кок-сагыза — северная черноземная часть СССР (Украина, Белоруссия, Курская, Орловская и Ивановская области). По данным опытных учреждений, природные условия восточных областей также благоприятны для выращивания кок-сагыза.

Высокие температуры воздуха и почвы в период вегетации отрицательно сказываются на росте и развитии кок-сагыза, поэтому жаркие районы Средней Азии являются непригодными для возделывания культуры.

На первом году жизни период вегетации кок-сагыза (от всходов до уборки) продолжается 110—130 дней, на втором году — 90—110 дней. Прорастание семян начинается при 3—4°. Температурный оптимум прорастания лежит в пределах 25—30°.

При перезимовке кок-сагыз переносит без вреда довольно суровые зимы, а весной в молодом возрасте — морозы до —6, —8°. Ко времени цветения и созревания устойчивость к заморозкам понижается и растения повреждаются при температуре —3, —4°.

Кок-сагыз отзывчив на хорошее увлажнение. Нормальное развитие растений протекает только при высокой влажности почвы,



близкой к 80% полной влагоемкости. Засуха приостанавливает рост, растение сбрасывает листву и погружается в покой. С прекращением засухи рост возобновляется.

Сеется кок-сагыз либо под зиму, либо ранней весной. Подзимний посев проводится при наступлении устойчивого осеннего похолодания, когда средняя суточная температура не поднимается выше 5°, но почва еще не замерзла. Весной посев кок-сагыза производят стратифицированными семенами, которые быстро набухают, прорастают при температуре 7—8° и дают более дружные всходы.

Имея мелкие семена, дающие слабые ростки, и медленно развиваясь в течение 1½—2 месяцев, кок-сагыз требует во время весеннего сева хорошего увлажнения верхнего слоя почвы. При недостаточной влажности почвы всходы изреживаются или совсем погибают. Цветение кок-сагыза начинается через 65—70 дней после появления всходов и длится 17—30 дней. Созревание семян продолжается 10—13 дней. Сбор семян проводят до полного раскрытия корзинки, так как семена из распутившихся корзинок легко разносятся ветром. Уборка корней на каучук производится поздней осенью.

Несмотря на новизну дела, стахановцы получают высокие урожаи кок-сагыза. Так, в колхозе «Большевик» (Сумской области) в 1939 г. был получен урожай по 71,3 ц корней и 238 кг семян с 1 га. В последние годы получены еще более высокие урожаи кок-сагыза.

Т а б а к — требовательная к теплу культура. Семена табака прорастают при температуре 13—14°. Снижение температуры до 0° вызывает повреждение листьев, а при заморозке в —1, —2° растение полностью гибнет. Лучшей для развития табака является температура в 20—25°.

Продолжительность вегетационного периода табака в зависимости от температур при 18° — 175 дней, при 22° — 130 дней, при 25° — 120 дней.

Лучшие урожаи табака получают при поддержании почвы в умеренно влажном состоянии (70—80% от полной влагообеспеченности). Как избыток влаги, так и недостаток вредит посевам.

## § 27. Погода и овощные культуры

Успешное выращивание овощных культур также требует строгого учета меняющихся условий погоды и знания реакции растений на различную напряженность метеорологических факторов.

В отношении реакции на термические условия овощные культуры могут быть разделены на две резко выраженные группы:

1) теплолюбивые культуры, не переносящие заморозков и плохо развивающиеся при падении температуры ниже 15—20°, и

2) холодостойкие, или менее требовательные к теплу, культуры, успешно возделываемые при более низких температурах.

К первой группе относятся огурцы, тыква, томаты, бахчевые и некоторые другие; ко второй — капуста, морковь, свекла, лук, горох, редька, редис, салат, брюква и др.

По требовательности к влаге овощные культуры, по В. И. Эдельштейну, располагаются в следующем порядке: наиболее требовательные — капуста, брюква, лук, чеснок, морковь, свекла; наименее требовательные — томаты, тыква, дыня и огурцы.

Следует, однако, учесть, что даже мало требовательные в отношении влаги культуры в некоторые периоды развития остро реагируют на недостаток влаги в почве и снижают урожай в случае заметного иссушения почвы.

В отношении реакции растений на продолжительность дневного освещения овощные культуры делятся, как и полевые, на две группы: растения длинного дня — капуста, морковь, лук, репа, салат, укроп, скорее зацветающие и плодоносящие в условиях большого числа часов дневного освещения, и растения короткого дня — огурцы и томаты.

Каждая из овощных культур имеет свою специфику требований к условиям внешней среды на различных этапах развития и характеризуется своими приемами возделывания.

Капуста хорошо мирится с различными условиями теплообеспеченности.

На севере капуста культивируется в холодном климате Хибин и Игарки, на юге возделывается вплоть до жарких субтропических районов.

Общая продолжительность вегетационного периода ранних сортов капусты составляет 110—150 дней, среднеспелых — 150—175 дней и позднеспелых — 175—200 дней. Поздние сорта убираются с поля обычно в глубокое осеннее время. Низкая температура до  $-6$ ,  $-7^{\circ}$  переносится капустой без вреда; повреждение капусты начинается при температуре  $-9$ ,  $-10^{\circ}$ , а гибель наступает при температуре  $-11$ ,  $-12^{\circ}$ . Плохо переносит капуста попеременное замерзание и оттаивание.

Не требовательная к теплу, капуста весьма отзывчива на условия увлажнения и является культурой влаголюбивой. При недостаточном увлажнении капуста развивается слабо, образует лишь небольшой зеленый кочан, дает низкий урожай. По данным Е. Петрова, количество воды, затрачиваемое на создание 1 т урожая, составляет около 80—100 м<sup>3</sup>. Следовательно, при урожае 45 т с 1 га общий расход воды составляет до 4500 м<sup>3</sup>. Но если учесть, что даже в хорошо увлажненных районах количество осадков за период вегетации культуры составляет около 2500 м<sup>3</sup>, то станет очевидным, что для получения высоких урожаев этой культуры необходимо применение искусственного орошения.

Капуста высаживается в открытый грунт в виде рассады, в силу чего успех возделывания этой культуры в значительной мере зависит от условий выращивания рассады. Чтобы получить крепкую, неизнеженную рассаду необходимо регулировать тепловой режим в парниках, открывая их для доступа наружного воздуха в дневные часы и тщательно закрывая в ночное время, когда ожидается похолодание.

Прием высадки капусты рассадой применяется не в целях избежания заморозка, так как рассада капусты достаточно морозоустойчива и легко переносит понижение температуры до  $-4$ ,  $-6^{\circ}$ , а в силу необходимости обеспечить для средних и поздних сортов достаточную продолжительность вегетационного периода, а для ранних сортов — возможно раннее получение рыночной продукции.

Высадка рассады белокочанной капусты производится при наличии пяти-шести, а цветной — трех-четырех настоящих листьев. Для хорошей приживаемости рассады необходима систематическая поливка растений, обеспечивающая поддержание почвы во влажном состоянии.

Морковь и свекла. Оба корнеплода, как правило, высаживаются в грунт, хотя свекла, в отличие от моркови, легко приживается и рассадой.

Морковь является более холодостойким и засухоустойчивым растением, чем свекла. Прорастание моркови и начало роста может происходить уже при  $3^{\circ}$  тепла. Прорастание семян свеклы начинается около  $5-8^{\circ}$ , поэтому в холодную погоду появление всходов задерживается. Молодые всходы обеих культур безболезненно переносят заморозки до  $-4$ ,  $-5^{\circ}$ . Повреждение начинается при снижении температуры до  $-6$ ,  $-7^{\circ}$ , а гибель — при  $-8$ ,  $-9^{\circ}$  и ниже. Свекла после перенесения заморозков часто идет в ствол, и растение превращается в одногодичное. Высокие температуры переносятся свеклой лучше, чем морковью. К высоким температурам воздуха морковь мало устойчива, в особенности если температура сопровождается пониженной влажностью почвы. В этом случае морковь образует небольшой деревянистый корнеплод. В силу указанного свекла дает в южных районах большие урожаи, чем морковь. При избытке влаги обе культуры снижают урожай.

Длина вегетационного периода составляет от 100 до 120 дней, в зависимости от сорта. Общая потребность в тепле за вегетационный период, по данным Г. Т. Селянинова, составляет сумму среднесуточных температур выше  $10^{\circ}$  около  $1200-1600^{\circ}$ . На 1 т урожая моркови и свеклы, по Е. Петрову, затрачивается около  $80-100 м^3$  воды.

Турнепс и репа. Обе культуры отличаются значительной скороспелостью и холодостойкостью. Семена турнепса и репы прорастают при  $1-2^{\circ}$  тепла, а молодые растения хорошо развиваются при  $6-8^{\circ}$ . Турнепс и репа без вреда переносят кратко-

временные заморозки до  $-1$ ,  $-3^{\circ}$ . Для полного развития турнепса в первый год жизни требуется 100—120 дней, а для репы — 60—90 дней. Обе культуры высеваются поздно (июнь, июль), после того как минует опасность нападения первого поколения блохи. Первое прореживание делается, когда растения достигнут 4—8 см, второе прореживание — через 10—15 дней после первого.

Благодаря короткому вегетационному периоду и большой холодостойкости возделывание этих культур распространяется на самые северные широты Советского Союза.

Уборку турнепса и репы производят до наступления интенсивных заморозков.

**Редис** имеет наиболее короткий вегетационный период. От посева до уборки редиса требуется от 20 до 50 дней, в зависимости от сорта и условий погоды. Всходы редиса сравнительно легко переносят заморозки до  $-4^{\circ}$ . Взрослое растение переносит заморозки еще более интенсивные. Прорастание семян редиса начинается при  $2-3^{\circ}$  тепла. При недостатке влаги редис развивается плохо. В условиях засухливости корнеплод редиса становится дряблым, быстро деревенеет; при избытке влаги — растрескивается.

**Брюква**. Длина вегетационного периода колеблется от 100 до 120 дней. Не требовательная к теплу, эта культура идет далеко на север. Наоборот, на юге, при высокой температуре, даже в условиях искусственного орошения брюква развивается слабо и дает деревянистый корнеплод. Семена брюквы начинают прорастать при  $2-3^{\circ}$  тепла. Всходы выдерживают заморозки от  $-2$ ,  $-4^{\circ}$ . Взрослые растения выдерживают понижение температуры до  $-5^{\circ}$  и больше.

**Сельдерей**. Эта культура также относится к числу холодостойких. Всходы сельдерея не повреждаются заморозками до  $-4$ ,  $-5^{\circ}$ . Взрослые растения выдерживают морозы до  $-9^{\circ}$ . Недостаток влаги в почве задерживает рост сельдерея, снижает его урожай; избыток влаги также вреден.

**Лук**. Прорастание семян лука начинается при температуре  $2-3^{\circ}$ . Незначительные заморозки (около  $-2^{\circ}$ ) лук переносит хорошо. При снижении температуры до  $-3$ ,  $-4^{\circ}$  начинается отмирание концов листьев. Высокая температура (порядка  $35-40^{\circ}$ ) нарушает нормальные функции растения. Лук предъявляет большие требования к влаге. При засухе развивается слабо.

**Огурцы**. Огурцы — культура, требовательная к теплу и свету. По Г. Т. Селянинову, для возделывания огурцов, при полном их сборе, требуется за период вегетации сумма среднесуточных температур выше  $10^{\circ}$  не меньше 1800—2000°. По исследованию А. М. Алпатьева на Урале, районы, имеющие за теплый период года меньшую сумму тепла, дают резко выраженное снижение урожая. Недобор урожая в зависимости от характера погоды может колебаться и по отдельным годам.

В связи с большой требовательностью огурцов к теплу успех их возделывания в районах, недостаточно обеспеченных теплом, зависит в значительной мере от выбора участка. Участок под огурцами должен обладать такими микроклиматическими особенностями, которые заметным образом имели бы преимущества в тепловом отношении сравнительно с другими участками. Опытный овощевод-бригадир колхозник Н. Мазнев, получивший в засушливом 1946 г. под Москвой по 627 ц огурцов с 1 га, следующим образом характеризует выбранный им под посев огурцов участок: «Наш огуречный участок был размещен в замкнутом котловане, открытом на южную сторону, и напоминал собой естественный большой открытый парник. Здесь почти никогда не бывает сильных ветров, солнце припекает и держится теплый воздух».

При выращивании огурцов очень большое значение имеют сроки сева. Сев, проведенный в возможно ранний срок, позволяет добиться ускоренного развития растений, более раннего цветения и плодоношения. Однако огурцы очень требовательны к температуре воздуха и почвы во время прорастания семян, а появившиеся всходы совершенно не переносят даже кратковременных небольших заморозков. Это в сильной степени ограничивает возможности передвигать сроки сева. При ориентации в сроках сева необходимо учитывать скорость прорастания семян и появления всходов. При температуре ниже 12° семена огурцов не прорастают, при температуре 18° всходы появляются медленно — через 8—10 дней, а при температуре в 30° — быстро, через 3—5 дней. В жизни огуречных растений очень важную роль играет свет. Огурцы — светолюбивое растение. При благоприятных условиях питания, необходимой влажности и температуре огурцы лучше растут, а плодоносят только при наличии хорошего солнечного освещения. Слишком загущенное стояние растений и размещение их на затененных участках ослабляет цветение и снижает урожай.

Огурцы медленно растут в течение первых 15—20 дней, а затем бурно разрастаются. При нормальных условиях на 14—15-й день разворачиваются семядольные листочки. Первые листочки образуются через 15—20 дней. В последующем листья развиваются значительно быстрее. Через 20—45 дней огурцы начинают цвести. Вначале на главном побеге чаще появляются мужские цветы, неправильно называемые пустоцветом, а затем на побегах второго и третьего порядка образуются женские цветы с завязью. Плоды растут быстро, вызревая через 6—8 дней после появления завязи. Во время плодоношения плети огурцов при благоприятных условиях продолжают непрерывно расти, давая много новых боковых побегов и молодых листьев, количество которых может достигать 65—75 штук на одно растение. При этом образование плодов происходит непрерывно, если их своевременно собирают в зеленом состоянии.

Мастерство стахановцев сводится прежде всего к тому, чтобы создать такие условия, при которых огурцы смогли бы возможно раньше сформировать хорошие плети, с достаточным количеством листьев, заставить во время зацвети растение, а во время плодоношения как можно дольше сохранить жизнедеятельность листьев, добиваясь непрерывного омолаживания растений за счет образования новых стеблей, побегов и листьев. Огурцы плохо переносят недостаток тепла. При длительном падении температуры ниже  $14-15^{\circ}$  рост огурцов сильно замедляется, они желтеют и молодые завязи опадают. Наилучшая температура для развития огурцов, особенно после оплодотворения завязи, колеблется около  $25-28^{\circ}$ .

**Томаты.** Широко распространенная культура томатов по своему требованию к теплу близка к огурцам. По исследованиям Г. Т. Селянинова, для вызревания томатов требуется сумма среднесуточных температур выше  $10^{\circ}$  около  $1700-2000^{\circ}$ . Прорастание семян томатов начинается при температуре от  $14$  до  $16^{\circ}$ . Заморозки порядка  $-0,5, -1,0^{\circ}$  являются губительными. Продолжительность вегетационного периода у разных сортов составляет  $90-120$  дней, у поздних —  $130-150$  дней. В силу указанных биологических особенностей возделывание томатов производится путем высадки рассады по миновании угрозы заморозков. Наиболее благоприятной для развития томатов температурой считается  $20-25^{\circ}$ . В отношении влаги томаты не предъявляют больших требований, однако, по данным Е. Петрова, количество воды, затрачиваемое культурой на каждую тонну урожая, составляет от  $80$  до  $100 м^3$ . Высокий урожай томатов может быть получен только при условии поливов.

**Бахчевые культуры** (арбуз, тыква, дыня) чрезвычайно требовательны к теплу и свету. Наиболее благоприятна для их произрастания температура около  $25-30^{\circ}$ . Падение температуры воздуха ниже  $12-15^{\circ}$  нарушает нормальные функции растений. Заморозки порядка  $-0,5, -0,8^{\circ}$  являются для них губительными. Отводимые под бахчевые культуры поля обязательно должны хорошо освещаться прямыми солнечными лучами и хорошо прогреваться.

Вследствие высокой требовательности дыни к теплу район распространения большинства сортов ограничивается линией, проходящей примерно по  $52-53^{\circ}$  с. ш. Однако благодаря успехам современной агробиологической науки выведены новые сорта и найдены новые способы возделывания бахчевых, позволяющие продвинуть границу возделывания их в более северные районы.

#### § 28. Погода и плодово-ягодные культуры

С общим подъемом благосостояния трудящихся и увеличением в связи с этим спроса на ценную по своим вкусовым качествам плодово-ягодную продукцию планомерно возрастает роль плодводства в нашей стране.

Благодаря успехам мичуринской селекции, внедрению в культуру новых зимостойких сортов и применению стелющихся форм граница промышленного плодоводства все более продвигается на север и восток.

В настоящее время в Советском Союзе культивируется свыше 50 видов плодово-ягодных растений. Основными по занимаемой площади культурами являются яблоня, вишня и виноград. Остальные породы располагаются в следующей последовательности: груша, слива, ягодники, абрикос, персик, мандарин, апельсин, лимон и др.

Все плодовые растения отличаются долговечностью и большой растянутостью своего развития. За свою жизнь они проходят последовательно несколько этапов развития и с определенного возраста начинают плодоносить, сохраняя это свойство в течение многих лет.

В эмбриональный период развития организм плодовой культуры весьма восприимчив к различным изменениям, происходящим как внутри материнского растения, так и во внешней среде. Поэтому, согласно современным представлениям мичуринской агробиологии, условия формирования зародыша в значительной мере сказываются на будущем взрослом растении. В следующий период развития, который начинается с момента позеленения семязлолей и охватывает весь период вегетативного роста до первого плодоношения, организм обладает еще большей пластичностью и относительно легко изменяется под воздействием внешних условий и способа культуры; некоторые из этих изменений могут передаваться по наследству. Создание новых ценных сортов путем рационального воспитания семян в молодом возрасте является основой учения Мичурина и замечательным достижением современной агробиологической науки.

Взрослое, вполне сформированное растение за одногодичный период вегетации проходит несколько фаз развития: набухание и распускание почек, вегетативный рост, плодоношение и листопад. После листопада плодовые растения вступают в период зимнего покоя, который длится до начала следующего весеннего потепления.

Срок наступления фаз развития, количество заложившихся плодовых почек, обилие завязавшихся плодов и процесс формирования плодов в значительной мере зависят от всей совокупности внешних условий, в частности от всего хода метеорологических условий. Поэтому знание реакции плодовых растений на изменение факторов внешней среды является обязательной предпосылкой к рациональному управлению ростом, развитием и урожаем этих культур.

Различные породы и их сорта предъявляют неодинаковые требования к внешним условиям, в зависимости от их биологических особенностей, и должны быть рассмотрены каждая в отдельности.

Яблоня является наиболее распространенной плодовой культурой. Многие сорта яблони нормально плодоносят в тех широтах, где сумма активных температур равна  $1500^{\circ}$  за вегетационный период. Северная граница произрастания яблони проходит по южной части Карело-Финской ССР на Пермь, севернее Свердловска на Омск, Минусинск, Ворошилов Уссурийский и через Приморскую область на Сахалин.

Препятствием к введению более ценных сортов яблони в северные широты и в районы с континентальным климатом является повреждаемость деревьев в зимний период морозами. По данным ряда исследований, надземные части яблони в период зимнего покоя повреждаются при температуре воздуха  $-30, -40^{\circ}$  (в зависимости от сорта), а повреждение корней начинается при температуре почвы  $-12, -15^{\circ}$ . Одним из факторов, обуславливающих повреждение зимними морозами, является недостаточное вызревание тканей в течение вегетационного периода. В Средней Азии, при наличии длинного теплого периода, невызревание однолетней древесины случается редко. Поэтому даже такие южные сорта, как Размарин, Кандиль Синап и др., выдерживают там морозы до  $-20, -25^{\circ}$ , в то время как в более северных районах, с коротким летом, они при тех же снижениях температуры вымерзают.

Повреждения, вызванные морозами зимой, обнаруживаются только весной, когда сад начинает зеленеть: побитые морозами деревья остаются черными, при срезе побега видно побурение древесины и сердцевины.

В последнее время в Сибири получила значительное распространение культура яблони стелющейся формы. Такая форма предложена А. Д. Кизюриным; она резко уменьшает вероятность повреждения растений низкими температурами и позволяет в условиях суровых зим получить достаточно высокие урожаи.

Резкие колебания температуры зимой и ранней весной также наносят большие повреждения яблоням и другим плодовым культурам. Особую опасность в этом отношении представляют ясные дни в конце зимы, когда кора после сильного нагрева на солнце днем подвергается ночью воздействию низкой температуры, в результате чего происходит разрыв тканей и образование морозобоин.

Обязательным мероприятием, уменьшающим повреждаемость деревьев от резких колебаний температуры, является побелка стволов и основных сучьев известковым молоком. Этим преследуются две цели: во-первых, дезинфицируется кора и, во-вторых, ослабляется действие солнечных лучей.

Наиболее существенный вред яблоням и другим плодовым культурам наносят поздние весенние заморозки, особенно в тех случаях, когда они совпадают с раскрытием плодовых почек и цветением деревьев. Цветы яблони начинают повреждаться при заморозках порядка  $-2, -3^{\circ}$ . Снижение температуры во время



цветения до  $-5$ ,  $-8^\circ$  наносит массовое повреждение и обрекает урожай плодов на полную гибель.

Отрицательное действие на плодообразование оказывает в период цветения пасмурная, сырая погода, затрудняющая лёт насекомых и препятствующая массовому опылению цветов.

В период после цветения наиболее существенное значение имеют осадки и влажность почвы. Длительное отсутствие осадков и связанное с ним сильное пересыхание почвы ведут к большому опадению завязей и уменьшению размеров плодов. При систематическом недостатке воды ослабляется общий прирост, снижается развитие листового аппарата, ослабляется цветение и резко уменьшается общий урожай. Поэтому борьба за накопление и сбережение влаги в почве под яблонями и другими плодовыми культурами является необходимым условием для получения высокого урожая.

Избыток влаги, как и недостаток, в такой же степени неблагоприятно сказывается на урожае плодов. Отрицательное воздействие на урожай яблочек избыточного увлажнения особенно резко проявляется при наличии близкого стояния грунтовых вод, вызывающего ослабление корневой системы и всего дерева.

Значительный вред яблоням и другим плодовым культурам в период плодоношения наносят сильные ветры, обивая завязи, срывая плоды и ломая сучья. В целях защиты культуры от ветров вокруг сада создается искусственная защита из двух типов посадок: внешней опушки и ветроломной линии.

При закладке молодого сада большое внимание уделяется микроклиматическим особенностям территории. В большинстве районов СССР для яблони пригодны пологие склоны от  $1$  до  $10^\circ$ , причем в более северных районах, где увлажнение достаточное, преимущество отдается верхним частям более теплых склонов. В сухих районах для яблони предпочтительнее средние части склонов, как более увлажненные. В восточных континентальных районах избегают склонов южных, северо-восточных и восточных экспозиций, так как на них наблюдаются резкие колебания температуры. Без соответствующей мелиорации непригодны для яблони пониженные места с близким ( $1,2$ — $2,5$  м) нахождением застойных грунтовых вод.

Груша, как и яблоня, — культура умеренного климата. Большинство культивируемых сортов груши требует для своего произрастания несколько больше тепла, чем яблоня. Для успешной культуры летних сортов груши необходим безморозный период в 135 дней, а для осенних и зимних — в 150—185 дней. Северная граница произрастания груши проходит от Ленинграда на Ярославль — Горький — Казань — Чкалов. Промышленное значение эта культура имеет главным образом в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии. Разведение европейских сортов считается ненадежным в местностях, где имеют место морозы порядка  $-25$ ,  $-30^\circ$ . Однако с внедрением в производство сортов,

выведенных И. В. Мичуриным, граница культуры груши заметно продвинулась к северу и на восток.

**Вишня** — одна из самых распространенных культур в семействе косточковых. Северная граница произрастания совпадает примерно с северной границей яблони. Вишня хорошо переносит зимние морозы и более устойчива к весенним заморозкам, чем яблоня.

**Слива**, благодаря большому разнообразию сортовых разновидностей, распространена как на юге, так и в средней полосе Европейской территории СССР. Мичуринские сорта сливы выдерживают понижение температуры до  $-30$ ,  $-40^{\circ}$ . Уссурийские разновидности Китайской сливы исключительно морозоустойчивы и выносят морозы до  $-50^{\circ}$ . Лучшие сорта сливы возделываются в южных районах: на Черноморском побережье Кавказа, в Молдавской ССР и на юге Украины.

**Абрикос** — культура довольно требовательная к теплу. Европейские сорта дают высокие и регулярные урожаи лишь в районах, где весна протекает без дождей, туманов и заморозков, а зимняя температура не опускается ниже  $-25^{\circ}$ . Абрикос очень рано зацветает и поэтому часто попадает под весенние заморозки. Основными районами распространения являются среднеазиатские республики, Закавказье, УССР и Северный Кавказ. Лучшими для культуры абрикосов являются хорошо освещенные и хорошо аэрируемые дренированные склоны.

**Персик** распространен преимущественно в южных районах плодородства и является довольно требовательным к теплу растением. Северная граница персика проходит примерно по югу Украины — с Винницы на Мариуполь, по предгорьям Кавказа на Махачкала. Хотя отдельные сорта персика достаточно холодостойки и выносят в период покоя понижения температуры до  $-20$ ,  $-25^{\circ}$ , все же климат субтропических районов является для них наилучшим.

**Миндаль** — теплолюбивое растение. Распространение его ограничено некоторыми районами Средней Азии и Закавказья. Характерной особенностью миндаля является очень раннее цветение, поэтому возделывание этой культуры приурочено к предгорным условиям, где во время цветения отсутствуют заморозки. Миндаль — одно из самых засухоустойчивых плодовых растений. В этом отношении среди плодовых пород ему нет конкурентов. Сырые места для культуры миндаля непригодны.

**Цитрусовые** (мандарин, апельсин, лимон) — вечнозеленые плодовые деревья. У них нет ярко выраженного периода покоя, поэтому в их кроне в период вегетации встречаются ветки, различные по времени возникновения.

Главным районом распространения цитрусовых является зона влажных субтропиков Западной Грузии на Черноморском побережье. Этот район характеризуется продолжительным безморозным периодом (240—260 дней), средней июльской температурой

в 23—24°, морозами не ниже —10° и обилием осадков (1200—2500 мм в год). С выведением холодостойких сортов, а также с применением новой агротехники культура citrusовых с успехом продвигается в более северные районы.

Среди citrusовых наиболее холодостойким является мандарин. Он выдерживает кратковременные понижения температуры до —10°. При более сильных морозах деревья подмерзают. Апельсиновые деревья переносят непродолжительные морозы до —7°. При —7° отмирают листья и годовые побеги, при —9° отмирают стволы до корня, а при дальнейшем понижении температуры погибает все растение.

Лимон среди citrusовых является наиболее требовательным к теплу растением. Его культура может быть успешна там, где температура при заморозках не падает ниже —4, —6°.

Виноград относится к растениям теплого климата. Количество и качество его продукции определяется почвой, климатом, сортовым составом и агротехникой. Хорошие условия освещения повышают в плодах содержание сахара, уменьшают кислотность. Лучшими температурами для развития винограда являются 25—30°. При 10° рост винограда прекращается, а температуры выше 40° действуют угнетающе. При температуре ниже 0° молодые побеги и листья погибают. В период относительного покоя виноградная лоза выносит температуры до —12°, а некоторые сорта — до —15, —20°. Полный период вегетации различными сортами проходит при сумме активных температур 2500—3500°. Виноград достаточно влаголюбивое растение и его возделывание удается там, где годовая сумма осадков составляет от 500 до 800 мм. Излишнее увлажнение для винограда вредно. Выпадение осадков в период цветения вызывает осыпание цветов и уменьшает урожай. При обилии осадков в период спелости наблюдается порча ягод.

В мероприятиях по уходу за виноградом большое внимание уделяется вопросам защиты культуры от вредного влияния весенних заморозков.

В обслуживании плодово-ягодного хозяйства агрометеоролог находит широкие возможности плодотворно использовать результаты своих наблюдений и исследований.

Особенно нуждаются в агрометеорологическом обслуживании такие быстро развивающиеся в последние годы отрасли плодоводства, как культура citrusовых, винограда и др.

Эффективность агрометеорологического обслуживания этих отраслей можно иллюстрировать следующими примерами. Группой агрометеорологов, руководимой Г. Т. Селяниновым, был разработан метод микроклиматической оценки территории для целей рационального (по климатическому признаку) размещения citrusовых культур.

На базе этого метода были составлены детальные микроклиматические карты, позволившие правильно подойти к исполь-

зованию Черноморского побережья Кавказа и Крыма под цитрусовые культуры и избежать повреждения их заморозками.

Не в меньшей мере оказалась плодотворной работа Ф. Ф. Давитая по агроклиматическому районированию культуры винограда, с разрешением вопроса о возможности продвижения этой культуры в более северные районы.

## § 29. Погода и уборка

В борьбе за урожай большое значение имеет своевременная уборка без потерь. По всем культурам уборка должна производиться в тот период созревания, когда урожай основной продукции достигает максимальной величины и дальнейшее сохранение растений на корню не может дать дополнительной прибавки урожая, а лишь приведет к его снижению и качественному ухудшению. В каждом конкретном случае для установления такого оптимального срока уборки необходимо знать комплекс внешних условий (в том числе и условий погоды), определяющих темпы развития и созревания культур, а также возможные отрицательные последствия, вызываемые перестоем растений на корню.

В период самой уборки погода оказывает влияние как на состояние находящихся на корню сельскохозяйственных растений, так и на самые процессы уборочных работ. Следует, однако, иметь в виду, что чем больше механизирован процесс уборки, тем меньшую значимость имеют условия погоды, хотя и в этом случае правильный учет их оказывает существенную пользу в борьбе с потерями. Чтобы правильно оценить в период уборки погодные условия и предотвратить возможные потери урожая, необходимо хорошо знать биологические и хозяйственные особенности культур в период их созревания.

Рассмотрение этого вопроса начнем с зерновых культур.

У пшеницы, ржи, овса и ячменя различают три фазы созревания: молочную, восковую и полную спелость. Уборка растений в период молочной спелости, когда налив зерна еще не закончился, считается недопустимым, так как зерно после высыхания получается щуплым, неполновесным, недоразвитым, с малой всхожестью. При уборке в восковую спелость зерно хорошо дозревает в стогах и получается вполне полновесным и доброкачественным. Однако в этот период зерно имеет еще повышенную влажность, в силу чего, убранный комбайном, плохо выдерживает дальнейшее хранение и легко подвергается порче. Поэтому уборка зерновым комбайном производится не в восковой, а в начале полной спелости, когда влажность зерна достигает 20% и ниже. Уборка простыми машинами производится обычно в фазу восковой спелости.

При выборе оптимальных сроков уборки овса и проса приходится считаться с неравномерностью созревания зерна в метелках. Созревание зерна этих культур начинается с верхних ко-

лосков метелки, а затем охватывает среднюю и нижнюю части метелок. Поэтому оптимальным сроком уборки для овса и проса считается момент, когда у большинства растений на поле зерна верхних колосков метелки достигнут полной спелости.

Пропуск оптимальных сроков уборки влечет за собой различные, в зависимости от условий погоды, отрицательные последствия для созревания зерна и вызывает большие осложнения в уборочных работах. В жаркую, сухую погоду перестойный хлеб дает большое осыпание. Из зерновых культур большой осыпаемостью обладает овес и меньшей — озимая рожь. Ячмень при перестое теряет целые колосья, что ведет к большим потерям урожая.

В ненастную, дождливую погоду зерно оказывается с повышенной влажностью, теряет свои мукомольные качества, а иногда прорастает на корню и в снопах. Сухая и жаркая погода, ускоряющая созревание и приводящая к осыпанию зерна, чаще наблюдается на юге и юго-востоке Советского Союза, а влажная и дождливая — на севере.

В пасмурную погоду серьезной помехой для уборки является полегание хлебов. Оно затрудняет косовицу и требует принятия специальных мер (к уборочным машинам делаются специальные приспособления).

Большая влажность воздуха увеличивает влагосодержание соломы и зерна и осложняет производство уборочных работ. При сильной росе влажность зерна также сильно повышается. Наибольшей влажности растительные ткани достигают в утренние часы, днем становятся менее влажными, а к вечеру влажность травостоя опять увеличивается.

Большой помехой для работы комбайна служат сильные ветры. Для уменьшения потерь движение комбайна направляют против ветра.

Уборка кукурузы имеет свои характерные особенности. Так как при созревании зерно кукурузы не осыпается, то уборку этой культуры производят в период полной спелости, когда зерно хорошо высохнет. Однако кукуруза должна быть убрана до дождей, так как иначе неизбежны большие потери вследствие распространения грибных заболеваний и трудностей хранения.

Гречиха имеет весьма растянутый период созревания (около 30—35 дней). Во избежание потерь зерна от осыпания гречиху убирают при побурении около  $\frac{2}{3}$  растений, когда поле примет яркокрасный цвет.

Созревание гороха происходит неодновременно. При созревании одних бобов может идти образование других, особенно при дождливой погоде. Выжидать созревания всех бобов нельзя, так как это влечет за собой большие потери от осыпания наиболее крупного зерна из нижних бобов. В то же время и преждевременная уборка также нежелательна, так как в этом случае может получиться морщинистое зерно.

Особенно остро дают себя знать условия погоды в период сеноуборки. Объясняется это тем, что скошенная трава содержит значительное количество воды (60—80%), но чтобы сено могло храниться продолжительное время в скирдах или сараях, оно должно содержать влаги не более 15—17%. Это приводит к необходимости сушки скошенной травы. Сушка травы производится различным способом, в зависимости от климатических условий и характера погоды.

В зонах избыточного и достаточного увлажнения основная задача сеноуборки заключается в предохранении скошенной травы от порчи выпадающими осадками. Попавшая под дождь невысушенная трава снижает качество, так как из растения выщелачиваются растворенные питательные вещества и в сене развивается плесень. В южных районах, в теплой зоне и полупустынях основными задачами сушки сена является борьба с выгоранием или обесцвечиванием сена, происходящим в силу большой инсоляции, высоких температур и низкой влажности воздуха.

### § 30. Влияние климата и погоды на распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур

Успешное возделывание культур и получение высоких урожаев требует неустанной борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений.

Для активной борьбы с вредителями и болезнетворными микробами необходимо хорошо знать особенности их биологии. Это дает возможность во время обнаружить вредителей и болезни и вместе с тем выбрать лучшие сроки и способы борьбы с ними.

Вредные насекомые и болезнетворные грибки реагируют на изменение внешних условий, в частности условий погоды. Для таких вредителей, как саранча, благоприятна сухая и жаркая погода, а для слизней — умеренная температура и повышенная влажность. Усиленному размножению тлей способствует теплая и влажная погода. Гусеницы лугового мотылька при дождливой погоде заболевают и гибнут. Личинки и куколки свекловичного долгоносика, не успевающие из-за раннего похолодания превратиться во взрослых жуков, также погибают. Основную массу вредителей сельскохозяйственных растений составляют насекомые. Они отличаются высокой плодовитостью. При благоприятных внешних условиях одна пара травяной тли за летний период может дать потомство, исчисляемое миллионами особей.

Для ряда вредных насекомых характерно массовое появление в отдельные годы, когда условия внешней среды оказываются для них наиболее благоприятными.

Ярким примером такого положения может служить хорошо известный вредитель из мира насекомых — азиатская саранча. Это прожорливое насекомое, один из древнейших бичей человеческой культуры минувших тысячелетий. Она и теперь еще временами опустошает поля в Америке, Африке и других странах света. Наша перелетная саранча постоянно обитает в тростниковых зарослях дельты Волги и других рек, впадающих в Каспийское, Азовское, Черное и Аральское моря. В рассеянном состоянии она не причиняет большого вреда сельскому хозяйству, но бывают годы, когда неисчислимы стаи саранчи вылетают из своих исконных гнездилищ и заражают яйцами отстоящие на сотни и тысячи километров от мест их вылета поля, причиняя тем самым значительный ущерб народному хозяйству.

От одиночной формы саранча в этих условиях переходит к форме стадной. Большею частью это наблюдается в засушливые годы, когда водный режим волжской дельты складывается благоприятно для развития саранчи. Наоборот, в годы с повышенными осадками высокие половодья затопляют места, где саранча в массе откладывает кубышки, смыывают полчища отродившихся личинок, что приводит к уничтожению саранчи.

В Советском Союзе борьба с этим злостным вредителем ведется путем осушения плавней, изменения их водного режима, а также путем опыления отравляющими веществами растительности, которой питается саранча, и другими мерами.

Поведение азиатской саранчи в течение дня тесно связано с ходом температуры. Личинки азиатской саранчи пробуждаются от оцепенения при температуре около  $10^{\circ}$ . С постепенным повышением температуры жизнедеятельность саранчуков возрастает. Температура около  $25-30^{\circ}$  является оптимальной; при этой температуре саранчуки сидят на месте и питаются, более высокая температура заставляет саранчуков мигрировать в места, защищенные от солнечных лучей.

Другой вредитель из мира насекомых — озимая совка, имеющий широкое распространение в нашей стране, также прямо или косвенно связан с условиями климата и погоды.

Лёт бабочек озимой совки начинается в начале лета, с установлением достаточно теплой погоды. Большую часть яиц бабочки откладывают на паровых полях. После посева озимых гусеницы сначала поедают семена и ростки, а затем листья и стебель. Постепенно гусеницы переползают с поврежденных полей на неповрежденные и, таким образом, наносят колоссальный ущерб посевам.

Без решительной борьбы с гусеницами всходы озимых могут быть полностью уничтожены. С наступлением холодов гусеницы остаются на зимовку в почве. Большую защитную роль для зимующих в почве гусениц играет снежный покров. Температура порядка  $-8, -11^{\circ}$  является для гусениц озимой совки губительной. С первым весенним потеплением гусеницы окукливаются.

В массовом количестве озимая совка развивается, когда почва на поле сравнительно сухая, а средняя температура держится выше 18°. Теплое и сухое лето благоприятствует развитию озимой совки, влажное и холодное, наоборот, задерживает.

В тесной связи с температурными условиями идет развитие лугового мотылька. Бабочка появляется в конце весны, когда устанавливается средняя суточная температура в 15—17°. При наличии похолоданий или дождей отрождение бабочки задерживается. Средняя продолжительность нормального цикла развития определяется в четыре декады, при более высокой температуре (25°) продолжительность сокращается до трех декад. При понижении температуры ниже 15° развитие прекращается и поколение остается бесплодным. Другой причиной бесплодия может служить сухая погода (при полном отсутствии дождей) в период лета бабочек.

Распространение крестоцветных блошек, которые являются злостными вредителями овощных культур (капусты, брюквы, репы, редиса), также в сильной степени зависит от характера погоды. Наиболее значительный вред блошки причиняют ранней весной грунтовым культурам. В сухую солнечную безветренную погоду активность блошек сильно возрастает. Поэтому в годы с сухой и теплой весной распространение блошек бывает особенно сильным.

Свекловичным плантациям нередко наносит значительные повреждения свекловичный долгоносик. Борьба с ним ведется путем опрыскивания хлористым барием. Поедание опрысканных хлористым барием листьев свеклы вызывает у него паралич конечностей, жуки падают. В дальнейшем процент гибели от действия бария невелик, если на помощь ему не придет солнце, которое в полчаса убивает жука. Отсюда ясно, что опрыскивание барием в облачную погоду бесполезно.

Другим примером, иллюстрирующим необходимость увязывать борьбу с вредителями растений с погодными условиями, может служить борьба с яблоневым долгоносиком и майским жуком. Яблоневый долгоносик (цветоед) — опасный вредитель плодовых культур. Борьба с ним ведется способом отряхивания на разостланные под деревом полотнища. Установлено, что отряхивание следует производить при температуре не выше 10°. При более высокой температуре долгоносик при сотрясении улетает. Майский жук — бич лесных посадок — под влиянием низких ночных температур быстро впадает в оцепенение. В это время достаточно небольшого сотрясения дерева, чтобы он свалился на землю, где для сбора его расстилают полотнища. Днем, в теплую погоду, сброшенный с дерева жук, так же как и долгоносик, не долетев до земли, раскрывает крылья и улетает. Личинки майского жука, живущие в почве, в сырые годы погибают от специфических для них заболеваний (особенно на тяжелых глинистых почвах).



Противоположное отношение к влажности проявляет слизень (из группы мягкотелых животных — моллюсков), наносящий ущерб озимым посевам и ряду овощных культур в северной черноземной полосе. В сухие и жаркие годы слизней бывает мало, в дождливые годы, наоборот, при умеренно высоких температурах создаются особенно благоприятные условия для массового размножения этого вредителя.

Широкое распространение в нашей стране имеют вредители из отряда грызунов (суслики, мыши). Суслики пробуждаются от зимнего сна в начале весны, как только сходит снег. Дней через 30—40 они рожают детенышей. Питаясь степными травами и зерновыми хлебами, суслики наносят посевам большой ущерб. В сухих степях, выгорающих в середине лета, эти животные залегают вспячку уже во второй половине июля и спят до весны. Годы с массовым появлением полевых мышей характеризуются сухой весной, продолжительной и теплой осенью (при обилии корма).

Массовое распространение многих грибных заболеваний также находится в тесной связи с условиями климата и погоды. Распространение ржавчины наблюдается в годы с большим количеством осадков при достаточно теплой погоде в первой половине лета. Сухая и холодная погода задерживает распространение этой болезни. Споры ржавчины разносятся ветром и вызывают массовое заражение посевов.

Другой опасной болезнью зерновых является мокрая и пыльная головня. Минимум температуры развития спор головни лежит около 5°, а оптимум — около 15—25°.

Спорынья, или рожки, — грибное заболевание, встречающееся у различных зерновых культур, но чаще у ржи. У пораженных спорыньей растений из отдельных цветков вместо зерен образуются черные рожки. Рожки осыпаются в почву и прорастают весной, образуя большое количество спор. Споры разносятся ветром и в период цветения заражают растения. Влажная погода во время цветения способствует развитию болезни.

Картофель при сырой погоде часто поражается особым грибковым заболеванием — фитофторой, охватывающей в некоторые годы большие массивы площадей.

Применение химических средств борьбы с грибными заболеваниями (фунгицидов) требует учета условий погоды. Как правило, опрыскивание и опыление нужно производить в безветренную погоду или при очень слабом ветре. Опрыскивание нельзя производить в часы сильного солнцепека, так как это может вызвать ожог листьев. Опыление лучше производить по росе, так как при этом получается лучшая прилипаемость порошкообразных веществ к растениям; опрыскивание же при росе не производится. Если вскоре после опыления или опрыскивания выпадет дождь, работу надо повторить. Нельзя опрыскивать при температуре ниже 0° или перед ночным заморозком.

## НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ И БОРЬБА С НИМИ

Среди большого разнообразия явлений погоды, в той или иной мере сказывающихся на процессе формирования урожая, особое место занимают неблагоприятные явления, которые носят стихийный характер, захватывают широкие географические зоны и наносят посевам значительные повреждения.

К числу таких исключительно неблагоприятных условий погоды относятся:

- 1) различные явления в холодный период года, вызывающие повреждение озимых культур, многолетних трав, плодовых и лесных насаждений;
- 2) весенние и осенние заморозки;
- 3) засуха и суховеи.

Рассмотрению вопроса о неблагоприятных явлениях в холодный период года посвящены §§ 31, 32 и 33, вопросу о заморозках — §§ 34, 35 и 36, вопросу о засухе и суховеях — §§ 37 и 38. Последний параграф (§ 39) настоящей главы посвящен величественной программе борьбы с засухой и суховеями — Сталинскому плану преобразования природы.

### § 31. Условия, усиливающие и ослабляющие зимостойкость культур

Почти каждая зима несет тревогу и опасения за судьбу озимых посевов, многолетних трав, плодовых и лесных насаждений. И эти опасения вполне обоснованы.

По данным, приводимым М. М. Лапиным, в Советском Союзе с 1927 по 1932 г. сплошная гибель озимой пшеницы ежегодно составляла в среднем около 13% посевной площади. Но, кроме сплошной гибели, еще чаще происходит частичное изреживание посевов, потери от которого обычно остаются неучтенными.

Значительные потери от гибели в холодный период года наблюдаются также по многолетним травам, плодовым и лесным насаждениям. Так, зимой 1935 г. в Славянском районе, Краснодарского края погибло более 40 000 плодовых деревьев. Аналогично большие повреждения плодовых насаждений имелись в отдельные годы и по другим районам Советского Союза.

Отрицательные последствия гибели плодовых и лесных насаждений усугубляются тем, что на восстановление их требуется большое время (десятки лет).

Размер зимних повреждений зависит не только от неблагоприятного сочетания явлений погоды в период перезимовки, но также в большой степени от состояния культур в период возникновения этих явлений.

К числу основных признаков, характеризующих зимостой-  
кость культур, т. е. устойчивость против неблагоприятных явле-  
ний погоды в холодный период года, относятся: мощность травос-  
стоя, стадия и фаза развития, степень закаливания.

Мощностью травостоя с возрастом в значительной мере опре-  
деляется способность растения к регенерации, т. е. к восстано-  
влению весной утраченных за зиму органов. Способность к реге-  
нерации зависит также от природных свойств растения и от  
того, насколько глубоко нанесены повреждения. Хорошо разви-  
тые растения, с большим числом боковых побегов, быстрее опра-  
вляются от зимних повреждений, нежели слабые, плохо разви-  
тые. Чем сильнее повреждение и чем больше захвачен им узел  
кущения, тем медленнее и хуже идет восстановление.

Среди условий, определяющих способность растения противо-  
стоять отрицательному воздействию низких температур и других  
неблагоприятных явлений погоды, важная роль принадлежит  
процессу закаливания. Наиболее полное объяснение этого про-  
цесса дал советский ученый И. И. Туманов. Согласно его иссле-  
дованиям, сущность закаливания заключается в приобретении  
растением особой устойчивости к неблагоприятным факторам  
погоды в холодный период года после некоторых физиологиче-  
ских процессов, возникающих при определенном сочетании внеш-  
них условий в конце осени — начале зимы.

Различают две фазы закаливания. В первую фазу под влия-  
нием внешних условий происходит накопление в тканях растения  
значительного количества растворенных углеводов (сахаров).  
Наиболее благоприятные условия для такого накопления саха-  
ров создаются осенью на свету, при суточной температуре от 0  
до 6°. В этих условиях первая фаза закаливания проходит за  
5—6 дней, причем к концу периода растение содержит от 20 до  
30% сахаров из расчета на сухое вещество. Вторая фаза зака-  
ливания заключается в обезвоживании клеток вследствие пере-  
хода части воды в лед. Она наступает только тогда, когда  
растение предварительно прошло первую фазу закаливания, и  
протекает в замерзшем растении при температуре порядка —2,  
—5° независимо от того, имеется ли снежный покров или он от-  
сутствует. Для прохождения этой фазы закаливания при наличии  
соответствующих условий достаточно 3—5 дней.

Обычно ход метеорологических условий осенью складывается  
так, что благоприятные для закаливания дни чередуются с не-  
благоприятными, в силу чего накопление сахаров в одних слу-  
чаях бывает хорошим, в других — удовлетворительным, а  
в третьих — плохим.

К неблагоприятным для прохождения первой фазы закалива-  
ния дням относятся теплые пасмурные дни с малой суточной  
амплитудой колебания температуры, когда растение дает прирост  
и расходует накопленные за предыдущий период запасы угле-  
водов. Еще большая потеря закаливания происходит при тех же

условиях, если почва переувлажнена. Вообще избыточная или повышенная влажность почвы с осени ухудшает условия перезимовки. Большую опасность в смысле ухудшения условий закаливания представляют зимние оттепели такой интенсивности, при которой возобновляется вегетация озимых, после чего растения становятся легко уязвимыми для повреждения низкими температурами.

К факторам, снижающим зимостойкость, некоторые исследователи причисляют также условия, способствующие прохождению растениями в естественных условиях стадии яровизации.

Большое значение в вопросе перезимовки культур придается в настоящее время глубине залегания узла кущения. Установлено, что глубокое залегание узла кущения создает лучшие условия для перезимовки, благоприятствует развитию пшеницы весной, когда самые верхние слои почвы быстро высыхают, и, наконец, уменьшает степень повреждения озимых скрытостебельными вредителями (шведская муха и др.).

В 1932 г. на Харьковской государственной селекционной станции Ф. М. Куперман были поставлены наблюдения над залеганием узла кущения у различно перезимовавших растений. Подсчеты показали, что у всех сортов неповрежденные растения имели глубину залегания узла кущения от 1,7 до 3,2 см от поверхности почвы, а все сильно поврежденные растения, у которых уцелел лишь один побег из четырех, имели глубину залегания узла кущения от 1 до 1,5 см. В связи с этим представляет интерес вопрос об условиях, определяющих ту или иную глубину залегания узла кущения, а также вопрос об агротехнических приемах углубления узла кущения.

Опытами многих исследователей установлена зависимость глубины залегания узла кущения от освещенности, температуры, влажности почвы, глубины заделки семян и ряда других причин. Недостаточное освещение вызывает разрастание первого междоузлия и образование узла кущения ближе к поверхности почвы. Прямое действие яркого света и пониженные температуры, наоборот, вызывают приостановку роста первого междоузлия и более глубокое залегание узла кущения. С увеличением глубины заделки семян происходит некоторое углубление залегания узла кущения, однако чрезмерная глубина заделки семян вызывает обратный эффект — узел кущения оказывается заложенным ближе к поверхности почвы. Значительное влияние на глубину залегания узла кущения оказывает качество семян (сорт, происхождение и т. д.).

В целом основным условием, обеспечивающим лучшую сохранность посевов в зимнее время, является соблюдение агротехнических правил предпосевной обработки почвы и самого сева. Из практики известно, что глубокая вспашка и хорошее качество паровой обработки почвы улучшают условия развития посевов и усиливают энергию кущения.

Качество семенного материала и способ сева также оказывают влияние на перезимовку посевов. Чистосортные и очищенные семена дают лучшую выровненность всходов и лучшее общее развитие их, что усиливает устойчивость посевов и их способность к регенерации. От способа сева зависит площадь питания растений. Чем равномернее распределена между растениями площадь питания, тем ровнее и лучше растут и развиваются посевы.

Так, в опытах Института зернового хозяйства Юго-Востока в 1939 г. количество погибших растений озимой пшеницы при перекрестном севе составило 7%, а при рядовом — 19%.

Весьма важным вопросом агротехники озимых культур является правильный выбор сроков сева.

Выше уже говорилось, что поздние, слабо развитые посевы, как правило, при неблагоприятных условиях зимы гибнут в первую очередь. Однако чрезмерно большое развитие надземной массы имеет свои отрицательные стороны, так как усиливает опасность выпревания. А. И. Носатовский указывает, что оптимальным сроком сева нужно считать такой, который обеспечивает уход растений в зиму с кустистостью в 2—3 побега.

Большое влияние на зимостойкость посевов оказывает удобрение. На удобренном поле растения имеют большую мощност, а также большую концентрацию клеточного сока. Поэтому в условиях суровой зимы озимые на удобренном поле более морозостойки и более устойчивы к выдуванию, выпреванию и ряду других явлений.

Многие исследователи этого вопроса пришли к убеждению, что повышение зимостойкости, в частности морозостойкости, достигается лишь внесением фосфорно-калийных удобрений, азот же, наоборот, снижает морозостойкость, вызывая бурный рост и образование крупноклеточной структуры растений.

Причины, вызывающие повреждения посевов в зимний период, весьма разнообразны. Практика классифицирует различные виды гибели растений в зимний период по тем внешним условиям, при которых они происходят.

Крупнейшие специалисты по этому вопросу В. П. Мосолов, И. В. Якушкин и И. И. Туманов установили следующие виды гибели:

- 1) гибель от сильных морозов (вымерзание);
- 2) гибель под продолжительным глубоким снежным покровом (выпревание);
- 3) гибель от застоя воды (вымокание);
- 4) повреждения, вызванные деформацией почвы в силу резких колебаний температур и попеременным замерзанием и разморзанием почвы (выпирание узла кущения, разрыв корней и пр.);
- 5) повреждения, вызванные наличием ледяной корки;
- 6) повреждения от зимнего высыхания.

Следует, однако, иметь в виду, что в некоторые годы один вид повреждения накладывается на другой и разграничение их в этих случаях представляет большую трудность.

### § 32. Вымерзание посевов

✓ Повреждение растений в холодный период года низкими температурами (вымерзание) считается наиболее распространенным и наиболее опасным явлением.

В некоторые годы гибель от вымерзания захватывает большие массивы как озимых культур, так и плодовых насаждений. Она наблюдается по преимуществу на юге и юго-востоке, но от нее не гарантированы и более северные районы. В. П. Мосоловым были разработаны анкетные данные хозяйств дореволюционной России, которые показали, что в среднем на каждые 10 лет в южной полосе Европейской территории СССР приходилось 2—3 года с большой гибелью озимых от вымерзания.

Вымерзание озимых может происходить в разные периоды перезимовки: иногда оно может произойти в начале зимы, когда при отсутствии снега наблюдаются сильные морозы, в других случаях — в середине зимы и, наконец, оно может произойти и ранней весной, когда зимостойкость культур сильно ослаблена.

Многолетние опыты ряда исследователей показали, что повреждение и гибель растений от вымерзания не вызываются прямым действием низкой температуры, а являются весьма сложным физиологическим процессом, происходящим в определенной последовательности. Согласно работам Н. А. Максимова и И. И. Туманова, этот процесс характеризуется следующим образом. При низкой температуре окружающей среды в межклетниках растительной ткани образуются кристаллы льда. Льдообразование внутри тканей протекает относительно медленно, так как этому препятствует ненарушенная еще поверхностная пленка протоплазмы. Образовавшиеся в межклетниках ледяные кристаллы отсасывают воду из прилегающих клеток и за счет обезвоживания последних увеличиваются в своих размерах. Чем ниже температура окружающей среды, тем больше образуется в растении льда, тем большей величины достигает обезвоживание клеток. Само по себе такое сильное обезвоживание тканей еще не ведет к гибели растений. Процесс разрушения тканей начинается с того момента, когда скопление льда, разрастаясь, начинает оказывать давление на стенки сильно обезвоженных клеток и повреждает поверхность самой протоплазмы. С повреждением поверхности протоплазмы лед проникает внутрь последней и вызывает необратимое нарушение ее строения и последующую за этим смерть клетки.

Хорошее закаливание и накопление в растении защитных веществ увеличивает устойчивость протоплазмы к давлению и, следовательно, способствует общей морозоустойчивости растения.

Повреждение низкими температурами может коснуться любых органов растения.

Для озимых культур наиболее опасным является повреждение узла кущения. В зависимости от того, какие участки узла кущения оказываются поврежденными, растение сохраняет ту или иную способность к регенерации.

По исследованиям Шапошниковой можно различать несколько стадий повреждения узла кущения. В первой стадии наблюдается слабое повреждение сосудистого волокнистого пучка и центральной почки, во второй стадии повреждение распространяется на ткани корнеродного слоя, в третьей и четвертой стадиях процесс повреждения захватывает боковые почки и, наконец, наступает момент полного отмирания узла кущения.

Повреждение на двух первых стадиях еще не влечет за собой полной гибели растения и при сохранности боковых почек весной может произойти отрастание.

Энергия отрастания зависит не только от силы повреждения, но также и от времени его возникновения и ряда других причин. Весеннее боронование и подкормка озимых усиливает процесс регенерации.

Из озимых культур, как указывалось выше, наиболее морозоустойчивой является озимая рожь. Холодостойкие сорта этой культуры при хороших условиях закаливания переносят морозы порядка  $-25$ ,  $-30^{\circ}$  на глубине узла кущения. При плохих условиях осеннего периода вегетации гибель от вымерзания может наступать при температуре  $-20$ ,  $-25^{\circ}$ . К наиболее устойчивым сортам озимой ржи относятся Омка, Елисеевская, Саратовская, Авангард и Вятка.

Озимая пшеница менее устойчива, чем озимая рожь. Холодостойкие сорта озимой пшеницы при очень хорошем закаливании сохраняют жизнеспособность при температуре на глубине узла кущения до  $-25$ ,  $-28^{\circ}$ . Однако такой высокой морозостойкости озимая пшеница достигает лишь при очень благоприятных условиях осенней вегетации. Критическими температурами на глубине узла кущения для большинства сортов пшеницы считаются  $-14$ ,  $-17^{\circ}$ . К устойчивым сортам озимой пшеницы относятся Лютесценс 0329, Лютесценс 116, Лютесценс 1060/10, Гостианум 237 и др., к неустойчивым — Кооператорка, Украинка, Крымка, Земка и др.

Озимый ячмень отличается слабой зимостойкостью и может возделываться в районах с очень мягкой зимой. По данным И. И. Туманова, лучшие по зимостойкости сорта выдерживают на глубине узла кущения морозы не ниже  $-10$ ,  $-12^{\circ}$ .

Из многолетних трав наиболее устойчивой является люцерна. Зимостойкость этой культуры в значительной степени определяется ее возрастом. Критической для большинства сортов люцерны можно считать температуру около  $-23$ ,  $-25^{\circ}$ . Наиболее устойчивой является желтая люцерна.

Клевер отличается меньшей морозоустойчивостью, чем люцерна, и гибнет при температуре почвы  $-16$ ,  $-20^{\circ}$ .

Луговые травы, по Струве, можно разделить на три группы: 1) наиболее зимостойкие: костер безостый, пырей ползучий, лисохвост луговой и различные мятлики; 2) несколько менее зимостойкие: полевица, овсяница красная, тимофеевка, житняк, костер, ежа сборная, овсяница луговая, астрагалы; 3) недостаточно зимостойкие: райграсы, эспарцет, овсяница высокая и др.

Вопрос о предупреждении гибели озимых и многолетних трав от вымерзания является одним из наиболее важных в агрономии. Все мероприятия, направленные на создание лучшей зимостойкости посевов ко времени ухода озимых под снег, являются в то же время средством, обеспечивающим предохранение озимых от вымерзания. Однако одних этих мероприятий недостаточно. Весьма действенной мерой борьбы с вымерзанием является проведение работ по снегозадержанию. Этот прием имеет исключительно большое значение не только как средство борьбы с вымерзанием, но и как весьма эффективный способ сбережения и накопления на полях влаги. В восточных областях Украины, в бассейне р. Дона, в Заволжье и в ряде районов Сибири снегозадержание служит почти единственным средством предохранения озимых от вымерзания.

Имеется несколько способов снегозадержания. В южных и юго-восточных областях Европейской территории СССР лучшим способом снегозадержания на озимых полях являются кулисные пары. При этом способе на озимых полях производится сев кукурузы, подсолнечника или других высокостебельчатых растений. Будучи оставленными на зиму, эти растения способствуют ослаблению силы ветра в кулисах и равномерному накоплению снега. Расстояние между кулисами устанавливается в зависимости от наличия в хозяйстве культиваторов, сеялок и ширины их захвата.

Другим, весьма распространенным способом снегозадержания является расстановка стеблей подсолнечника, снопов из соломы и камыша, а также расстановка щитов высотой  $1,5$  м и длиной  $1,5-2$  м. Щиты рекомендуется делать с просветами, которые должны составлять  $50\%$  от всей площади щита. Щиты расставляются поперек направлению господствующих ветров, с расстоянием между рядами  $15-20$  м и между щитами  $5$  м. На  $1$  га ставится  $100-120$  щитов. Расстановку щитов лучше производить до замерзания почвы. После образования сугроба в  $50-60$  см щиты переставляются.

Одним из приемов задержания снега на полях является вспашка снега специальными орудиями — снегопахами. Снегопахание производят в начале зимы (когда не наступили сильные морозы) при наличии снежного покрова высотой не менее  $10$  см. Однако этот прием снегозадержания не применяется на полях с озимыми посевами, так как вызывает повреждение последних.



Он применяется главным образом на полях, предназначенных под яровые культуры.

Как указывалось выше, низкими температурами в холодный период года повреждаются не только полевые, но и плодово-ягодные культуры и полезащитные лесопосадки. Различные органы древесных растений обладают различной морозоустойчивостью.

Наименьшую морозоустойчивость имеют корни. Температура вымерзания корней разных плодовых культур колеблется от  $-5$  до  $-18^{\circ}$ . Сравнительно незначительная устойчивость корней обуславливается главным образом тем, что корни, находясь в почве, не имеют благоприятных условий для закаливания. Для борьбы с вымерзанием корней применяют снегозадержание, защиту почвы покровным посевом, прививку на устойчивых подвоях.

При неблагоприятных для закаливания условиях отмечается повреждение и вымерзание штамба. Неблагоприятные для закаливания условия возникают после короткого, холодного и влажного лета, при избыточности увлажнения осенью. При повреждении штамба на стволах деревьев образуются морозобоины в виде трещин. Особенно легко повреждаются развилки веток, в первую очередь нижние из них. Легко также повреждается однолетний прирост и верхние концы длинных веток.

Большие потери несет садоводство от зимней гибели почек, причем почки могут вымерзнуть в покоем состоянии, а также и после того, как они трогаются в рост. Весной убитые морозом почки отмирают.

Повышение устойчивости плодовых почек достигается путем соответствующей обрезки ветвей, обработки и удобрения почвы, правильным формированием кроны и введением устойчивых сортов.

Каждая древесная порода и ее сорт обладают своей особенностью в отношении морозостойкости.

Наиболее морозостойкими из плодово-ягодных культур считаются крыжовник и смородина, которые идут дальше на север, чем яблоня.

За ними по морозостойкости следует яблоня, надземные органы которой в период покоя повреждаются лишь при снижении температуры воздуха до  $-30$ ,  $-40^{\circ}$  и ниже.

Груша менее устойчива в отношении морозов, нежели яблоня. Многие сорта груши повреждаются при снижении температуры до  $-20$ ,  $-25^{\circ}$ , а более нежные сорта — при  $-18$ ,  $-20^{\circ}$ .

Из косточковых пород большой морозостойкостью отличается вишня.

Слива менее устойчива, и ее выносливость совпадает примерно с устойчивостью груши.

Персик имеет устойчивость к низким температурам примерно такую же, как неустойчивые сорта груши. При благоприятных условиях он выдерживает температуру порядка  $-20$ ,  $-25^{\circ}$ .

Абрикос обладает несколько большей морозостойкостью, чем персик.

Сравнительно небольшой морозостойкостью обладает виноград, особенно европейские сорта. В 1924/25 г. в совхозах Абрау-Дюрсо после зимних морозов до  $-20$ ,  $-25^{\circ}$  урожай европейских сортов винограда был потерян больше чем на 80%. Особенно легко подвержены повреждению низкими температурами почки и корни винограда. Температура вымерзания корней винограда лежит около  $-5$ ,  $-10^{\circ}$ , поэтому в районах, где морозы могут достигать  $-15$ ,  $-20^{\circ}$  и ниже, для защиты от вымерзания виноградники на зиму прикапываются.

Сравнительно небольшой зимостойкостью отличается земляника (клубника); морозы порядка  $-12$ ,  $-14^{\circ}$  выносят лишь наиболее устойчивые сорта.

О слабой морозоустойчивости субтропических культур уже указывалось в § 28.

### § 33. Выпревание, вымокание, выпирание и другие виды повреждения озимых в период перезимовки

Выпревание озимых культур и трав происходит при условии пребывания их в течение длительного срока под глубоким снежным покровом.

Вопрос о причинах повреждаемости растений под глубоким снежным покровом в настоящее время еще не вполне ясен. Первоначальное предположение, что под снегом большой высоты происходит удушение озимых от недостатка кислорода, было опровергнуто работами И. И. Туманова. Он показал, что снег является достаточно воздухопроницаемым и количество кислорода под снегом бывает лишь немного меньше, чем в воздухе над ним.

Дальнейшие исследования в этом направлении привели И. И. Туманова к заключению, что процесс повреждения озимых при выпревании начинается с голодания посевов в связи с расходом ими накопленных с осени сахаров. Ослабленные углеводным голоданием растения поражаются весной снежной плесенью. Плесень, разрастаясь за счет оставшихся в растениях запасов углеводов, приводит их к окончательной гибели. Правдоподобность такого положения подтверждается следующими расчетами. В нормальных условиях осенней вегетации и при удовлетворительных условиях закаливания запас сахаров у озимых к началу зимы составляет около 25—30% от веса сухого вещества растений, или около 400 мг на 1 г сухого вещества. Вместе с тем установлено, что на процесс дыхания при температуре  $7^{\circ}$  расходуется за сутки около 16 мг на 1 г сухого вещества, при температуре около  $0^{\circ}$  — 8 мг и при температуре  $-7^{\circ}$  — 4 мг. Следовательно, при температуре  $-7^{\circ}$  запас сахаров в 25% мо-

жет хватить примерно на 100 дней, а при температуре 0° — лишь на 50 дней.

Вполне понятно, что при условиях плохого закаливания посевов с осени голодание растений от недостатка углеводов наступает быстрее.

С увеличением глубины залегания снега повышается температура среди растений, находящихся под снегом, что увеличивает энергию дыхания и ускоряет повреждение растений от выпревания.

Изложенное делает понятным те условия, которые усиливают угрозу выпревания. Выпревание особенно часто происходит в годы, когда снежный покров устанавливается необычайно рано и ложится на незамерзшую почву, при большой влажности последней. В этих условиях растения идут под снег слабо закаленными и слабо зимостойкими. Кроме того, выпреванию благоприятствует большая мощность снежного покрова, которая поддерживает температуру озимых растений в течение зимы около 0°, а также большая продолжительность его залегания. Все это вместе взятое приводит озимые растения к углеводному голоданию и способствует прохождению ими стадии яровизации, в связи с чем заметно ослабляется устойчивость растений к выпреванию.

Подобные условия наиболее часто встречаются в нечерноземной полосе и в северной части черноземной полосы. Так, к северу примерно от линии Минск — Саратов высота снежного покрова превышает в среднем многолетнем выражении 30 см, а число дней со снежным покровом достигает 100—120. Еще более резко выражены условия, способствующие выпреванию, в северо-восточных районах Европейской территории СССР (Кировская, Горьковская, Костромская области и др.). На юге (южнее линии Днепропетровск — Сталинград) выпревание становится уже невозможным, так как глубина снежного покрова здесь незначительна, а его продолжительность не превышает 2 месяцев. Сравнительно редко наблюдается выпревание в Сибири, в силу относительно небольшой высоты снежного покрова и весьма низких температур в течение всего зимнего периода.

Обязательным спутником выпревания являются грибные болезни (снежная плесень, склеротиния). Большая гибель от склеротинии наблюдалась в Кировской области в 1934, 1936 и 1938 гг. Е. Х. Березина следующим образом характеризует условия, благоприятствующие распространению этой болезни: теплая умеренно влажная погода в конце осени (октябрь теплее нормы на 2—3°), теплая с оттепелями вторая половина зимы (январь теплее нормы на 2—5°), довольно мощный и поздно стаивающий снежный покров при раннем начале первых весенних оттепелей.

Заражение озимых спорами склеротинии происходит в октябре в теплые солнечные дни. Подснежная вегетация гриба наступает в феврале—марте с установлением теплой погоды после

морозов. Пораженные склеротинией растения выходят из-под снега с побуревшей склеивающейся листвой, причем гибель растений на участках бывает сплошной. Больше поражается склеротинией озимая пшеница, меньше — озимая рожь.

Одной из наиболее действенных мер борьбы с выпреванием является применение устойчивых сортов. Однако работа по оценке устойчивости селекционных сортов к выпреванию еще только начата.

Из агротехнических мероприятий рекомендуется: не слишком ранний срок сева озимых, прикатывание снега в случае выпадения его на талую почву, разбрасывание снега в годы большого его скопления и медленного таяния весной.

Весьма эффективным способом улучшения состояния посевов после частичного выпревания является весеннее боронование и подкормка озимых.

**Вымокание посевов.** Длительный застой воды на полях, занятых озимыми культурами, также оказывает губительное действие. Гибель посевов происходит при этом вследствие удушья растений от недостатка кислорода. Вымокание может наблюдаться как осенью, так и весной, а на юге происходит и зимой в периоды интенсивных и продолжительных оттепелей.

Степень повреждения посевов от вымокания зависит от фазы развития и степени их зимостойкости. Проросшие семена озимых при застое воды гибнут через 15—20 дней.

Осенью зеленые растения, даже полностью затопленные водой, при достаточном освещении не теряют жизнеспособности в течение 25—30 дней и более. При отсутствии света (что в естественных условиях может быть только в случае нахождения озимых под снегом) гибель растений под водой происходит значительно быстрее.

К весне устойчивость посевов к вымоканию заметно снижается. В это время нахождение под водой в течение 10—15 дней и более начавших вегетацию озимых культур приводит их к значительной гибели.

Гибель от вымокания наиболее часто наблюдается в районах с неустойчивым снежным покровом, где морозная погода быстро сменяется оттепелью, в результате чего образуется большое скопление застойной воды. К таким районам в первую очередь относятся западные и южные районы Европейской территории СССР с их относительно мягкой, неустойчивой зимой.

**Ледяная корка.** В практике сельского хозяйства сложилось вполне твердое убеждение о значительном вреде, причиняемом озимым посевам ледяной коркой, однако изученность этого вопроса остается на сегодняшний день весьма недостаточной.

Принято различать три типа ледяной корки: притертая корка, корка в виде прослойки в снегу и, наконец, висячая, или подвесная, корка.

Достаточно твердо установлено, что два последних типа ледяной корки существенного вреда посевам не причиняют. Более опасной является притертая ледяная корка. О причинах губительного влияния этого вида корки на озимые культуры мнения исследователей несколько расходятся.

Первоначальное предположение, что гибель растения под ледяной коркой происходит от недостатка кислорода, позднейшими исследованиями было опровергнуто.

На основании шестилетних опытов М. И. Салтыковский пришел к заключению, что гибель под ледяной коркой без снежного укрытия связана с более быстрым проникновением низких температур в период морозов к чувствительным органам растения.

Аналогичные опыты ставились под Москвой А. А. Окушко, который пришел к выводу, что основной вред ледяной корки заключается в том, что она способствует скоплению весной большого количества талой, застойной воды, что, как мы видели выше, отрицательно сказывается на состоянии посевов.

И. И. Туманов склонен приписывать отрицательное действие ледяной корки на растения ее механическому воздействию.

Обобщая выводы различных исследователей, можно считать, что притертая ледяная корка незначительной толщины не причинит существенного вреда посевам. Толстая притертая ледяная корка свыше 5—7 см уже представляет серьезную опасность. Такая корка придавливает растения к земле, а после оттаивания приводит к затоплению почвы и нарушению ее аэрации. Еще более опасна притертая ледяная корка, проникшая в поверхностные слои почвы. Следствием такой корки, образующейся в условиях большого увлажнения почвы с осени, являются разрыв корневой системы и травматическое повреждение узла кущения, приводящие к гибели озимых.

Выпирание растений относится к числу неблагоприятных явлений в период перезимовки. Сущность этого явления заключается в том, что при замерзании воды образующиеся в порах почвы ледяные кристаллы распирают и вспучивают почву. При оттаивании почва вновь оседает, причем часть корневой шейки растений, ранее закрытая почвой, постепенно обнажается. При частых сменах низких и высоких температур этот процесс обнажения подземной части растений усиливается.

Особенно сильное выпирание растений происходит на тяжелых почвах при избыточном увлажнении ее верхнего слоя, на поздно вспаханных и бесструктурных почвах.

Растения с обнаженной подземной частью легче вымерзают зимой, а весной подвергаются высушиванию.

Аналогичное явление наблюдается и при проникновении притертой ледяной корки в верхний горизонт почвы.

В этих случаях ледяная корка вытягивает вмерзшие в нее всходы озимых и обрывает корни растений, что неминуемо приводит к их гибели.

Выдувание растений возможно как осенью, так и зимой. Осеннее выдувание опасно тем, что сильный ветер обнажает узлы кущения и корневую систему, а в некоторых случаях вырывает растения целиком. Обнаженные растения гибнут в зимний период от неблагоприятного воздействия резких колебаний температуры. Сильные ветры в зимний период, особенно в открытых степных районах, сдувают с полей снег, разрушают и иссушают почву и вызывают ее растрескивание. В трещины проникает холодный воздух, повреждающий и те растения, узел кущения которых оставался закрытым почвой.

Особенно следует остановиться на вопросе о причинах гибели озимых в условиях Сибири.

Исходя из теоретической предпосылки и большого числа непосредственных наблюдений, Т. Д. Лысенко пришел к заключению, что озимые рожь и пшеница гибнут или повреждаются в Сибири не от прямого действия мороза, а от механического повреждения как надземных, так и подземных частей растения. Надземная часть растения, не покрытая зимой снегом, иссушается, повреждается и ломается сильными, сухими, холодными ветрами. Ветер поднимает, кроме того, огромное количество песчинок, ударами которых повреждаются листья. Подземные части растения повреждаются на рыхло вспаханной почве вследствие механического разрыва корней, так как в такой почве всегда имеется большое число промежутков (пустот). Эти промежутки осенью наполняются дождевой водой. С наступлением морозов вода из нижних слоев почвы по капиллярам поднимается в верхний слой, где замерзает, образуя в промежутках неосевшей почвы кристаллы льда.

В верхнем слое почвы при сильном и длительном ее промерзании образуется целая сеть мелких и крупных трещин. Образующиеся в почве прослойки льда разрастаются за счет новых притоков порций воды по капиллярам и тянут узел кущения. Происходит разрыв корней и нередко выпирание узла кущения наружу.

Чтобы создать в степной и лесостепной зоне Сибири благоприятные условия для перезимовки пшеницы, Т. Д. Лысенко предложил высевать ее дисковой сеялкой по неспаханному жнивью. Стерня высотой в 25—30 см защищает надземные части растений от губительного механического действия ветра и благоприятствует задержанию снега, утепляющего растения. Невспаханная и неразрыхленная почва не имеет больших пустот; поэтому в почве под посевами по стерне при сильных морозах не образуется ледяных кристаллов, повреждающих корни и губительно действующих на узлы кущения.

Гибель растений от зимне-весенней засухи. Зимой и особенно ранней весной растения нередко попадают в условия физиологической засухи. Замерзшая почва содержит воду, но в недоступной для растений форме. Между тем наблю-

дения показывают, что интенсивность транспирации у растений зимой хотя сильно снижается, но еще сохраняется на таком уровне, при котором в случае длительного морозного периода может создаться внутри растения опасный водный дефицит. Весной, когда почва остается замерзшей, а надземная часть растений, обогреваемая лучами солнца, начинает вегетировать, водный дефицит в тканях растений достигает крайних пределов и может повлечь гибель растений от высыхания, хотя в почве в недоступном для растений виде содержится большое количество влаги.

Опасность зимнего высыхания особенно велика для деревьев и кустарников, у которых надземные органы не защищены снежным покровом и подвержены иссушающему действию ветра и инсоляции. Зимнее иссушение является опасным для многих южных субтропических культур.

#### § 34. Заморозок, его природа и основные черты

Заморозком с сельскохозяйственной точки зрения называется такое понижение температуры (как правило ниже 0°) в теплый период года, которое влечет за собой травматическое повреждение культурных растений.

Степень повреждения зависит от интенсивности заморозка, продолжительности его воздействия на растения, а также от возраста, состояния и фазы развития самого растения. В одних случаях повреждение растений может быть слабым и не иметь серьезных последствий, в других — более значительным, вплоть до полной гибели урожая.

На обширной территории Советского Союза, с ее континентальным климатом, заморозки наблюдаются ежегодно, захватывая в различные периоды вегетации культур те или иные районы и нанося порой значительный ущерб сельскому хозяйству.

Для эффективной борьбы с заморозками надо хорошо понимать, что такое заморозки, как они возникают и для каких культур они наиболее губительны. В борьбе с заморозками важное место занимает вопрос о своевременном предвидении заморозка, так как, зная заранее надвигающуюся опасность, можно принять необходимые меры предосторожности и оградить растения от повреждений.

По характеру условий возникновения различают два типа заморозков: адвективные и радиационные.

Адвективные заморозки обусловлены метеорологическими факторами динамического порядка и связаны с передвижением холодных масс воздуха из других районов.

Радиационные заморозки обусловлены метеорологическими факторами местного значения и связаны с ночным охлаждением поверхности почвы или растительного покрова.

Нередко заморозки носят смешанный характер. Сперва наблюдается волна холода, передвигающаяся с севера в более южные районы, а затем на фоне общего понижения температуры возникают местные заморозки радиационного типа.

Вопросами предсказания адвективных заморозков занимаются синоптики. Установлено, что большая часть таких заморозков обусловлена вхождением на территорию СССР холодных арктических масс воздуха, проникающих на континент с Ледовитого океана.

Радиационные заморозки наблюдаются в тихие, ясные ночи в результате сильного выхолаживания поверхности почвы или растительного покрова.

Степень ночного выхолаживания почвы и прилегающего к ней приземного слоя воздуха определяется соотношением расходной и приходной частей теплового баланса поверхности почвы, который, по А. Ф. Чудновскому, может быть выражен уравнением

$$B = K + П + T,$$

где  $B$  — расход тепла в результате эффективного излучения,  $K$  — поступление тепла из воздуха путем вертикального перемешивания (турбулентного обмена),  $П$  — поступление тепла от внутренних, более прогретых слоев почвы,  $T$  — поступление тепла вследствие процесса конденсации, сопровождающегося выделением на поверхности почвы тепла.

Анализ уравнения теплового баланса позволяет сознательно подойти к методам борьбы с заморозками. Задача сводится при этом к тому, чтобы уменьшить величину расходной части теплового баланса  $B$  и повысить значение величин приходной части баланса  $K$ ,  $П$  и  $T$ .

На характер ночного выхолаживания большое влияние оказывает рельеф местности, наличие поблизости лесных насаждений и водоемов. Морозоопасность различных форм рельефа приведена в табл. 18.

Таблица 18

Морозоопасность различных форм рельефа

| Формы рельефа                   | Степень морозоопасности |
|---------------------------------|-------------------------|
| Вершины и верхние части склонов | Наименьшая              |
| Равнины и плоские вершины       | Средняя                 |
| Широкие и плоские долины        | Выше средней            |
| Узкие и извилистые долины       | Большая                 |
| Котловины                       | Наибольшая              |

Как видно из этой таблицы, на возвышенных, открытых местах заморозки наблюдаются реже и меньшей интенсивности, чем в пониженных формах рельефа.



Густые заросли деревьев и кустарников по склонам возвышенностей, препятствуя стеканию холодного воздуха в низины, ослабляют интенсивность заморозков.

Близость леса на ровной местности способствует возникновению заморозков. На полях, удаленных от леса на расстояние 500 м и более, влияние его как фактора, усиливающего интенсивность радиационных заморозков, прекращается. При возникновении адвективных заморозков лес оказывает обратное влияние, и на смежных с лесом полях заморозки оказываются более слабыми.

Наличие поблизости полей значительных водоемов (озер, болот), обладающих большой поверхностью испарения, уменьшает вероятность заморозков и делает их менее интенсивными.

В каждый конкретный день возникновение заморозков определяется всем ходом погоды как в дневные часы, так и в ночное время.

Связанное с адвекцией холодных масс воздуха резкое понижение температуры днем или к вечеру является серьезным предупреждением об опасности возникновения ночью заморозка.

Прояснение неба к ночи усиливает эту опасность. Наоборот, увеличение облачности, влажности и всякого рода запыленности воздуха ведет к уменьшению эффективного излучения  $B$  и к росту одной из приходных частей уравнения теплового баланса —  $T$ , что в совокупности ослабляет интенсивность ночного охлаждения почвы и уменьшает вероятность падения температуры ночью ниже  $0^\circ$ .

Большая влажность воздуха ослабляет интенсивность выхолаживания. Объясняется это тем, что при известном уровне понижения температуры воздуха образуется роса, при которой выделяется скрытая теплота парообразования, задерживающая дальнейшее падение температуры.

Ветер, вызывая перемешивание слоев воздуха, также ослабляет вероятность радиационного заморозка, причем тем больше, чем больше сила ветра.

На разных уровнях приземного слоя воздуха интенсивность заморозка различна. Поверхность почвы, а также поверхность травостоя являются зоной наиболее низких температур ночью. Отсюда понятно, что минимальная температура, фиксируемая по термометру в будке на высоте 2 м, может весьма заметным образом отличаться от температуры на поверхности почвы и на уровне растительного покрова. Как правило, минимальная температура в будке бывает на  $2-5^\circ$  выше температуры поверхности почвы. Поэтому нередко случаи, когда фактически имевшие место заморозки не улавливаются показаниями термометра в будке.

До сих пор мы рассматривали заморозок как чисто метеорологическое явление. Однако правильнее рассматривать заморозок не только как метеорологическое, но и как биологическое явление.

Разные растения реагируют на заморозки одной и той же интенсивности и продолжительности по-разному. Даже одно и то же растение, но в разные стадии и фазы развития и с различной степенью закаливания, обладает различной устойчивостью по отношению к заморозкам:

Из табл. 19, составленной В. Н. Степановым на основании результатов проведенных им экспериментальных работ, работ Г. Т. Селянинова и многих других исследователей, видно, что сельскохозяйственные культуры в отношении морозостойкости представляют большое разнообразие. Некоторые из них совершенно не переносят холода (огурцы, томаты, хлопчатник и др.), некоторые же могут переносить значительные морозы.

Однако при учете приводимых в таблице данных следует иметь в виду, что устойчивость к заморозкам одного и того же растения может изменяться в больших пределах в зависимости от предшествующих условий роста, степени закаливания, стадии развития, сорта, возраста и продолжительности воздействия низких температур. В сильной степени на устойчивость культур к заморозкам влияет агротехника. Агротехникой и воспитанием можно существенно повысить морозостойкость растений. В качестве примера укажем, что большое значение имеет регулирование режима питания растений. Так, по данным Свердловской областной опытной станции, при внесении в почву калийных удобрений повышается морозостойкость ботвы картофеля. Наоборот, азотистые удобрения, способствующие усилению ростовых процессов, оказывают обратное влияние.

Правильное выращивание крепкой рассады овощных культур в парниках также способствует усилению устойчивости растений к заморозкам.

Как весенние, так и осенние заморозки могут повреждать полевые, овощные и садовые культуры. Из полевых культур одной из наиболее устойчивых к заморозкам является яровая пшеница. В одном из опытов В. А. Новикова (Куйбышевская область) посевы яровой пшеницы Лютесценс 062 почти совершенно не были повреждены при весеннем заморозке в  $-9,5^{\circ}$ , посевы же твердой пшеницы были при этом повреждены несколько больше.

Узлы кущения обладают меньшей устойчивостью к заморозкам, нежели надземные органы.

В ряде районов с коротким вегетационным периодом посевы яровой пшеницы (а также овса и ячменя) могут повреждаться осенними заморозками в период созревания. Наиболее часто такие повреждения наблюдаются в Сибири, в Казахской ССР, Алтае и других районах.

Размер повреждения яровой пшеницы осенними заморозками весьма сильно зависит от степени зрелости зерна. В первой фазе налива зерно повреждается при температуре  $-2$ ,  $-4^{\circ}$ . С наступлением восковой спелости зерно повреждается лишь при более сильных заморозках ( $-10$ ,  $-15^{\circ}$ ).

Таблица 19

## Устойчивость сельскохозяйственных культур к заморозкам в разные фазы развития

| Культура                         | Начало повреждения и частичная гибель |          |            |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------|------------|
|                                  | всходы                                | цветение | созревание |
| Наиболее устойчивые к заморозкам |                                       |          |            |
| Яровая пшеница . . . . .         | -9, -10                               | -1, -2   | -2, -4     |
| Овес . . . . .                   | -8, -9                                | -1, -2   | -2, -4     |
| Ячмень . . . . .                 | -7, -8                                | -1, -2   | -2, -4     |
| Горох . . . . .                  | -7, -8                                | -2, -3   | -3, -4     |
| Чечевица . . . . .               | -7, -8                                | -2, -3   | -2, -4     |
| Чина . . . . .                   | -7, -8                                | -2, -3   | -2, -4     |
| Кориандр . . . . .               | -8, -10                               | -2, -3   | -3, -4     |
| Мак . . . . .                    | -7, -10                               | -2, -3   | -2, -3     |
| Кок-сагыз . . . . .              | -8, -10                               | -3, -4   | -3, -4     |
| Устойчивые к заморозкам          |                                       |          |            |
| Люпин . . . . .                  | -6, -8                                | -3       | -3         |
| Вика яровая . . . . .            | -6, -7                                | -3       | -2, -4     |
| Бобы . . . . .                   | -5, -6                                | -2, -3   | -3         |
| Подсолнечник . . . . .           | -5, -6                                | -2, -3   | -2, -3     |
| Сафлор . . . . .                 | -6, -4                                | -2, -3   | -3, -4     |
| Горчица белая . . . . .          | -6, -4                                | -2, -3   | -3         |
| Лен . . . . .                    | -5, -7                                | -2, -3   | -2, -4     |
| Конопля . . . . .                | -5, -7                                | -2, -3   | -2, -4     |
| Свекла сахарная . . . . .        | -6, -7                                | -2, -3   |            |
| Свекла кормовая . . . . .        | -6, -7                                |          |            |
| Морковь . . . . .                | -6, -7                                |          |            |
| Брюква . . . . .                 | -6, -7                                |          |            |
| Турнепс . . . . .                | -6, -7                                |          |            |
| Капуста . . . . .                | -9, -10                               |          |            |
| Среднеустойчивые к заморозкам    |                                       |          |            |
| Люпин желтый . . . . .           | -4, -5                                | -2, -3   |            |
| Соя . . . . .                    | -3, -4                                | -2       | -2, -3     |
| Могар . . . . .                  | -3, -4                                | -1, -2   | -2, -3     |
| Малоустойчивые к заморозкам      |                                       |          |            |
| Кукуруза . . . . .               | -2, -3                                | -1, -2   | -2, -3     |
| Просо . . . . .                  | -2, -3                                | -1, -2   | -2, -3     |
| Суданская трава . . . . .        | -2, -3                                | -1, -2   | -2, -3     |
| Сорго . . . . .                  | -2, -3                                | -1, -2   | -3         |
| Картофель . . . . .              | -2, -3                                | -1, -2   | -1, -2     |
| Махорка . . . . .                | -2, -3                                |          | -2, -3     |

| Культура | Начало повреждения<br>и частичная гибель |          |            |
|----------|--|----------|------------|
|          | всходы                                   | цветение | созревание |

Неустойчивые к заморозкам

|                      |          |          |          |
|----------------------|----------|----------|----------|
| Гречиха . . . . .    | -1, -2   | -1       | -1,5, -2 |
| Фасоль . . . . .     | -1, -1,5 | -0,5, -1 | -2       |
| Клещевина . . . . .  | -1, -2   | -1       | -2, -3   |
| Хлопчатник . . . . . | -0,5, -1 | -0,5, -1 | -1       |
| Бахчевые . . . . .   | -0,5, -1 | -0,5, -1 | -0,5, -1 |
| Рис . . . . .        | -0,5, -1 | -0,5     |          |
| Кунжут . . . . .     | -0,5, -1 |          |          |
| Кенаф . . . . .      | -0,5, -1 |          |          |
| Арахис . . . . .     | -0,5, -1 |          |          |
| Огурцы . . . . .     | 0, -1    | 0, -1    | 0, -1    |
| Томаты . . . . .     | 0, -1    | 0, -1    | 0, -1    |
| Табак . . . . .      | 0, -1    | 0, -1    | 0, -1    |

В созревающем зерне заморозком могут быть повреждены наружные покровы, зародыш и эндосперма. Пострадавшее от заморозка зерно приобретает тусклый вид и серый цвет, иногда сморщивается. Ухудшаются и его мукомольные свойства: уменьшается выход муки и снижается ее качество. Повреждение заморозком зародыша влечет потерю всхожести или ухудшение качества зерна как семенного материала.

В качестве основных мер борьбы с повреждениями яровых культур ранними осенними заморозками являются своевременный посев, яровизация, а также применение более ранней уборки с тем, чтобы зерно дозрело в снопах.

В. И. Ржавитин установил неодинаковую устойчивость в отношении заморозков различных сортов льна. Ни один из 70 проанализированных им сортов льна не выдерживал заморозков порядка  $-7$ ,  $-8^{\circ}$ . Неустойчивые сорта гибли при заморозках  $-3,5$ ,  $-4,0^{\circ}$ .

Устойчивость к заморозкам подсолнечника изучалась Н. Е. Ковалевым. Набухшие семена подсолнечника обладают большой устойчивостью и не повреждаются при  $-10^{\circ}$ . Только что появившиеся всходы подсолнечника гибнут при  $-5$ ,  $-7^{\circ}$ .

Различные сорта картофеля в период вегетативного роста гибнут при температуре  $-3$ ,  $-5^{\circ}$ . В период клубнеобразования заморозок порядка  $-2$ ,  $-4^{\circ}$  снижает урожай клубней. Морозостойкость самих клубней очень низкая. Они замерзают при температуре около  $-1,5^{\circ}$ .

Большой вред наносят весенние заморозки плодовым культурам, если они застают их в период раскрытия плодовых почек и цветения. Устойчивость плодовых почек быстро падает по мере

их развития. Так, слабо развитые почки персика выдерживают температуру до  $-5$ ,  $-6^{\circ}$ , а в полном цвету гибнут при температуре  $-3$ ,  $-4^{\circ}$ . Цветы яблони повреждаются при слабых заморозках (порядка  $-2^{\circ}$ ).

### § 35. География заморозков в СССР

Для рационального размещения культур по территории, а также при определении возможности продвижения культур в новые районы весьма важно иметь ясное представление о географии распространения заморозков.

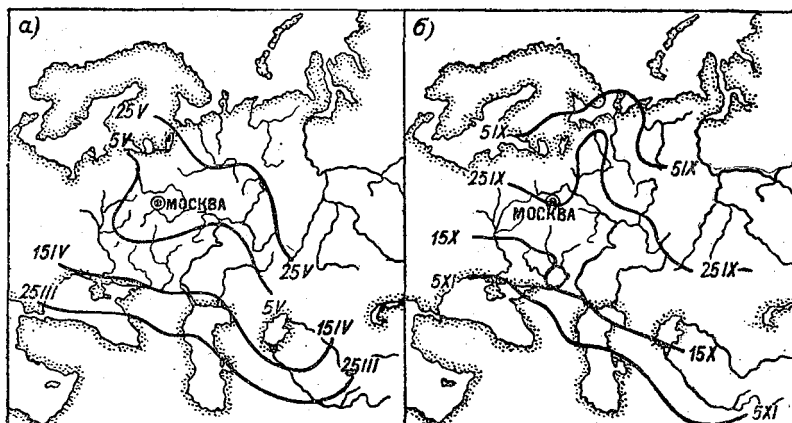


Рис. 19. Средние даты наступления поздних весенних (а) и ранних осенних (б) заморозков.

Большая работа в этом направлении проведена И. А. Гольцберг. Ею составлены подробные карты средних многолетних сроков наступления поздних весенних и ранних осенних заморозков, а также детально разобран вопрос об изменении во времени наступления заморозков под влиянием местных условий. На рис. 19 приведены схематические карты, характеризующие даты наступления заморозков на Европейской территории СССР.

Направление изолиний среднего времени прекращения заморозков весной по территории СССР носит в основном широтный характер. Самое раннее окончание заморозков наблюдается в южной части Черноморского побережья Кавказа, где они прекращаются в среднем за много лет в последних числах февраля. В отдельные годы минимальная температура воздуха здесь вообще (даже зимой) не опускается ниже  $0^{\circ}$ . На побережьях южной части Каспийского моря и в юго-западной части Таджикской ССР заморозки в среднем прекращаются к 15—20/III, а средняя продолжительность безморозного периода составляет от 200 до 250 дней. В Крыму, в южных степях Украины, на Се-

верном Кавказе и на большей части Средней Азии последние заморозки весной наблюдаются в средних числах апреля, а продолжительность безморозного периода составляет 180—200 дней. На остальной части Украины, в Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе и в южных районах Казахстана весенние заморозки обычно прекращаются в первой половине мая, а продолжительность безморозного периода составляет здесь от 150 до 180 дней. Далее к северу, примерно до 60-й параллели, средняя многолетняя дата последних весенних заморозков приходится на вторую половину мая, а продолжительность безморозного периода составляет не более 100—150 дней. В еще более северных широтах средняя многолетняя дата последних весенних заморозков отодвигается на первую половину июня, а продолжительность безморозного периода сокращается до 50—100 дней. Здесь наблюдаются годы, когда ни один из теплых месяцев не бывает без заморозков.

Указанное распределение средних многолетних дат наступления поздних весенних заморозков и продолжительности безморозного периода характеризует территорию в макроклиматическом масштабе. Оно является как бы общим фоном, на котором, для более детального изучения территории в отношении вероятности возникновения заморозков, должны быть учтены особенности местных условий как в горизонтальном, так и вертикальном направлении.

Согласно работам И. А. Гольцберг, изменение средних дат заморозков под влиянием местоположения определяется следующим образом. На вершинах и верхних частях склонов, в долинах больших рек и в городах весенние заморозки заканчиваются на 5—10 дней раньше, а ранние осенние наступают на 5—10 дней позже. Таким образом, общая продолжительность безморозного периода увеличивается на 10—20 дней. Наоборот, в долинах холмистой местности, в долинах гор, в замкнутых котловинах районов континентального климата последние весенние заморозки прекращаются на 5—10 дней позже, а первые осенние заморозки наступают на 10—15 дней раньше, что в общей сложности приводит к сокращению безморозного периода на 15—25 дней.

При оценке морозоопасности территории недостаточно знать только средние даты заморозков, но необходимо также иметь сведения о возможных крайних отклонениях от этих средних дат.

Исследования этого вопроса привели И. А. Гольцберг к выводу, что самые небольшие отклонения дат поздних весенних заморозков и ранних осенних от средних многолетних дат наблюдаются в Приморском крае и долине р. Уссури, т. е. в пределах влияния дальневосточного муссонного климата. Наоборот, наибольшие отклонения (до 30—35 дней) наблюдаются в равнинной части умеренной зоны СССР, где под влиянием неустойчивого переноса воздушных масс с Атлантики погодные условия весны сильно меняются из года в год.

Большое производственное значение имеет также вопрос о связи наступления заморозков с общим ходом термических условий. Различные географические районы имеют в этом отношении различные показатели.

И. А. Гольцберг отмечает, что в западных районах СССР заморозки весной заканчиваются до установления среднесуточной температуры  $5^{\circ}$  и лишь редко могут наблюдаться после установления среднесуточной температуры  $10^{\circ}$ . В соответствии с этим вероятность наступления заморозков во время цветения плодовых и появления всходов теплолюбивых культур здесь сравнительно незначительна.

В континентальных районах заморозки никогда не прекращаются ранее устойчивого перехода среднесуточной температуры через  $5^{\circ}$  и могут продолжаться в течение длительного времени (до месяца) после установления среднесуточной температуры  $10^{\circ}$ . Соответственно с этим опасность и вероятность повреждения заморозками ряда теплолюбивых культур здесь резко возрастает.

Учитывая весь комплекс условий, связанных со временем наступления заморозков, их повторяемостью и интенсивностью, И. А. Гольцберг делит всю территорию СССР на 14 географических районов (рис. 20).

Первый и второй районы составляют холодную зону, которая характеризуется отсутствием четко выраженного во времени безморозного периода, разделяющего весенние и осенние заморозки. Южная граница этой зоны в основном совпадает с южной границей распространения вечной мерзлоты.

Продолжительность безморозного периода составляет здесь не более 10—60 дней, однако заморозки возможны в любой день лета (рис. 20-1, 2).

Третий район расположен к югу от двух первых и имеет более устойчивый, хотя и короткий безморозный период. Весенние заморозки здесь, при существующем наборе культур, мало опасны: возможны повреждения лишь рано высаженных теплолюбивых культур (рис. 20-9).

Четвертый район (средняя полоса Европейской территории СССР) характеризуется тем, что средняя многолетняя дата последних заморозков весной и осенью совпадает с переходом среднесуточной температуры через  $10^{\circ}$ . В некоторые годы возможны повреждения весенними заморозками всходов яровых зерновых, гибель всходов картофеля ранней посадки, повреждения цветов плодовых в период цветения (вишня, слива, груша, яблоня). Осенние заморозки губят ботву теплолюбивых культур, но урожай их снижается за счет заморозков лишь в редких случаях (рис. 20-8).

Пятый район (западная и южная части Европейской территории СССР, а также часть долины рр. Уссури и Амура). Средняя дата заморозков весной приходится на период до перехода среднесуточной температуры через  $10^{\circ}$ , а осенью — после

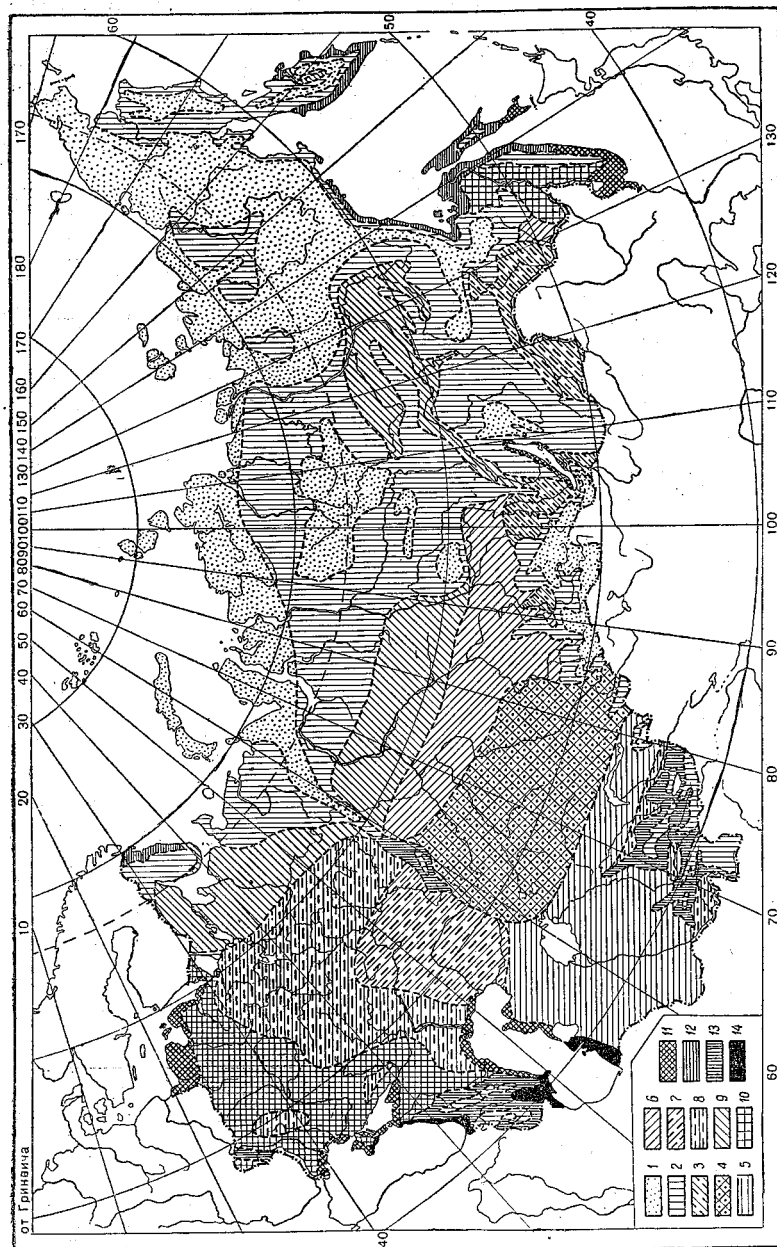


Рис. 20. Карта опасности заморозков (по И. А. Гольдбергу).  
Условные обозначения см. стр. 171 — 174.



перехода через  $10^{\circ}$ . Наиболее опасны поздние весенние заморозки, которые в 2—3 года из 10 лет могут повреждать всходы ячменя, овса, картофеля ранних сроков посадки, цветы плодовых и всходы теплолюбивых культур (бахчевые и др.). Осенние заморозки представляют опасность только на юге района, где они могут повреждать теплолюбивые культуры с длинным вегетационным периодом (рис. 20-10).

Шестой район (Прибалтика, прибрежные районы южных морей и район Владивостока). Характерной особенностью этого района является очень раннее прекращение заморозков весной и позднее наступление их осенью. Весной могут, но крайне редко (1 раз за 10—15 лет), повреждаться всходы ячменя, овса и картофеля ранней посадки.

Осенние заморозки угрозы для сельскохозяйственных культур не представляют (рис. 20-11).

Седьмой район (побережья холодных морей), так же как и предыдущий район, отличается ранним прекращением заморозков весной и поздним их наступлением осенью. Выделение этого района вызывается низким термическим уровнем, отличающим его от предыдущего района (рис. 20-12).

Восьмой район (горные районы Кавказа, Урала и Средней Азии) отличается большим разнообразием условий возникновения заморозков в зависимости от рельефа и высоты местоположения. Обычно нижние горизонты гор мало отличаются по частоте возникновения и интенсивности заморозка от прилегающих равнинных территорий. Средние горизонты гор (от 1000 до 2500 м) характеризуются смягченностью опасности заморозков. На более возвышенных местах опасность заморозков увеличивается и доходит до предела возможного наступления заморозка в любой день лета (рис. 20-13).

Девятый район (Черноморское побережье Кавказа и Крыма и юго-восточное побережье Каспийского моря) характеризуется длинным безморозным периодом. В отдельные годы заморозки не отмечаются, но в годы, когда заморозки наблюдаются, они наносят чувствительные повреждения цитрусовым и другим теплолюбивым южным культурам (рис. 20-14).

Десятый район (континентальный среднеазиатский). Средняя многолетняя дата заморозков весной совпадает с наступлением среднесуточной температуры около  $12^{\circ}$ , а осенью — около  $11,5-11^{\circ}$ . Возможны повреждения весенними заморозками в 2—3 года из 10 лет виноградников в период распускания почек, плодовых в период цветения и теплолюбивых культур. Наиболее губительны ранние осенние заморозки, прекращающие рост хлопчатника и снижающие его урожай, повреждающие поздние сорта винограда и поздние овощные культуры. Наступление осенних заморозков в северной части района возможно в последнюю декаду сентября, на юге района — соответственно в первых числах октября (рис. 20-5).

Одиннадцатый район (сибирский переходный). Средняя многолетняя дата заморозков весной совпадает с наступлением среднесуточной температуры 11—12°, а осенью — с температурой 10—9°; длительность безморозного периода около 100 дней. При неблагоприятном микроклиматическом положении возможны заморозки в июле и начале августа. Заморозки опасны и весной и осенью. Весной вероятность повреждения заморозками теплолюбивых огородных культур определяется 4—5 годами из 10 лет.

Осенью возможны повреждения тех же культур, а также яровых зерновых (позднеспелых сортов и поздних сроков сева) в период налива (рис. 20-6).

Двенадцатый район (континентальный европейский). Территориально охватывает Среднее Поволжье и западную часть Казахстана. Средняя многолетняя дата заморозков весной совпадает с наступлением среднесуточной температуры 11—12°, а осенью — с температурой 10—9°. Вероятность опасных для теплолюбивых культур весенних заморозков 5—6 раз за 10 лет. Возможны повреждения всходов картофеля и плодовых в период цветения.

Осенние заморозки опасны для теплолюбивых огородных культур и резко снижают урожаи огурцов и томатов, особенно в северной и восточной частях района (рис. 20-7).

Тринадцатый район (континентальный сибирский). Территориально охватывает большую часть Казахской ССР (без западной части республики), Новосибирскую область и Алтайский край. Длительность безморозного периода до 120 дней. Возможны повреждения весенними заморозками всходов яровых зерновых, картофеля и теплолюбивых овощей, а также плодовых в период цветения (в 5—6 лет из 10). Ранние осенние заморозки повреждают теплолюбивые огородные культуры и опасны для поздних и средних сортов зерновых, повреждая вызревающее зерно (рис. 20-4).

Четырнадцатый район (континентальный восточносибирский). Территориально район разорван на отдельные части, расположенные в Иркутской и Читинской областях. Резкая континентальность климата выражается в сопряжении средней многолетней даты заморозков со среднесуточной температурой 12—13° весной и до 10—11° осенью. Средняя продолжительность безморозного периода 100—105 дней. В неблагоприятных микроклиматических условиях возможны заморозки в июле и начале августа. Весенние заморозки повреждают всходы яровых зерновых и картофеля. Особенно опасны эти заморозки для ранних всходов теплолюбивых культур и ранней рассады, повреждения которых возможны в 5—7 лет из 10. Ранние осенние заморозки опасны для зерновых в период молочно-восковой спелости, а также для теплолюбивых овощных культур и картофеля (поздних сортов) (рис. 20-3).

### § 36. Предвидение заморозков и борьба с ними

Предвидение, или прогноз, заморозков адвективного типа осуществляется по синоптическим картам, составляемым Центральным институтом прогнозов и местными Бюро погоды на основе срочных наблюдений на метеорологических станциях. Передаваемые по радио предупреждения о заморозках служат сигналом о приближающейся волне холода и готовят население к принятию мер по борьбе с заморозками.

Однако, как мы видели выше, наряду с адвективными заморозками часто наблюдаются заморозки радиационного типа, не улавливаемые синоптическим анализом и возникающие на относительно небольшой территории с ее микроклиматическими особенностями. В связи с этим уже давно изучается вопрос о нахождении способов предсказания заморозков по наблюдениям на одном пункте. В итоге этих исследований получено много различных эмпирических способов и формул, позволяющих по наблюдениям за изменением одного, двух, трех или большего числа элементов погоды решить с той или иной степенью вероятности вопрос, будет ли ближайшей ночью заморозок, и если будет, то какой интенсивности. Из опробованного разнообразия таких способов мы остановимся лишь на нескольких, наиболее распространенных.

Способ Броунова связывает вероятность возникновения заморозка с абсолютной величиной температуры в вечерний срок наблюдения и с разностью между температурой в дневной и вечерний сроки. Чем ниже температура в 21 час и чем круче падение температуры от 13 к 21 часу, тем вероятнее заморозок.

В 1931 г., когда в Советском Союзе впервые был поставлен вопрос об организации службы предупреждения о заморозках, Г. З. Венцкевичем и Е. А. Цубербиллер этот способ был переработан на график (рис. 21). Как видно из графика, в случае если в 21 час температура воздуха равнялась  $10^{\circ}$ , а разность между температурой в 13 и 21 час составляла  $5^{\circ}$ , то возникновение заморозка в ближайшую ночь можно считать маловероятным. Ана-

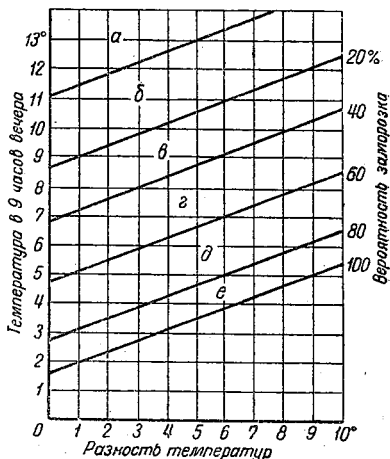


Рис. 21. Вероятность наступления заморозка по температуре воздуха в 21 час и разности температур в 13 и 21 час.

а — заморозка не будет, б — заморозок весьма мало вероятен, в — заморозок маловероятен, г — заморозок возможен, д — заморозок весьма вероятен, е — заморозок будет.

логичным образом определяется вероятность заморозка при других сочетаниях дневной и вечерней температуры.

**Способ точки росы.** Весьма распространенным является способ предсказания заморозка, основанный на определении точки росы. Сущность его заключается в следующем. В ночное время водяной пар, содержащийся в воздухе, при достаточном охлаждении сгущается в капельки воды. Эти капельки оседают на листьях, на почве и на траве в виде росы. Выделение росы сопровождается выделением тепла, воздух при этом согревается, становится, правда незначительно, теплее. Как бы не было мало этого тепла, но его достаточно для того, чтобы

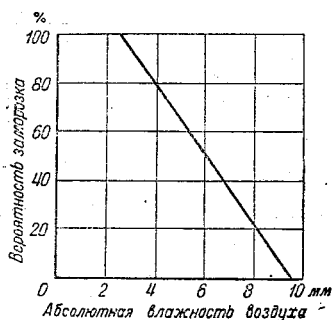


Рис. 22. Вероятность наступления заморозка (утренника) при разной абсолютной влажности в 21 час.

воздух вблизи растений и почвы не охлаждался. Это обстоятельство и послужило основанием для установления следующего правила: если вечером (21 час) точка росы (т. е. та температура, при которой находящийся в воздухе водяной пар будет его насыщать) опускается ниже  $2^{\circ}$ , то при безоблачном небе и безветрии можно ожидать ночного заморозка.

**Способ Михельсона** связывает вероятность возникновения ночного заморозка с содержанием в воздухе водяного пара. Этот способ базируется на положении, что

малой величине влажности соответствует более низкое положение точки росы. Поэтому чем меньше абсолютная влажность, тем более вероятен заморозок (рис. 22).

**Способ Коростелева** основан на предположении, что разность между температурой смоченного термометра  $t_1$  и минимальной температурой ночи  $t_{\min}$  есть величина довольно постоянная и что, следовательно,  $t_{\min} = t_1 - k$ . Коэффициент  $k$  для каждого места должен быть вычислен заранее. Заметив в вечерний срок наблюдения температуру по смоченному термометру и отняв от нее соответствующую данному месту величину коэффициента  $k$ , мы получим ожидаемую величину ночного минимума. В табл. 20 приводятся значения величины  $k$  для различных условий.

**Способ Михалевского** выведен по материалам закавказских станций. Вероятность и интенсивность заморозка определяются по формулам

$$M = t' - (t - t')c, \quad (1)$$

$$M_1 = t' - (t - t')2c, \quad (2)$$

где  $M$  — ожидаемый ночной минимум температуры воздуха,  $M_1$  — то же на поверхности почвы,  $t$  — температура сухого тер-

мометра в 13 часов,  $t'$  — температура смоченного термометра,  $c$  — коэффициент, зависящий от относительной влажности воздуха; он имеет следующие значения: 90% — 4; 80% — 3; 60% — 1,5; 50% — 1,2; 40% — 0,9; 30% — 0,7; 20% — 0,4.

Таблица 20

Значения коэффициента  $k$

| Месяцы         | Ленинград |       | Москва |       | Астрахань |       |
|----------------|-----------|-------|--------|-------|-----------|-------|
|                | 13 ч.     | 21 ч. | 13 ч.  | 21 ч. | 13 ч.     | 21 ч. |
| Ясные дни      |           |       |        |       |           |       |
| Май . . . . .  | 4,7       | 2,1   | 5,4    | 3,0   | 4,7       | 1,2   |
| Июнь . . . . . | 3,4       | 1,2   | 4,0    | 2,5   | 2,0       | 0,4   |
| Пасмурные дни  |           |       |        |       |           |       |
| Май . . . . .  | 3,0       | 1,6   | 3,1    | 1,9   | 1,5       | 0,2   |
| Июнь . . . . . | 2,0       | 1,0   | 2,6    | 1,5   | 0,7       | -0,4  |

К вычисленной по формуле величине ожидаемого ночного минимума температуры дается поправка на облачность. Если совсем ясно (балл облачности меньше 4), выведенную по формуле минимальную температуру надо понизить на  $2^{\circ}$ . Если балл облачности от 4 до 7, минимум остается без поправки. При балле облачности больше 7 минимум повышается на  $2^{\circ}$ .

Способ Венцкевича выведен на материале метеорологических станций Северного Урала. Этим способом устанавливается вероятность заморозка по температуре и влажности воздуха, наблюдаемым в 19 часов. В зависимости от того, на какой участок графика (рис. 23) пришлась точка пересечения, определяется степень угрозы заморозка по следующей шкале:

- участок А — заморозок будет интенсивным (до  $-6, -10^{\circ}$ );
- участок Б — ожидается заморозок порядка  $-3, -5^{\circ}$ ;
- участок В — возможен заморозок порядка  $-1, -3^{\circ}$ ;
- участок Г — вероятен заморозок главным образом в пониженных местах рельефа;
- участок Д — заморозок маловероятен (ночная температура на  $1-3^{\circ}$  выше нуля);
- участок Е — заморозка не будет (ночью температура воздуха на  $4-5^{\circ}$  выше нуля);
- участок Ж — заморозка, безусловно, не будет (ночью ожидается теплая погода с температурой около  $6-10^{\circ}$ ).

Все эти определения даются из расчета, что небо совершенно чисто от облаков и ветра нет. При иных условиях облачности и ветра применяются соответствующие поправки (табл. 21).

*Пример.* Станция Ужаниха, 25/IV 1949 г. В 19 часов состояние погоды характеризовалось следующим образом: температура воздуха  $5,6^{\circ}$ , абсолютная влажность воздуха  $6,0$  мм, безоблачно, ветер  $4$  м/сек. Найдя по графику (рис. 23) точку, соответствующую температуре воздуха  $5,6^{\circ}$ , ведем линию вниз до пересечения с горизонтальной линией, соответствующей влажности воздуха  $6,0$  мм. Точка пересечения этих линий падает на участок графика, обозначенный буквой *B* (возможен заморозок порядка  $-1, -3^{\circ}$ ). Фактически минимальная температура воздуха в ночь

на 26/IV по термометру на высоте  $2$  м снижалась до  $-0,8^{\circ}$ , а на поверхности почвы — до  $-3,8^{\circ}$ .

Способ Синявского разработан на материалах метеорологической станции Сыктывкар. Он представляет весьма сложную таблицу, с охватом большого комплекса явлений погоды. Сюда входят: температура воздуха в 21 час, разность между температурой в 13 и 21 час, направление и сила ветра, облачность, относительная влажность воздуха, осадки, грозовые явления и др. Все эти

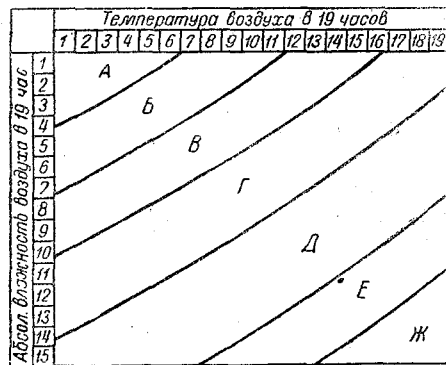


Рис. 23. График к прогнозу заморозков применительно к северным районам Свердловской области (по Г. З. Венцкевичу).

элементы в той или иной мере оказывают влияние на условия ночного выхолаживания, и учет их в комплексе значительно повышает процент оправдаемости прогноза. К сожалению, благодаря своему не вполне удачному построению, таблица Синявского мало используется на практике.

Таблица 21

Поправки к температуре воздуха при различной величине облачности и ветра

| Ветер<br>(в м/сек) | Облачность (в баллах) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                    | 1                     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 0—6                | 0                     | 0    | 0    | 0    | +0,5 | +1,0 | +1,0 | +2,0 | +2,0 | +2,5 |
| 7—10               | +1,0                  | +1,0 | +1,0 | +1,5 | +1,5 | +2,0 | +2,0 | +3,0 | +3,0 | +3,0 |
| >10                | +1,5                  | +1,5 | +1,5 | +2,0 | +2,0 | +2,5 | +2,5 | +3,5 | +3,5 | +4,0 |

Все перечисленные способы, как указывалось выше, основаны на изучении эмпирической зависимости ожидаемого ночного минимума от тех или иных условий погоды и носят поэтому узко-

местный характер, т. е. пригодны лишь для определенного географического района.

Более точными являются способы, выведенные из глубокого физического анализа процессов ночного выхолаживания. К подобного рода способам относится способ Чудновского, основанный на учете всех элементов радиационного баланса тепла.

Не входя в детали выводов, даем окончательную формулу:

$$T_{\min} = T_0 - B_0(P\delta_1 + R\delta_2),$$

где  $T_{\min}$  — температура ожидаемого ночного минимума,  $T_0$  — температура в момент захода солнца,  $B_0$  — радиационный баланс

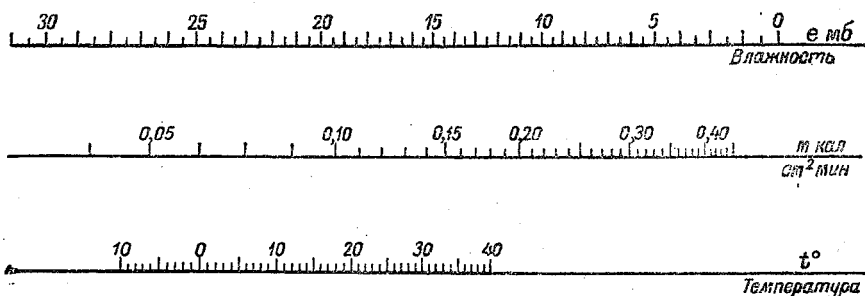


Рис. 24. Номограмма для определения величины ночного радиационного баланса (эффективного излучения) при ясном небе (по И. Г. Лютерштейну и А. Ф. Чудновскому).

в момент захода солнца,  $P$  и  $R$  — коэффициенты, зависящие от географической широты и времени года,  $\delta_1$  и  $\delta_2$  — коэффициенты, зависящие от скорости ветра и влажности почвы.

Для случая, когда предвычисление строится по данным вечерних наблюдений в 19 часов, А. Ф. Чудновским дается другая, более сложная формула.

Надежное предсказание заморозка способом Чудновского возможно при условии, если входящие в формулу элементы измеряются с помощью специальных приборов (балансомер, термоигла, ручной анемометр и др.). Однако учитывая, что на обычных метеорологических станциях этих приборов нет, автором проведена дальнейшая работа по сведению способа прогнозирования к серии обычных метеорологических наблюдений и замене входящих в формулу величин радиационного баланса данными по температуре, влажности воздуха и облачности. Величина  $B_0$  определяется по номограмме (рис. 24) путем приложения линейки к соответствующим значениям температуры и влажности воздуха. Величины  $P$  и  $R$  находятся непосредственно по табл. 22. Величины  $\delta_1$  и  $\delta_2$  определяются в зависимости от влажности почвы и скорости ветра (по флюгеру) по табл. 23.

Пример. 26/V на широте 54°15' перед заходом солнца состояние погоды было следующим: температура воздуха 8,0°, влажность воздуха 6 мб, скорость ветра 5 м/сек, почва слабо увлажненная. Зная температуру и влажность воздуха и пользуясь

Таблица 22

Значения коэффициентов  $P$  и  $R$

| Широта<br>(в град.) | V   |      | VI  |      | VII |      | VIII |      |
|---------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|
|                     | $P$ | $R$  | $P$ | $R$  | $P$ | $R$  | $P$  | $R$  |
| 42                  | 6,7 | -0,9 | 6,9 | -1,1 | 6,8 | -1,1 | 6,5  | -0,6 |
| 46                  | 6,4 | -1,0 | 6,5 | -1,1 | 6,2 | -1,0 | 5,9  | -0,7 |
| 50                  | 6,0 | -1,0 | 5,9 | -1,0 | 5,6 | -1,0 | 5,6  | -0,7 |
| 54                  | 5,5 | -1,0 | 5,3 | -0,9 | 5,0 | -0,9 | 5,4  | -0,8 |
| 58                  | 5,0 | -0,9 | 4,6 | -0,7 | 4,6 | -0,7 | 5,2  | -0,8 |

Таблица 23

Значения коэффициентов  $\delta_1$  и  $\delta_2$

| Скорость<br>ветра<br>по флю-<br>геру<br>(в м/сек) | Почва<br>сухая |            | Слабо<br>увлажненная |            | Хорошо<br>увлажненная |            | Сильно<br>увлажненная |            | Избыточно<br>увлажненная |            |
|---|----------------|------------|----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|--------------------------|------------|
|   | $\delta_1$     | $\delta_2$ | $\delta_1$           | $\delta_2$ | $\delta_1$            | $\delta_2$ | $\delta_1$            | $\delta_2$ | $\delta_1$               | $\delta_2$ |
| 0   | 22,8           | 14,4       | 17,2                 | 11,3       | 12,9                  | 8,2        | 10,2                  | 6,4        | 8,2                      | 5,2        |
| 2   | 15,0           | 12,0       | 13,7                 | 10,0       | 10,8                  | 7,7        | 8,9                   | 6,3        | 7,4                      | 5,2        |
| 5   | 9,5            | 8,0        | 9,3                  | 7,5        | 8,2                   | 6,2        | 7,1                   | 6,0        | 6,1                      | 4,6        |
| 7   | 7,3            | 6,4        | 7,4                  | 6,3        | 6,9                   | 5,5        | 6,2                   | 4,8        | 5,4                      | 4,2        |
| 10  | 5,6            | 5,0        | 5,6                  | 4,9        | 5,3                   | 4,5        | 5,0                   | 4,0        | 4,6                      | 3,6        |
| 15  | 4,0            | 3,6        | 3,8                  | 3,4        | 3,6                   | 3,3        | 3,8                   | 3,2        | 3,6                      | 3,0        |
| 20  | 3,0            | 2,8        | 2,9                  | 2,8        | 3,0                   | 2,8        | 3,0                   | 2,6        | 2,9                      | 2,5        |

номограммой (рис. 24), находим величину радиационного баланса ( $B_0 = 0,15$ ). Зная широту и месяц, согласно табл. 22 определяем значение коэффициентов  $P$  и  $R$  ( $P = 5,5$ ;  $R = -1,0$ ). По скорости ветра и степени увлажненности почвы из табл. 23 узнаем величину параметров  $\delta_1$  и  $\delta_2$  ( $\delta_1 = 9,3$ ;  $\delta_2 = 7,5$ ). Подставляя найденные величины в формулу, имеем

$$T_{\min} = 8,0 - 0,15 (5,5 \cdot 9,3 - 1,0 \cdot 7,5) = 1,5.$$

Своевременно сделанное предупреждение об ожидающемся заморозке позволяет хозяйству принять меры к охране растений от повреждения.

Значительная часть непосредственных мер борьбы с заморозками сводится к средствам, направленным на то, чтобы умень-



шить охлаждение почвы, воздуха и растений за счет ночного излучения тепла или повысить температуру приземного слоя воздуха.

Наиболее простыми, доступными и эффективными средствами борьбы с заморозками являются: дымление, обогревание, поливы и укрытие.

**Дымление.** Создаваемая разжиганием дымовых куч дымовая завеса предохраняет почву и растения от сильной потери тепла и задерживает их охлаждение. Дымовые кучи устраиваются следующим образом (рис. 25). В землю вбивается деревянный кол размером около 1,5—2 м. Вокруг него последовательными слоями друг на друга укладывают: 1) сухую солому и стружки; 2) щепки и мелкие дрова; 3) листву, навоз и полупрелое сено; 4) ботву, сорняки и бурьян. Сверху кучу засыпают слоем земли толщиной 8—10 см. Каждый слой утрамбовывают, чтобы ослабить проникновение воздуха внутрь кучи. Для дымления площади в 1 га нужно устроить от 40 до 60 куч. Кучи устанавливают по краям больших огородов и садов с той стороны, откуда идет ветер. Дымление начинают тогда, когда при ожидании заморозка температура воздуха понизится до 3—4°.

Все дымовые кучи зажигают по возможности быстро, одну за другой. Для зажигания кучи из нее вытаскивают кол и в образовавшееся отверстие вставляют солому, смоченную керосином, которую и поджигают. Для увеличения дыма полезно добавлять в кучу каменноугольную смолу, минеральные масла и смесь нашатыря с известью. Если дымовая куча разгорается быстро, то ее нужно утрамбовать — притоптать, а когда она глохнет, приподнять на жерди.

Дымовые кучи могут быть заменены сосудами (ведрами), в которых сжигают вещества, дающие большое количество дыма. Из таких веществ можно назвать: 1) древесные стружки или опилки, смешанные со смолой в пропорции 4:1; 2) порошок торфа со смолой и мазутом в пропорции 4:1:1.

Перспективным является дымление с применением самолета, распыляющего вещества, образующие, благодаря соединению с парами воздуха, туманную завесу, постепенно оседающую на землю.

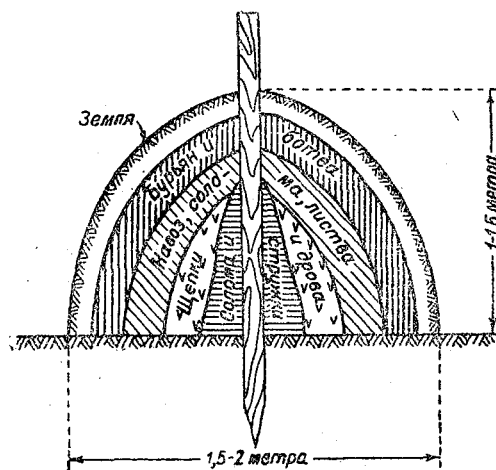


Рис. 25. Устройство дымовой кучи.

М. Я. Берлянд и П. Н. Красиков показали, что общий эффект от дымления выражается в повышении температуры воздуха на 1—3° сравнительно с воздухом окружающей местности.

**Обогревание.** Этот способ известен очень давно и пользуется популярностью в садоводстве, виноградарстве и на цитрусовых плантациях нашей страны. Он основан на повышении температуры непосредственным подогревом нижнего слоя воздуха.

Для обогрева применяют специальные грелки. Главная задача при таком обогревании заключается в том, чтобы нарушить температурную инверсию, получающуюся при заморозках.

Для обогрева площади в 1 га требуется от 300 до 400 грелок. Грелки зажигают не все сразу. Вначале зажигают одну четвертую часть всех грелок, затем половину, а потом уже все остальные. При таком обогревании температура приземного слоя воздуха может повыситься до 2—3 и даже до 5°.

**Полив.** При применении этого способа, вследствие усиления испарения, увеличивается влажность воздуха. Температура точки росы повышается, и уменьшается ночное охлаждение. Полив благоприятствует также образованию тумана и увеличивает теплопроводность почвы. Поливы огородов и садов при ожидании заморозка обычно делают вечером или в начале ночи.

**Укрытие.** Для защиты виноградников иногда используют навесы. Они делаются из древесных ветвей или камышовых матов, а иногда из кисейных или полотняных покрывал. Навесы уменьшают ночное охлаждение почвы.

В некоторых случаях (главным образом для посадок картофеля) эффективным способом является укрытие растений слоем земли в 2—5 см толщиной. Быстрота укрытия землей достигается применением окучника или легкого плуга. На следующий день или не позже чем на третий почву сгребают с растений деревянными граблями.

Если необходимо уберечь от заморозков небольшие площади каких-либо ценных посевов, вполне достаточно произвести укрытие растений соломенной резкой, мякиной, лапками хвойных, бумажными колпаками, матами и др.

### § 37. Засуха

Наибольший вред сельскому хозяйству в период вегетации культур приносит засуха.

**Засуха** — это продолжительное бездожде, нередко сопровождаемое высокой температурой, низкой влажностью воздуха и сухими ветрами, которое в условиях недостаточно высокого уровня агротехники приводит к сильному уменьшению запасов продуктивной влаги в почве, к усилению процессов транспирации, в результате чего поступление в растения влаги из почвы не компенсирует расхода воды их надземными органами, растения

теряют тургор, сохнут и при длительном пребывании в таком состоянии дают низкий урожай.

В некоторые годы засуха охватывает обширную территорию и наносит значительный ущерб народному хозяйству.

В России при самодержавии, в условиях примитивного и раздробленного крестьянского хозяйства, губительное действие засухи было исключительно велико. Сильная засуха приводила к полному разорению мелкие индивидуальные хозяйства, обрекала народ на голод и нищету.

Никакой серьезной борьбы с этим стихийным явлением в те времена не проводилось. Между тем необходимость такой борьбы осознавалась многими прогрессивными деятелями.

Выдающийся ученый-агроном А. А. Измаильский, работавший во второй половине XIX столетия на юге России, высказывал мысль, что основной мерой борьбы с засухой в степной зоне является накопление и сбережение влаги в почве. В своей замечательной работе «Как высохли наши степи» А. А. Измаильский порицал мелкую вспашку, усугубляющую действие засухи, и обратил внимание на необходимость проявлять заботу об улучшении физических свойств почвы.

Другим крупнейшим ученым, внесшим большой вклад в развитие русской агрономической науки, был П. А. Костычев. Установленная им высокая техническая эффективность структурной почвы послужила преддверием к разработанному позже В. Р. Вильямсом учению о травопольной системе земледелия. В качестве агротехнических мер борьбы с засухой П. А. Костычев рекомендовал пожнивное лушение, зяблевую вспашку, снегозадержание, ранневесеннее боронование, своевременный посев, систематическую борьбу с сорняками, т. е. все те агромероприятия, которые не утратили своего значения и на сегодняшний день.

Почти одновременно с П. А. Костычевым жил и работал выдающийся деятель агрономической науки В. В. Докучаев. Большую часть своей жизни В. В. Докучаев посвятил изучению вопроса о происхождении почв. В 1892 г. он возглавил экспедицию по изучению лесного и водного хозяйства в степных районах России. В своей книге «Наши степи прежде и теперь» В. В. Докучаев дал глубокий анализ эволюции степей. Он убедительно доказал, что из-за уничтожения лесов и покрывавшей девственную степь мощной травянистой растительности, а также в результате некультурной, хищнической распашки степная почва неуклонно теряла свое плодородие. Для восстановления плодородия почвы и борьбы с засухой он предложил систему мероприятий. В этой системе особое место уделялось вопросу насаждения лесов и полезащитных лесных полос в целях увеличения водных запасов почвы, улучшения климатических условий и ослабления вредного действия суховея. В. В. Докучаев, для большей убедительности выставленных им положений, заложил опытные участки

(Велико-Анадольский, Старо-Бельский и Каменно-Степной), на которых были произведены лесные посадки. Эти участки сохранились и до наших дней, являя собой образцы высокой культуры земледелия.

Большой вклад в дело борьбы с засухой внес великий русский ученый-физиолог К. А. Тимирязев. Путем глубокого анализа поведения растений во время засухи К. А. Тимирязев дал правильное направление научно-исследовательской работе в этой области. Указывая на необходимость вести работу по отбору засухоустойчивых сортов, он считал обязательным выводить эти сорта на месте, в строго определенных почвенно-климатических условиях. Следуя этим указаниям, русские селекционеры вывели ряд ценных сортов яровой пшеницы и других культур.

Наиболее последовательное и полное изложение идея борьбы с засухой получила в трудах русского агронома-почвоведа, ученого-большевика В. Р. Вильямса. Творчески используя достижения русской агрономической науки прошлого, взяв все лучшее от своих предшественников — П. А. Костычева и В. В. Докучаева, В. Р. Вильямс развил стройное учение о едином почвообразовательном процессе, непрерывном повышении плодородия почвы и безграничном росте урожайности. Это учение послужило фундаментом к разработанной им травопольной системе земледелия, ныне ставшей одним из мощных орудий в борьбе с засухой, и общему подъему культуры земледелия.

Так лучшие представители русской агрономической науки на протяжении многих лет искали пути преодоления стихийных явлений погоды и в первую очередь засухи. Однако ни замечательные идеи выдающихся исследователей, ни их практические начинания не встречали должной поддержки со стороны господствующих классов буржуазно-помещичьей России и в условиях примитивного, мелкого крестьянского хозяйства не находили применения.

Только после Великой Октябрьской социалистической революции, в условиях колхозного строя, в нашей стране прогрессивные идеи виднейших русских ученых — П. А. Костычева, В. В. Докучаева, А. А. Измаильского, К. А. Тимирязева, В. Р. Вильямса, И. В. Мичурина — стали могущественной силой в преодолении стихийных явлений природы. Вопрос об организованной борьбе с засухой встал в разряд первостепенных общегосударственных задач.

Партия большевиков и советское правительство всегда придавали большое значение борьбе с засухой. Еще в 1924 г. товарищ Сталин писал: «Мы решили... сделать все возможное для того, чтобы застраховать себя в будущем от случайностей засухи». Историческим документом последнего времени, принятым по инициативе товарища Сталина, является постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения вы-

соких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР».

Этот документ открыл новую эру в борьбе с засухой и засухами, мобилизовав широкие массы на активное преобразование природы степных и лесостепных зон СССР.

Одним из условий успешного осуществления Сталинского плана преобразования природы является познание природно-климатических особенностей засушливых зон.

По условиям радиационного режима и циркуляции атмосферы к районам, наиболее подверженным засухе, относятся, если не считать область орошаемого земледелия, степные и лесостепные зоны на юге и юго-востоке Европейской территории СССР.

Являясь следствием мощных процессов циркуляции атмосферы, засуха обычно охватывает большую территорию, но наблюдаются и локальные (местные) засухи, приуроченные к более узким зонам. Примером локальных засух могут служить засухи 1934 и 1943 гг. Первая наблюдалась на Украине, второй было охвачено Нижнее Поволжье с прилегающими к нему районами Южного Урала и Северного Кавказа.

Из засух крупного географического масштаба можно указать на засухи 1891, 1906, 1911, 1921 и 1946 гг., которые по размерам охваченной территории, продолжительности и интенсивности были наиболее резко выраженными (рис. 26 и 27).

По времени возникновения, т. е. сезону года, когда устанавливается засушливая погода, различают три типа засухи: весеннюю, летнюю и осеннюю.

Весенняя засуха характеризуется сравнительно невысокой температурой, низкой относительной влажностью воздуха и часто холодными, иссушающими почву ветрами. Основной вред наносимый действием весенней засухи, заключается в быстром и сильном пересыхании верхнего горизонта почвы. Это резко ухудшает условия первого периода роста яровых зерновых культур. Всходы оказываются недружными, укоренение и кущение — слабыми. На Северном Кавказе, в низовьях р. Волги и в восточных районах Украины весенняя засуха сопровождается нередко сильными пыльными бурями. При большой ее продолжительности рост культур в начальный период развития оказывается настолько подавленным, что, даже с наступлением влажной, с осадками погоды, растения оправляются с трудом и дают пониженный урожай. Озимые культуры повреждаются весенней засухой только в тех случаях, когда, вследствие сухой осени и малого количества использованных талых вод, почва ко времени ее наступления имеет весьма низкие запасы продуктивной влаги, а озимые растения, вследствие неблагоприятных условий осенней вегетации, являются слабо развитыми.

Летняя засуха (июнь, июль) характеризуется высокой температурой, низкой влажностью воздуха и большой интенсивностью испарения. В зависимости от того, на какую стадию раз-

вития культур приходится наступление летней засухи, каковы запасы влаги в почве и каковы условия всего предшествующего периода вегетации, вред, причиняемый засухой, оказывается различным. В начале действия засухи обнаруживается увядание и пожелтение листьев, затем их скручивание и полное усыхание; прирост всей органической массы приостанавливается, колосовая часть развивается слабо, растение оказывается низкорослым

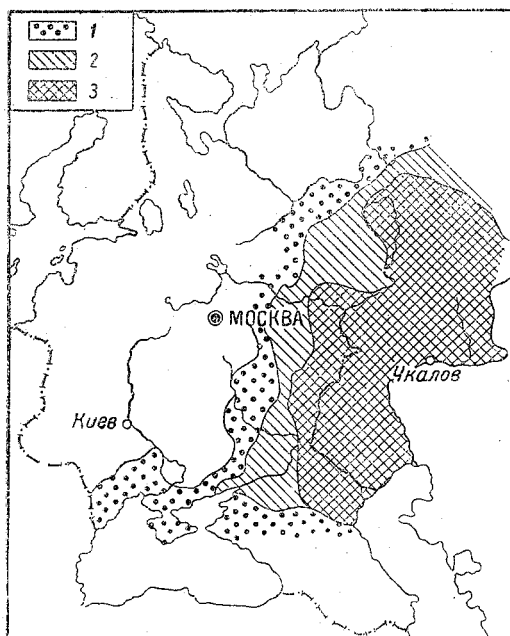


Рис. 26. Районы, подвергшиеся засухе в 1911 г.

1 — районы слабой засухи, 2 — районы сильной засухи, 3 — районы очень сильной засухи (по Ветлугину).

и с небольшим колосом. Если засуха захватывает период налива, зерно получается щуплым, легковесным.

Осенняя засуха захватывает период года, когда большая часть яровых культур, по крайней мере колосовых, бывает уже убрана. Поэтому вредное действие осенней засухи сказывается в первую очередь на озимых культурах нового сева. Семена озимых, попадая в сухую почву, подолгу лежат непроросшими; всходы появляются лишь после выпадения дождей и до наступления морозной погоды имеют недостаточно теплых дней для нормального развития. Зимостойкость плохо развившихся посевов оказывается весьма слабой, и в случае неблагоприятных условий зимы и весны посевы сильно изреживаются. Косвенное

отрицательное значение осенней засухи заключается в малом накоплении продуктивной влаги в почве.

Из перечисленных типов засухи наиболее часто наблюдается весенняя засуха, однако для каждого района имеется своя специфика. Не исключены случаи, когда засуха охватывает не один, а два сезона.

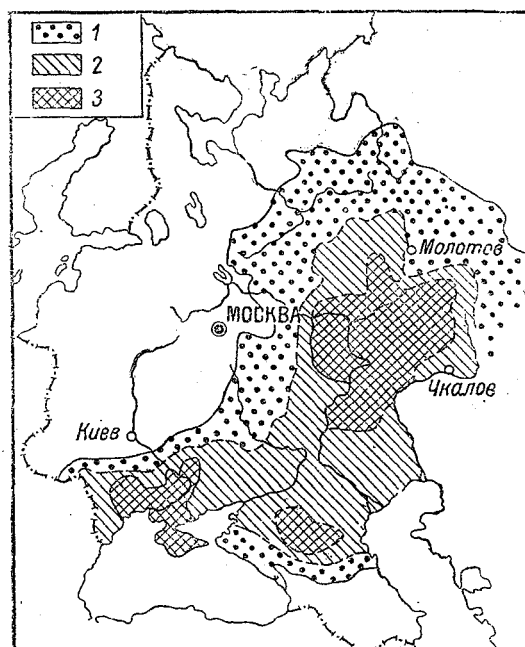


Рис. 27. Районы, подвергшиеся засухе в 1921 г.

1 — районы слабой засухи, 2 — районы сильной засухи, 3 — районы очень сильной засухи (по Ветлугину).

Интенсивность засухи определяется размером охваченной ею территории, продолжительностью, предшествующими условиями, фазой развития культур и в конечном итоге общим объемом потерь в урожае.

### § 38. Агрометеорологические показатели засухи и суховея

Как указывалось выше, губительное действие засухи на сельскохозяйственные культуры выражается в нарушении водного баланса растений, влекущем за собой приостановку ростовых процессов, ухудшение условий плодообразования и, как результат, большую потерю в урожае основной продукции. Такое нарушение водного баланса растений наступает в результате длитель-

ного процесса постепенного израсходования влаги в почве, определяемого той или иной продолжительностью бездождного периода.

В результате отсутствия осадков наступает почвенная засуха, которая может быть различной продолжительности, в зависимости от исходных запасов влаги в почве, интенсивности процессов испарения и транспирации, а также в зависимости от состояния и возраста растений.

В весенний период длительное отсутствие осадков не вызывает угнетения роста растений, если в почве после снеготаяния содержатся значительные запасы влаги или если корневая система растений успела ко времени засухи углубиться и использовала влагу нижних горизонтов почвы.

Поэтому, как правило, весенняя засуха меньше отражается на состоянии озимых культур, возобновляющих вегетацию с хорошо развитой корневой системой, и в большей степени — на яровых.

Приведем примеры, иллюстрирующие это положение. Весной 1948 г. после снеготаяния запасы влаги в почве по станции Привольск (Саратовская область) были хорошими и исчислялись в количестве 215 мм продуктивной влаги. В течение мая и первых двух декад июня осадков почти не было, и тем не менее, благодаря хорошим запасам влаги в почве с весны, озимая рожь до конца вегетации сохраняла высокую оценку состояния. В том же году по станции Ершов осадков за май и первые две декады июня не было, но весенние запасы влаги в почве были плохими (100 мм продуктивной влаги в метровом слое почвы). В результате озимая рожь в Ершове, имевшая к началу возобновления вегетации отличную оценку состояния, ко времени цветения ухудшила оценку до крайне плохой. Наконец, по станции Аткарск весной 1948 г. на озимом и яровом полях увлажнение почвы было недостаточным, а осадков за май и первые две декады июня почти не было.

В итоге озимая рожь, имевшая хорошо развитую корневую систему, до конца вегетации удержала удовлетворительную оценку состояния, а яровая пшеница погибла.

Большое значение имеют весенние запасы влаги в метровом слое почвы. Для степной части Украины можно утверждать, что влага, накопившаяся в метровом слое почвы к началу весны, является главным источником водоснабжения растений в течение всего вегетационного периода. Особенно большое значение весенние запасы почвенной влаги, как указывалось выше, имеют для озимых культур. Это подтверждается примерами из практики передовых колхозов. Так, в сильнейшую засуху 1946 г., когда сумма осадков за апрель—июль составила не более 30 мм, в колхозе «Запорожец» (Старо-Бешевский район, Сталинская область) Герой Социалистического Труда Г. П. Васильев, обеспечив комплексом агромероприятий накопление к весне больших запасов



влаги в почве, получил высокий урожай озимой пшеницы: по 30 ц зерна с 1 га (общая площадь 54 га).

М. С. Кулик, устанавливая количественные показатели весенней влагообеспеченности районов УССР, пришел к следующему выводу.

Большинство почв степных и лесостепных районов УССР при насыщении до полевой влагоемкости удерживает в метровом слое 180 мм легкоусвояемой влаги. Весенние запасы влаги в метровом слое почвы в размере 120 мм, даже при нормальном количестве осадков и нормальной испаряемости, не гарантируют получения высокого урожая, а запасы меньше 100 мм обычно ведут к резкому снижению урожая даже при значительном количестве осадков в период вегетации культур. На Одесской опытной станции при снижении весенних запасов влаги в метровом слое до 40—60 мм получались во все годы очень низкие урожаи.

Весной, наряду с запасами влаги в метровом слое почвы, большое значение имеет влажность верхнего горизонта почвы. От степени его увлажнения зависит использование растениями питательных веществ, активность корневой системы, главная масса которой располагается в слое 0—30 см, и полезная деятельность микроорганизмов. Пересыхание верхнего горизонта почвы в период кущения, а также в период выход в трубку — колошение, т. е. в период наиболее интенсивного накопления органической массы, особенно заметно отражается на урожайности зерновых. От увлажнения верхних слоев почвы в период кущения зависит образование дополнительных стеблей и вторичных корней, без наличия которых в дальнейшем сокращается возможность использования питательных веществ и почвенной влаги.

В осенний период засуха сильно отражается на прорастании семян озимых культур, на росте их всходов, о чем уже говорилось в предыдущем параграфе.

Те декады, в течение которых запасы почвенной влаги в пахотном горизонте были меньше 20 мм, М. С. Кулик называет засушливыми, а декады, в течение которых запасы влаги были меньше 10 мм, — сухими.

Анализ многолетнего материала дает основание сделать вывод, что шесть засушливых декад за весь вегетационный период являются показателем умеренной напряженности засухи, а три и более сухих декад — показателем значительной напряженности засухи.

Погубное действие засухи усиливается, когда она сопровождается неблагоприятными явлениями в атмосфере (суховеи, мгла, пыльные бури и пр.). Вред, наносимый суховеями сельскому хозяйству, известен давно, однако изученность этого явления еще недостаточная. В литературе часто суховеи рассматриваются обособленно, вне связи с другими явлениями, что считается неправильным. Из практики известно, что применение агрономического комплекса, обеспечивающего накопление и со-

хранение влаги в почве, сокращение вегетационного периода (яровизация), выведение новых сортов и т. д. заметно смягчают отрицательное влияние суховеев.

До настоящего времени явлению суховея не дано строгого определения. Н. Б. Бова, изучавший засухи на материале станций в Поволжье, определяет суховея как сухой ветер силой не ниже 3 м/сек при относительной влажности воздуха в 13 часов дня 25% и ниже. По мнению Н. Б. Бова, суховеи могут наблюдаться с момента освобождения почвы от снежного покрова до установления его осенью и действуют иссушающим образом на почву, растение и зерно.

Е. А. Цубербиллер определяет суховея как комплекс метеорологических условий в конкретный момент времени, обуславливающий большую испаряемость, показателем которой может служить величина дефицита влажности воздуха.

Слабые суховеи, с максимальным дефицитом влажности воздуха 20—30 мм, вызывают дневное снижение тургора листьев, обычно восстанавливаемое за ночь, а интенсивные суховеи, при дефиците влажности воздуха 30—40 мм, вызывают пожелтение и подсыхание листьев и захват зерна.

По М. С. Кулику, явление суховея также следует рассматривать как фактор, усиливающий расходование влаги на транспирацию. Высокая температура (выше 30—35°) при низкой влажности воздуха (ниже 20—15%) и при ветре силой 7—12 м/сек создает условия, которые вызывают наибольшую степень испаряемости.

Таким образом, под *суховеем* следует понимать такой комплекс атмосферных явлений (высокая температура, низкая влажность воздуха и сухой ветер), который создает условия высокой испаряемости и при недостаточном высоком уровне агротехники вызывает резкое нарушение водного баланса растений, приводя в короткий срок к необратимым явлениям — подсыханию вегетативных органов и образованию щуплого, неполноценного зерна.

Действие суховеев на растения усиливается или ослабляется в зависимости от условий влагообеспеченности и условий закалки растений.

Если в период формирования зерна имеются достаточные запасы влаги в почве, а растения в период интенсивного роста перенесли только частичную депрессию вследствие высокой испаряемости, то суховеи не наносят большого вреда. Если же водный баланс растений в течение всего вегетационного периода не подвергался нарушению и они развили большую надземную массу, которая характеризуется крупноклеточностью и слабой водоудерживающей способностью, а запасы влаги в почве недостаточны, то суховеи в период формирования зерна могут дать резкое снижение урожая.

Засуха нередко сопровождается сухими туманами (гарью от лесных пожаров), мглой или помохой, а также пыльными бурями.

При явлениях мглы воздух обычно бывает наполнен мельчайшими частицами пыли, но, как показали исследования В. Р. Заленского, мгла не оказывает непосредственно вредного влияния на посевы, а ее действие сводится к усилению вредного влияния на растения высоких температур, сопряженных с большой сухостью воздуха.

Действию мглы и суховеев часто приписываются явления захвата или запала зерна, при котором зерно через несколько часов становится щуплым и неполновесным, оказывается захваченным. Следует, однако, иметь в виду, что представление о мгновенных действиях интенсивных суховеев, вызывающих запал или захват зерна, является, повидимому, сильно преувеличенным. Как показали многолетние наблюдения, в условиях высокой агротехники орошаемого хозяйства отрицательное действие суховеев оказывается парализованным и не причиняет серьезного вреда растениям.

В некоторые годы в степных и реже в лесостепных районах Советского Союза засуха сопровождается сильными ветрами, превращающимися в так называемые пыльные, или черные, бури. Они наблюдаются главным образом весной, когда иссушенная поверхность обрабатываемых полей не успевает еще покрыться достаточно мощной растительностью. В более редких случаях черные бури наблюдаются летом и даже бесснежной зимой.

Во время черных бурь из почвы выдуваются не только мелкие, наиболее плодородные гумусовые частицы, но и крупные песчинки, семена и неокрепшие еще всходы сельскохозяйственных культур. Черная буря 1928 г. вынесла с полей УССР огромное количество пылеватых частиц и перенесла их на большое расстояние, причем выпадение пыли было отмечено в Румынии и Польше. Подобные же бури, с нанесением сильных повреждений посевам, наблюдались также в 1929, 1930, 1936, 1939 и 1946 гг.

### § 39. Сталинский план преобразования природы как действенная программа борьбы с засухой и суховеями

Великий Сталинский план преобразования природы открывает широкие перспективы к преодолению неблагоприятных явлений климата и дальнейшему подъему урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. направлено на устранение засушливых явлений в степных и лесостепных районах Европейской территории СССР путем создания густой сети лесонасаждений, широкого внедрения травопольных севооборотов, строительства огромного числа прудов и водоемов и ряда других крупных агротехнических мероприятий.

Зеленые ленты лесонасаждений в течение ближайших 15 лет опояшут нашу степь, причем общая площадь, охваченная ими, составит около 120 млн. га.

В систему лесонасаждений войдут 8 крупных государственных лесных защитных полос (протяженностью от 200 до 900 км) на площади 118 тыс. га, полезащитные лесные полосы в колхозах и совхозах на площади 4172,5 га, а также насаждения по балкам, оврагам и пескам на площади в 1858,5 тыс. га.

Создание обширной сети лесонасаждений приведет к весьма существенным изменениям в гидрометеорологическом режиме межполосных пространств.

Есть все основания полагать, что гидрологический эффект полос проявится в резком сокращении поверхностного стока воды как при весеннем снеготаянии, так и во время ливневых дождей. Уменьшение стока будет способствовать лучшему увлажнению почвы, повышению грунтовых вод и в целом лучшему водоснабжению сельскохозяйственных растений.

Метеорологический эффект выразится в ослаблении ветрового потока, а это в свою очередь будет способствовать уменьшению иссушающего действия суховеев, лучшему перераспределению снежного покрова, а также благоприятным для сельского хозяйства изменениям микроклимата полей.

Изучение гидрометеорологического режима межполосных пространств при наличии уже существующих взрослых лесонасаждений показывает, что скорость ветра под влиянием лесных полос по всей стороне защищенного поля ослабляется в среднем на 30—40%. Этот ветрозащитный эффект лесных полос находится в непосредственной зависимости от их высоты. Чем выше полоса, тем дальше распространяется ее влияние. Поэтому дальность действия полосы измеряют обычно не метрами, а отношением расстояния от полосы к ее высоте. Установлено, что уменьшение скорости ветра остается заметным на расстоянии от лесной полосы, равном 25—30 высотам насаждения. Так, если высота полосы равна 10 м, то уменьшение скорости ветра в заветренную сторону от полосы будет наблюдаться на расстоянии 250—300 м. Наиболее значительное ослабление ветра происходит вблизи или по крайней мере не далее 50—70 м от полосы. Наглядное изображение ветрозащитной роли лесной полосы дано на рис. 28.

Суммарный ветрозащитный эффект лесной полосы, включая в это понятие и дальность ее действия, зависит, во-первых, от того, насколько будет ослаблен воздушный поток, прошедший через полосу, во-вторых, от того, какое количество воздуха пройдет через полосу, и, в-третьих, как быстро нижний поток воздуха будет смешиваться с верхним, неослабленным потоком воздуха, прошедшим над полосой. Все это в свою очередь зависит от конструкции лесной полосы.

При малопродуваемой конструкции воздушный поток, проходящий сквозь полосу, будет ослаблен до минимума, но одновре-

менно будет уменьшена до минимума и общая масса воздуха, прошедшая сквозь полосу. В результате верхний, неослабленный поток за полосу быстро достигнет поверхности земли, а ветрозащитный эффект аннулируется на близком к полосе расстоянии.

При очень редкой и узкой лесной полосе воздушный поток, прошедший сквозь нее, будет мало ослаблен и поэтому, хотя масса воздуха, прошедшая через полосу, будет значительна и полное смешение ее с верхним воздушным потоком произойдет на сравнительно большом расстоянии от полосы, суммарный эффект будет также невелик.

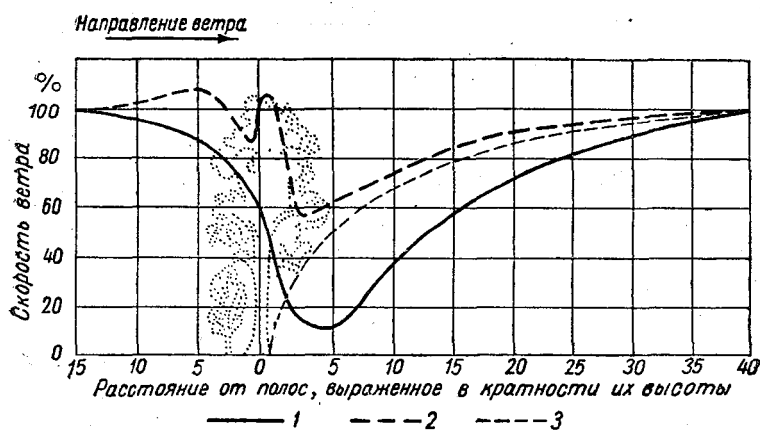


Рис. 28. Влияние лесных полос на скорость ветра в процентах от скорости ветра в степи.  
1 — ажурная, 2 — редкая, 3 — густая (по Я. Д. Панфилову).

Наибольший суммарный эффект дает полоса ажурной конструкции — переходная между продуваемой и непродуваемой конструкцией, имеющая более или менее равномерно распределенные неширокие просветы между облиственными ветвями.

Влияние полезащитных лесных полос на уменьшение скорости ветра с наветренной стороны значительно меньше и бывает заметным лишь на небольшом расстоянии от полосы, равном 1—3 высотам насаждения.

Изучение зависимости ветрозащитного действия полос от угла встречи ветра с полосой показало, что отклонение ветра от направления, перпендикулярного к полосе, в пределах 25—30° не оказывает существенного влияния на ее защитный эффект. При уменьшении угла, образуемого направлением ветра с полосой, до 15° и меньше, т. е. при почти параллельном ветре, суммарное ослабление ветра составляет около 50% от ослабления ветра, перпендикулярного к полосе направления.

Непосредственный эффект уменьшения скорости ветра под влиянием лесных полос сказывается на ослаблении вредного действия пыльных бурь. Объясняется это тем, что с уменьшением скорости ветра ослабляется его подъемная сила. Так, при уменьшении скорости ветра от 10 до 7 м/сек, т. е. на 30%, его подъемная сила уменьшается на 50%.

Существенное влияние оказывают лесные полосы на распределение снежного покрова. Они препятствуют сдуванию снега с полей в пониженные места, балки, овраги и обеспечивают более равномерное распределение снега на полях. Более мощный снежный покров на межполосных полях создает лучшие условия перезимовки озимых, повышает зимние запасы влаги и способствует лучшему их усвоению, так как менее промерзаемая под мощным снежным покровом почва скорее оттаивает и, следовательно, полнее поглощает талые воды.

Влияние лесных полос на накопление снега находится в непосредственной зависимости от их конструкции. Непродуваемые плотные полосы, а также полосы с густым подлеском, собирающие в самом насаждении и на опушках большие сугробы снега, задерживают весенние полевые работы и в некоторых случаях вызывают снеголом деревьев и кустарников. Лучший эффект на равномерность снегоотложения оказывают полосы, свободно продуваемые.

Благодаря медленному таянию снега большая масса воды, накопленная в нем, хорошо увлажняет почву и улучшает условия весенне-летней вегетации культур.

Вопрос о влиянии лесных полос на температуру и влажность воздуха межполосного пространства в настоящее время изучен еще недостаточно.

В связи с ослаблением ветра и турбулентного обмена суточная амплитуда температуры на межполосных участках несколько увеличивается за счет повышения максимума и снижения минимума.

Но, кроме ветра, на температуру оказывает влияние и характер самой растительности. С увеличением мощности травостоя увеличивается транспирация и расход тепла на транспирацию, в связи с чем дневная температура несколько снижается. Непосредственные наблюдения над температурой воздуха показывают, что в дневные часы действие обоих факторов в значительной мере взаимно компенсируется, и разность температуры воздуха в открытой степи и на межполосных участках оказывается невелика. С заходом солнца положение меняется — температура воздуха среди лесных полос становится ниже, чем в открытой степи, что приводит к некоторому повышению морозоопасности на межполосных участках. Наибольшее охлаждение воздуха наблюдается вблизи лесной полосы, где имеется застой воздушных масс.

Изучение вопроса о влиянии лесных полос на изменение влажности воздуха привело большинство исследователей к выводу, что

относительная влажность воздуха на полях в системе полезащитных полос, в общем, несколько выше, чем в открытой степи. В сухие, жаркие дни разность в пользу защищенных полей достигает 15%, а при облачной погоде — 7—8%. В защите полей от вредного действия суховея при атмосферной засухе указанное повышение влажности воздуха имеет существенное значение.

В соответствии с изменением скорости ветра, температуры и влажности воздуха изменяется и интенсивность испарения. По данным В. А. Бодрова и других исследователей, величина суммарного испарения в межполосном пространстве на 15—30% ниже, нежели в открытой степи.

Уменьшение испаряемости и лучшее снегонакопление на полях, защищенных лесными полосами, создают благоприятные условия для повышения запасов влаги в почве, а это в свою очередь обеспечивает лучший рост и развитие культур на протяжении всего периода вегетации.

Вторым мероприятием в общей системе Сталинского плана преобразования природы является внедрение на поля колхозов и совхозов травопольных севооборотов и повышение общего уровня агротехники.

Останавливаясь на этом вопросе, Т. Д. Лысенко указывает, что «... для оказания действенной помощи колхозам и совхозам, в особенности в деле претворения в жизнь великого Сталинского плана преобразования природы в степных и лесостепных районах Европейской территории СССР, исключительное значение имеет творческое использование учения В. Р. Вильямса».

Основным вопросом этого учения является теория восстановления структуры почвы путем введения в севооборот многолетних бобовых и злаковых трав. Создаваемая корнями многолетних трав структура почвы меняет физические свойства последней и создает благоприятные предпосылки для накопления и сбережения выпадающих на поверхность почвы осадков, а также для увеличения количества растворимых минеральных соединений в почве. В то время как в бесструктурной почве приходится постоянно сталкиваться с явлениями антагонизма воды и воздуха, в структурной почве это исключается. Влага в виде дождей или от таяния снега проникает в структурную почву весьма легко. Попав в почву, вода быстро растекается по широким промежуткам между комками и пропитывает самые комки. Свободный остаток воды легко уходит в подпахотный горизонт. Широкие промежутки между комками, где вода не задерживается, заполняются воздухом. При правильной обработке с наступлением сухой погоды высыханию на структурной почве подвергается только самый поверхностный слой (до 4—5 см); глубже почва остается влажной. По В. Р. Вильямсу, структурная почва сохраняет для растений 85—100% всех выпадающих за год осадков.

Обратную картину мы имеем для бесструктурной почвы. При первом же дожде слабосцементированные частицы почвы распы-

ваются и вся почва сливается в одну сплошную массу. При этом проникновение влаги в почву замедляется и избыток воды стекает с поверхности. В периоды частого выпадения осадков все почвенные поры заполнены водой, воздуха в почве нет и поступление пищи в усвояемой форме прекращается. С наступлением весны влага на бесструктурной почве быстро передвигается по капиллярам к поверхности и испаряется. Запасы влаги в корнеобитаемом слое быстро расходуются. Урожай на бесструктурных почвах является стихийным, подверженным резким колебаниям в зависимости от метеорологических условий года.

В структурной почве накопленная к весне влага в летний период сохраняется значительно дольше и обеспечивает весь период вегетации возделываемых культур.

По данным Института зернового хозяйства Юго-Востока, при одногодичном пребывании трав в севообороте количество структурных единиц (водоупорных агрегатов) увеличилось в почве на 5%, при двухгодичном — на 8,3%, при трехгодичном — на 11,8%. Параллельно с этим была установлена роль травяного пласта в поглощении влаги почвой: на поле первого года пользования травами за 4 часа впиталось около 170% воды сравнительно с паровым полем. Урожай по пласту бобово-злаковых трав всегда выше, чем по мягким землям. Травяной пласт оказывает положительное действие и на все последующие культуры севооборота.

Надежным и важнейшим средством борьбы с засухой является орошение. Орошение, компенсируя недостаток выпадающих осадков (особенно в периоды, когда они больше всего нужны растению), позволяет получить высокие и устойчивые урожаи при любых условиях погоды.

В постановлении Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. большое внимание уделено вопросам орошения. В этом постановлении дано указание о широком развитии строительства в колхозах и совхозах прудов и водоемов, а также лиманного орошения.

Планом предусматривается создание в ближайшие годы 44 тысяч прудов и водоемов в колхозах и совхозах. Из этого числа на долю Украины приходится около 16 тысяч, а на центрально-черноземные области — около 15 тысяч.

Новый этап в развитии поливного земледелия был открыт в связи с опубликованием 31 августа 1950 г. постановления Совета Министров СССР о переходе на новую систему орошения в целях более полного использования орошаемых земель и улучшения механизации сельскохозяйственных работ.

Это постановление вызвано тем, что раньше, в условиях единоличного хозяйства, система орошения была крайне примитивной. Орошаемые земли были разделены на мелкие поливные участки размером от  $\frac{1}{4}$  до 1 га. Каждый землевладелец проводил оросительные каналы по своему участку, преследуя только лич-



ные выгоды, не считаясь с интересами других хозяйств. С коллективизацией сельского хозяйства система орошения была заметно улучшена, однако в подавляющей массе колхозов оставалась все еще неудовлетворительной и не отвечала современному уровню. Основным недостатком этой системы является наличие густой сети постоянных, непроходимых для сельскохозяйственных машин оросительных каналов, что приводит к неиспользованию 4—6%, а в ряде случаев 10—12% поливных земель, препятствует высокопроизводительному использованию тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин, повышает объем работ по очистке каналов, способствует развитию очагов сорной растительности и вредителей сельскохозяйственных растений.

Переход на новую систему орошения, предусмотренный постановлением Совета Министров СССР, устраняет указанные недостатки и открывает перспективы для дальнейшего увеличения валовых сборов хлопка, зерна и других сельскохозяйственных культур.

Некоторые передовые хозяйства практически уже использовали этот прием орошения на укрупненных поливных участках с применением временных оросителей вместо постоянных. К таким хозяйствам относится колхоз «Коммунист» (Янги-Юльский район, Ташкентская область). С переходом на новую систему орошения число поливных участков в колхозе сократилось с 500 до 95 при увеличении размера каждого участка в 4—6 раз. Это мероприятие вместе с высокой агротехникой и применением эффективных способов полива обеспечило колхозу возможность сдать государству хлопка-сырца в среднем по 32,6 ц с 1 га против 7 ц в прошлые годы.

Принятые по инициативе товарища Сталина постановления о строительстве Куйбышевской, Сталинградской и Каховской гидроэлектростанций, о сооружении Главного Туркменского, Южно-Украинского, Северо-Крымского и Волго-Донского каналов открывают величайшие перспективы для дальнейшего наступления на засуху, ведут к невиданному расцвету всех отраслей сельского хозяйства.

На крупнейших реках Советского Союза уже начались грандиозные стройки. В ближайшие годы водными ресурсами Волги, Дона, Днепра, Аму-Дарьи, Сыр-Дарьи, Куры, Аракса будут орошены новые миллионы гектаров плодородных земель. На этих землях, так же как и на землях всех районов поливного земледелия, колхозное крестьянство будет получать гарантированные и самые высокие в мире урожаи пшеницы, хлопка, овощей, плодов и других сельскохозяйственных культур.

Постройка на р. Волге в районе г. Куйбышева гидроэлектростанции предусматривает орошение 1 млн. га земель Заволжья, что увеличит существующую там на сегодня ирригационную сеть в 70 раз.

Постройка на р. Волге в районе г. Сталинграда мощной гидроэлектростанции в корне изменит климатические условия Прикаспийской низменности, являющейся одним из серьезных источников суховеев в Поволжье, и позволит освоить пустынные и полупустынные районы для широкого развития в них животноводства.

Через всю территорию Заволжья пройдет основной многоводный канал протяженностью в 600 км, который будет брать у р. Волги до 34 млн. м<sup>3</sup> воды в сутки. Этот канал обводнит наиболее богатую низменную часть Заволжья, сейчас засушливую.

Постройка Каховской гидроэлектростанции на р. Днепре, а также строительство Южно-Украинского и Северо-Крымского каналов в корне изменят лицо засушливых районов юга Украины и севера Крыма. В Херсонской, Закарпатской, Николаевской и Днепропетровской областях будет орошено водами Днепра более 1200 тыс. га земли и обводнено до 1700 тыс. га.

Главный Туркменский канал протяженностью в 1100 км обеспечит орошение и сельскохозяйственное освоение 1300 тыс. га новых земель и обводнение до 7 млн. га пастбищ Кара-Кума.

В связи с орошением в лучшую сторону изменится и термический режим территории. По расчетам С. А. Сапожниковой, в период с июня по август, когда жара в пустыне особенно велика, температура воздуха на орошаемых участках в северной части Туркменского канала будет на 2 и даже на 3° ниже по сравнению с той, которая наблюдается в настоящее время.

Грандиозные мероприятия по орошению и обводнению земель с помощью электроэнергии в сочетании с другими обширными мероприятиями Сталинского плана преобразования природы позволят окончательно победить векового врага русского земледелия — засуху.

## ГЛАВА VI

### АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

#### § 40. Организация агрометеорологической сети и наблюдений

Агрометеорологическое обслуживание различных отраслей сельского хозяйства, а также научно-исследовательская работа в области агрометеорологии базируются на материалах, получаемых в результате постановки соответствующих наблюдений на агрометеорологических станциях, входящих в общую сеть станций гидрометеорологической службы.

Где бы и для какой бы цели ни ставились агрометеорологические наблюдения, всегда основным принципом их осуществления является сопряженность (одновременность) наблюдений над метеорологическими условиями и условиями увлажненности почвы с наблюдениями над характером изменений в состоянии сельскохозяйственных растений (или животных) и проводимыми на данной территории сельскохозяйственными работами.

Смысл постановки таких сопряженных метеорологических и сельскохозяйственных фенологических наблюдений заключается в том, что только этим способом можно определить сельскохозяйственную значимость каждого метеорологического явления, дать правильную производственную оценку условиям погоды и использовать эту оценку для обоснования тех или иных агромероприятий.

Организация наблюдений на большой сети станций, более или менее равномерно расположенных по территории, обеспечивает получение агрометеорологических выводов не только по одному пункту, но и в широком географическом разрезе с выявлением агрометеорологических особенностей каждой зоны.

Идея агрометеорологических наблюдений и первые практические шаги по организации этих наблюдений принадлежат русским ученым, основоположникам агрометеорологии А. И. Воейкову и П. И. Броунову.

Созданная этими учеными и другими русскими деятелями науки в дореволюционной России небольшая сеть агрометеорологических станций послужила образцом для организации аналогичной сети во многих странах Западной Европы: Италии, Германии, Франции и др.

Цель, которая преследовалась при организации агрометеорологических наблюдений в России, сводилась в основном к выявлению роли метеорологических факторов в процессе формирования урожая и к определению причин катастрофических недородов в особо засушливые годы.

По материалам тех же наблюдений давалась сельскохозяйственная оценка климата и выявлялись биологические особенности различных видов и сортов сельскохозяйственных культур в отношении их требовательности к теплу и влаге.

Несмотря на малое число станций и большую ограниченность материальных средств, результаты агрометеорологических наблюдений того времени, благодаря самоотверженному труду отдельных наблюдателей, были весьма ценными и в течение нескольких десятилетий служили исходным материалом для различных научно-исследовательских работ.

После Великой Октябрьской социалистической революции запросы к постановке агрометеорологических наблюдений в корне изменились.

Перед станциями, ведущими агрометеорологические наблюдения, была поставлена задача обеспечить сельское хозяйство таким материалом наблюдений, который позволил бы в каждом конкретном случае лучше ориентироваться по ходу погоды в выборе приемов агротехники и активно бороться с потерями урожая от неблагоприятных метеорологических условий.

В связи с этим программа работ агрометеорологических станций была расширена, методика наблюдений унифицирована, вся сеть станций передана на государственный бюджет и разбита на

группы (категории), со строгим определением прав и обязанностей каждой группы.

Особое внимание было уделено вопросу правильного размещения сети станций, с расчетом возможно более равномерного распределения их по территории и охвата наблюдениями основных отраслей сельского хозяйства.

Агрометеорологическая сеть по характеру и объему производимых наблюдений разбита на следующие группы станций:

- 1) гидрометеорологические станции, привлеченные к обслуживанию сельского хозяйства;
- 2) агрометеорологические станции II категории;
- 3) агрометеорологические станции I категории.

Основную массу станций составляет группа гидрометеорологических станций, привлеченных к обслуживанию сельского хозяйства.

Как показывает само название, эти станции, кроме обычных метеорологических наблюдений (для целей синоптической службы и изучения климата), ведут также специальные агрометеорологические наблюдения. Полная программа этих станций, кроме метеорологических, включает следующие виды специальных наблюдений: наблюдения над влажностью почвы и над фазами развития культур, определение высоты и густоты травостоя, регистрацию повреждений посевов неблагоприятными метеорологическими явлениями (засухой, суховеями, заморозками), общую оценку состояния посевов в связи с условиями погоды, наблюдения над состоянием посевов в период зимнего покоя, наблюдения над ходом полевых работ, промерзанием и оттаиванием почвы и некоторые другие.

Часть привлеченных к обслуживанию сельского хозяйства гидрометеорологических станций, имеющих малый штат наблюдателей, ведет наблюдения не по полной, а по упрощенной программе. Обход полей для регистрации фаз развития производится этими станциями 1 раз в пятидневку (в то время как по полной программе обход полей производится через день), и влажность почвы определяется лишь визуально.

Агрометеорологические станции II категории отличаются от группы гидрометеорологических станций, привлеченных к обслуживанию сельского хозяйства, постановкой наблюдений по более расширенной программе, при большей их специализации. Кроме того, на станциях этой категории ведется серия наблюдений по специальным заданиям научно-исследовательских учреждений (отделов агрометеорологии геофизических обсерваторий).

Агрометеорологические станции I категории, наряду с наблюдениями по общей программе, несут некоторые научно-исследовательские функции, ведя их самостоятельно или закладывая полевые опыты под руководством отделов агрометеорологии геофизических обсерваторий. На этих станциях для обеспечения исследовательской работы имеется специальная аппаратура и опытные

участки, а также штат квалифицированных специалистов-агрометеорологов.

В последние годы, в связи с проведением в жизнь Сталинского плана преобразования природы, в районах полезащитного лесоразведения организована сеть лесогидрометеорологических станций, основной задачей которых является всестороннее изучение влияния полезащитного лесоразведения и травопольной системы земледелия в целом на гидрометеорологический режим сельскохозяйственного поля.

В районах отгонного животноводства организована сеть станций, ведущая наблюдения над изменением кормовой ценности пастбищ в связи с метеорологическими условиями, в целях содействия мероприятиям по наилучшему выпасу скота и переносу его с одних пастбищ на другие.

Кроме станций агрометеорологической сети, находящихся в ведении гидрометеорологической службы, имеются станции, принадлежащие другим ведомствам. Эти станции организуют наблюдения по указаниям своего ведомства и вместе с тем сообщают в органы гидрометеорологической службы некоторые результаты своих наблюдений.

В особых случаях в проведении массовых наблюдений принимают участие колхозы и совхозы. В последние годы большое количество колхозов и совхозов привлечено к наблюдениям над состоянием озимых культур в осенне-зимне-весенний период.

Результаты агрометеорологических наблюдений служат исходным материалом для текущего обслуживания сельского хозяйства агрометеорологическими информацией и прогнозами. Отсюда очевидно, что агрометеорологические наблюдения приобретают ценность только в том случае, если ведутся в строго последовательном порядке, своевременно и тщательно, с соблюдением всех установленных инструкциями указаний и с глубоким пониманием значения для сельскохозяйственного производства каждого регистрируемого явления.

Для производства агрометеорологических наблюдений выделяется в каждом поле севооборота ближайшего к метеорологической станции колхоза или совхоза постоянный наблюдательный участок размером в 1 га. Участок должен быть типичным по отношению к основному массиву поля, иначе регистрируемые на нем изменения в состоянии растений не будут соответствовать изменениям в состоянии культур на большей части поля. Аналогичным образом выделяются участки на сенокосных угодьях. Для наблюдения над садовыми культурами выбирается 15—20 односортовых экземпляров плодовых деревьев.

После выделения и закрепления на месте полевого или лугового участка он должен быть организован для последующих наблюдений. Для этой цели участок разбивается на три части. Средняя часть участка площадью 2000 м<sup>2</sup> предназначается для учета урожая. Крайние части участка, площадью по 4000 м<sup>2</sup>

Каждый, служат для непосредственных наблюдений в период от посева до созревания культур.

При каждом обходе полей все регистрируемые явления записываются в полевые книжки, служащие основным источником для последующей обработки результатов наблюдений.

О всех результатах агрометеорологических наблюдений станции информируют вышестоящие подразделения гидрометеорологической службы.

По характеру приводимых сведений информационные донесения станций могут быть разбиты на три группы: периодические, сезонные и эпизодические. Периодическая информация является основной; она дается 1 раз в декаду (в течение всего года) в виде почтовых и телеграфных донесений. Сезонная информация приурочивается только к определенным моментам жизни сельскохозяйственных растений (например, информация о состоянии озимых ко времени прекращения вегетации, информация о состоянии растений в период перезимовки и т. д.). Эпизодическая информация дается лишь в тех случаях, когда устанавливается наличие некоторых неблагоприятных явлений (заморозки, суховеи и пр.). По каждой группе донесений имеются свои отчетные формы (таблицы, бланки).

Получаемая со станций информация о результатах наблюдений позволяет судить о качестве наблюдений, производить контроль и оценку работы станций. Такая проверка осуществляется отделами по обслуживанию сельского хозяйства местных управлений гидрометеорологической службы.

При проверке присылаемых со станций материалов обращается внимание на имеющиеся пропуски и допущенные ошибки. О каждом пропуске и каждой ошибке на станцию делается запрос с требованием дать соответствующее объяснение. Так как чаще всего наблюдатели допускают ошибки в отметках по срокам наступления фаз развития, то некоторые местные управления требуют от станций присылки гербаризированных образцов по отдельным фазам развития сельскохозяйственных культур. Этот способ позволяет уточнить, в чем кроется ошибка наблюдателя, и своевременно оказать ему методическую помощь.

В результате проверки присылаемых со станций почтовых и телеграфных донесений представляется балловая оценка, характеризующая работу станций за данный отчетный период.

В циркулярных и методических письмах, рассылаемых на станции управлениями гидрометеорологической службы, дается обобщение результатов проверки и оценка работы станций, отмечаются систематические ошибки, показываются образцы лучшей и худшей работы.

В конце года, после присылки станциями первичных полевых записей наблюдений, производится критический просмотр этих записей, со внесением в них всех необходимых исправлений.

Одним из важных мероприятий по контролю работы станций

являются инспекторские выезды на места. Такой инспекцией преследуется цель не только установить причины плохой работы станций, но и оказать методическую помощь в налаживании работы и по устранению всех недочетов.

Систематический контроль и количественная (балловая) оценка работы станции позволяют лучше организовать социальное соревнование, выявить передовиков гидрометеорологической службы и в конечном счете обеспечить надлежащий уровень качества наблюдений.

Для итогового просмотра работы станций и обмена передовым опытом многими местными управлениями гидрометеорологической службы практикуется организация специальных совещаний и выставок, на которых станции экспонируют свои достижения.

В последующих параграфах данного раздела приводится краткое описание методов различных видов наблюдений, а также схема основных периодических почтовых и телеграфных донесений.

#### § 41. Наблюдения над влажностью почвы

Среди различных видов наблюдений, проводимых на станциях агрометеорологической сети, большой удельный вес по своей значимости имеют наблюдения над влажностью почвы. Роль этих наблюдений велика в силу того, что успех возделывания большинства культур в значительной мере определяется степенью их влагообеспеченности, т. е. содержанием в почве необходимых запасов продуктивной влаги.

Для учета запасов продуктивной влаги в почве сначала определяют буровым способом влажность почвы в процентах от веса абсолютно сухой почвы, а затем, при наличии данных об агрогидрологических свойствах почвы, определяют по приведенной на стр. 69 формуле запасы продуктивной влаги, используя в целях облегчения вычислительных работ специальные таблицы для вычисления влажности почвы.

На станциях, привлеченных к обслуживанию сельского хозяйства, определение влажности почвы производится, как правило, на следующих полях севооборота: на паровом поле, на поле с озимой культурой, на яровом поле (с зерновой или технической культурой), на поле с многолетними травами. При различных агрометеорологических исследованиях наблюдения над влажностью почвы ведутся под той культурой, которая является объектом исследования.

Наблюдения над влажностью почвы станция начинает ранней весной, как только почва размерзнет до глубины 50—60 см, и проводит их на восьмой день каждой декады одновременно на всех выделенных для этой цели участках. Пробы берутся в четырехкратной повторности. С установлением морозной погоды, когда почва замерзнет на глубину 10 см, сроки наблюдений сокращаются до одного раза в месяц.

Как правило, во все сроки наблюдения влажность почвы в полях севооборота определяется до глубины 100 см и лишь в некоторых случаях, при большой удаленности полей или по другим причинам, допускается взятие проб 2 раза в месяц до глубины 50 см, а в третью декаду — до 100 см. В садах и лесных насаждениях глубина взятия проб увеличивается до 1,5 и 2,0 м.

Во всех случаях пробы берутся с каждого 10-сантиметрового слоя почвы.

Необходимым инструментарием для определения влажности почвы является: почвенный бур, алюминиевые баночки для взятия почвенных проб, сушильный шкаф (термостат), технические весы с разновесом, примус или керосинка (при отсутствии электрического термостата).



Рис. 29. Взятие образцов на влажность почвы.

Баночки с крышками заблаговременно взвешиваются (тарируются) с точностью до 0,1 г и пронумеровываются.

Баночки с крышками заблаговременно взвешиваются (тарируются) с точностью до 0,1 г и пронумеровываются.

Работа в поле начинается утром с таким расчетом, чтобы за день успеть взять образцы на всех участках и взвесить их. Самое взятие проб ведут два человека: бурильщик и наблюдатель; последний производит выемку пробы из бура и записывает необходимые сведения в книжку. При взятии пробы следят за тем, чтобы бур шел в почву отвесно и достигал нужной глубины согласно отметке на стакане и штанге бура. Перенос почвенных проб из бура в баночки (для сушки) делается по возможности быстро.

Пробы почвы (навеской от 20 до 35 г) берутся ножом или стамеской из цилиндра бура с осторожностью, так, чтобы в нее не попали случайные примеси почвы других горизонтов (рис. 29). После взятия пробы баночка закрывается крышкой и ставится в ящик на свое место. В записях делается соответствующая отметка о взятии пробы с данного участка. Перед каждым последующим погружением в скважину бур тщательно очищается от частиц почвы, приставших к его внешней и внутренней сторонам. После взятия образцов со всей 100-сантиметровой толщи переходят в другое место и закладывают новую скважину.



По окончании работ скважины засыпаются вынутой землей, буры тщательно очищаются от земли и все дальнейшие операции по определению влажности почвы производятся в лаборатории.

При работе на легко осыпающихся почвах для предупреждения осыпания применяется патрубок, т. е. небольшой (20—25 см длиной) отрезок трубки, согнутой из листового железа по диаметру внешней окружности бура. Патрубок укрепляется в доске, имеющей отверстие немного большее диаметра бура, и вставляется в скважину, как только она достигнет 10—15 см.

По возвращении на станцию наблюдатель взвешивает баночки с точностью до 0,1 г. Вес каждой баночки записывается в полевую книжку против номера данной баночки. Каждая баночка ставится с весов на положенную рядом полочку из термостата. По окончании взвешивания всех проб полочка с открытыми баночками переносится в термостат.

В процессе сушки проб температура в термостате поддерживается на уровне 100—105°. Сохранение постоянства этой температуры нужно потому, что при более низкой температуре из почвы невозможно удалить всю влагу, а при более высокой получается возгонка летучих соединений гумуса, ведущая к искажению результатов.

Минимальный срок первой сушки должен быть для песчаных почв 6 часов, для легких суглинистых 7 часов, для глинистых 8—10 часов, для торфянистых 10—12 часов.

После окончания первой сушки баночки закрываются крышками, охлаждаются и взвешиваются; вес записывается в книжку. После этого проводится вторая, а иногда третья (контрольная) сушка (по 2 часа каждая), до тех пор, пока разность веса между последней и предыдущей сушкой не будет превышать 0,3 г. На этом сушка образцов считается законченной, а почва в баночках доведенной до абсолютно сухого состояния.

На основе полученных данных о весе баночек с почвой до и после высушивания вычисляется влажность почвы в процентах к сухой навеске почвы с точностью до 0,1%.

Из вычисленных процентов влажности по четырем скважинам каждого участка выводится средний процент, характеризующий влажность почвы на данном поле (участке).

Инструментальные наблюдения над влажностью почвы проводят ограниченное число станций. Для всех станций обязательно проведение визуальных наблюдений над влажностью почвы. Весной, с момента схода снежного покрова до выхода основной яровой культуры в трубку, эти наблюдения проводятся через день на участке, предназначенном для посева яровых, а осенью — на паровом поле под озимыми культурами. В остальной период наблюдения ведутся на тех же участках 1 раз в пятидневку.

При каждом визуальном определении влажности почвы берутся в четырех местах наблюдательного участка по 2 пробы: одна — от поверхностного слоя до глубины 2 см и другая —

с глубины 10—12 см. Оценка степени увлажнения почвы дается по пятибалльной системе:

- 1) почва избыточно влажная — состояние (консистенция) текучее;
- 2) почва сильно увлажненная — состояние липкое;
- 3) почва хорошо увлажненная — состояние мягкопластичное;
- 4) почва слабо увлажненная — состояние твердопластичное;
- 5) почва сухая — состояние глинистых почв твердое, песчаных — сыпучее.



Рис. 30. Пробы почвы для определения текучей консистенции.

Для определения *консистенции* небольшая проба почвы размешивается шпателем в фарфоровой чашке, затем она размазывается по дну и частично по бокам чашки слоем в 1 см; посредине чашки шпателем проводится бороздка (рис. 30).

Если после легких ударов по дну чашки бороздка заплывает не меньше чем наполовину своей глубины, то состояние почвы считается *текучим*.

Если же бороздка не заплывает совсем или заплывает только на дне чашки, то берется новый образец почвы и в нее погружается чистый шпатель (или нож), который сразу же вынимается; если шпатель окажется замазанным, то такая почва считается *липкой*. Состояние липкости можно установить и другим путем, а именно: при надавливании комком почвы на кисть руки липкая почва оставляет на руке грязный след (рис. 31).

*Мягкопластичной* почву считают в тех случаях, когда бороздка не заплывает, а почва не прилипает к шпателю (ножу), легко принимает придаваемую ей форму и раскатывается руками в нити толщиной в 3—4 мм.

*Твердопластичной* почва считается в том случае, когда при раскатывании она не вытягивается в нити, а распадается на небольшие куски; при сдавливании рукой образуется сравнительно связный комок.

В *твердом* состоянии при значительном сдавливании рукой комок глинистой почвы не меняет формы и в отдельные куски не слипается. В сыпучем состоянии песчаная почва не связывается в комок и рассыпается.

Результаты визуальных наблюдений тут же на поле записываются в полевую книжку.

Следует иметь в виду, что характеристика состояния увлажнения почвы, полученная в результате визуальных наблюдений, имеет большое производственное значение, так как по ней анали-

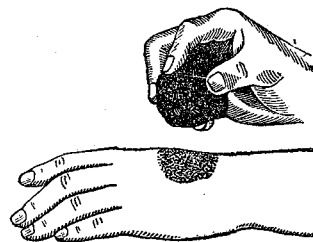


Рис. 31. Способ определения липкого состояния почвы.

зируется вопрос о степени готовности (спелости) почвы весной для работы тракторов и других сельскохозяйственных машин и орудий. Известно, например, что наиболее благоприятные условия для полевых работ создаются, когда почва принимает мягко-пластичное состояние, а наихудшие — при текучем, твердом и сыпучем состоянии.

#### § 42. Наблюдения над фазами развития растений

Правильная оценка условий погоды и увлажнения почвы в отношении сельскохозяйственного производства возможна только в том случае, если в каждый конкретный момент времени известно, на какие периоды жизни сельскохозяйственных растений эти условия приходятся. Поэтому регистрация дат наступления фаз развития растений по всем полям севооборота является необходимым звеном в работе всех станций агрометеорологической сети.

Кроме того, результаты наблюдений над фазами развития служат материалом для специальных фенологических прогнозов, что еще больше увеличивает значение этих наблюдений.

Совершенно очевидно, что возможность наиболее полного использования наблюдений над фазами развития растений в агрометеообслуживании достигается только в том случае, если они ведутся без пропусков, в установленные сроки и в точном соответствии с инструктивными указаниями по их производству.

Как указывалось выше, большинство станций делает обходы участков для регистрации фаз развития растений через день и только некоторые станции ведут эти наблюдения по упрощенной программе — 1 раз в пятидневку.

Во время обходов выделяется в четырех местах наблюдательного участка, без какого-либо выбора, по 10 растений и из них определяется число растений, вступивших в данную фазу развития. Сумма четырех полученных чисел, умноженная на 100 и деленная на 40, дает процент охвата фазой на данное число. Результаты наблюдений заносятся в полевую книжку.

Для наблюдений над пропашными культурами берутся на весь период развития постоянные 4 делянки с двумя рядками каждая и по 5 растений в рядке.

Наступление фаз у плодовых деревьев и ягодных кустарников регистрируется на основании осмотра выделенных для наблюдения деревьев и кустарников.

Для каждой фазы развития устанавливается дата ее начала и дата массового наступления. За начало фазы принимается первый день, в который она зарегистрирована не менее чем у 10% растений, а за массовое наступление — день, в который фаза отмечена не менее чем у 50% растений.

По каждой культуре имеется свой перечень фаз развития, подлежащих регистрации.

У зерновых злаковых культур отмечаются следующие фазы развития: всходы, третий лист, кущение, выход в трубку, колошение (выметывание), цветение, молочная спелость, восковая спелость и полная спелость.

Наступление той или иной фазы развития узнается по характерным для нее признакам.

Признаком начала фазы *всходов* служит появление в различных местах участка первого вышедшего из колеоптиле листочка (рис. 32). Дата массовых всходов регистрируется, когда первые развернувшиеся листочки будут наблюдаться на большей части участка и ясно обозначатся рядки (при рядовом посеве).

При обходе участков в период от посева до появления всходов обращается внимание на условия прорастания семян.

Для этой цели в четырех местах поля выкапывается по 5—10 семян. Наличие у семян корешков свидетельствует о начале прорастания семян. Если после прорастания семян наступила засуха, а затем прошли дожди, устанавливается процент семян: а) с засохшими корешками, б) с сохранившимися живыми корешками и в) совсем не проросших. Результаты этих наблюдений также записываются в полевую книжку.

Фаза *появления третьего листа* определяется просто и пояснений не требует.

Фаза *кущения* отмечается в тот момент, когда верхушки

первых свернутых в трубочку листочков боковых побегов появятся из влагалища листьев (рис. 33).

Так как в период от всходов до кущения происходит укоренение, выражающееся в появлении вторичных придаточных корней, то для того, чтобы проследить их образование, осторожно выкапывают по 5 растений в четырех местах участка.

Признаком наступления фазы *выхода в трубку* у яровой пшеницы, ярового ячменя и овса служит развертывание пятого листа у главного побега. У озимых культур (рожь, пшеница, ячмень) наступление данной фазы узнается путем прощупывания на главном стебле нижнего узла. К этому времени на конусе нарастания образуются зачатки элементов колоса; по освобождению стебля от листьев контуры колоса хорошо видны в лупу с 10—20-кратным увеличением. С выходом в трубку злаки вступают в период

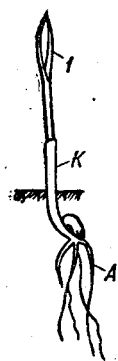


Рис. 32. Всходы озимой ржи.

А — первичные корни, К — колеоптиль, 1 — первый лист.

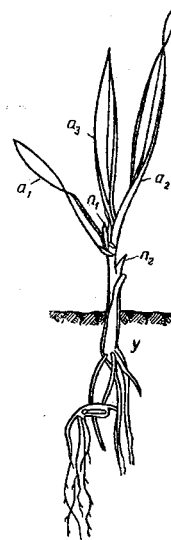


Рис. 33. Фаза начала кущения.

$n_1$  и  $n_2$  — первый и второй боковой побег,  $у$  — узел кущения,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  — первый, второй и третий лист.

интенсивного роста, потребляя большое количество влаги и питательных веществ.

Наступление фазы *колошения* у ржи, пшеницы и ячменя отмечается в тот день, когда колос наполовину выдвинулся из влагалища верхнего листа. У овса и проса наступление фазы выметывания определяется при выходе наружу вершины метелки, у кукурузы — в день появления верхней части султана из влагалища верхнего листа.

Вступление хлебных злаков в фазу *цветения* определяется по следующим признакам: у ржи — по раскрыванию цветковых чешуек и появлению снаружи их пыльников, у кукурузы — по высыпанию пыльцы из пыльников колосков султана. У самоопыляющихся хлебных злаков (пшеница, овес и рис) признаком цветения в ясную погоду является тот же признак, что и у ржи. В пасмурную, влажную погоду, когда пыльники остаются внутри цветка, для обнаружения начала цветения необходимо, оторвав колосок (у пшеницы — из середины колоса, у овса и риса — с вершины метелки), осторожно раздвинуть цветковые чешуйки находящихся в колоске цветков и рассмотреть состояние пыльников; если при этом пыльники окажутся лопнувшими, цветение считается начавшимся. У ячменя и проса фаза цветения не наблюдается.

Наступление фазы *молочной спелости* определяется в тот момент, когда зерно, увеличиваясь в объеме, достигает таких размеров, что занимает в длину почти всю внутреннюю часть между цветковыми чешуйками. В это время зерно имеет зеленый цвет. При сжатии зерна между пыльцами оболочка его лопается, а внутреннее содержание выдавливается наружу (у овса — в виде молочка, у пшеницы — в виде молочка и хлопьев, у ржи и ячменя — в виде цельного кусочка, похожего на вареный некрутой белок). Наступление молочной спелости по указанным выше признакам определяется у ржи, пшеницы и ячменя по зернам, находящимся в средней части колоса, а у овса и риса — по зернам верхушечных колосков. У кукурузы и проса фаза молочной спелости не отмечается.

Наступление фазы *восковой спелости* узнается по следующим признакам: зерно мнется и может быть разрезано, содержимое зерна с трудом выдавливается из оболочки, по консистенции зерно похоже на воск и легко, почти без прилипания к пальцам, скатывается в шарик. У овса зерно перед наступлением восковой спелости остается долгое время сочным, а затем, при достаточно теплой и сухой погоде, быстро подсыхает, при сгибании ломается и имеет мучнистый излом. Колоски метелки и цветковые чешуйки, покрывающие зерно в фазу восковой спелости имеют желтый цвет. Восковая спелость у овса длится очень короткое время, после чего наступает полная спелость. Но следует отметить, что когда зерно, находящееся на вершине метелки, достигает восковой спелости, в нижней части метелки оно находится еще в конце

молочной спелости. У проса и кукурузы наблюдения над фазой восковой спелости не производятся.

Наступление фазы полной спелости отмечается тогда, когда зерно становится твердым и не дает изгиба. При определении полной спелости у проса следует ориентироваться на верхнюю половину метелок.

У гречихи и подсолнечника, согласно инструкции, отмечаются следующие фазы развития: всходы, вторая пара листьев, образование соцветий, цветение и созревание.

Фаза *всходов* отмечается, когда на поверхности почвы появляются разьединившиеся семядоли.

Фаза *второй пары листьев* наступает, когда развернется вторая пара настоящих листьев. У гречихи эта фаза не наблюдается.

Фаза *образования соцветий* у гречихи отмечается с появлением на верхушке стебля первых маленьких бутонов, у подсолнечника — с началом образования корзинки.

Признаком фазы цветения у гречихи служит появление в соцветии первых раскрывшихся цветков, у подсолнечника — раскрытие цветков с края корзинки.

Фаза *созревания* узнается по следующим признакам: у гречихи коробочки в нижних ветвях приобретают бурую окраску, зерно становится твердым; у подсолнечника скорлупа семян приобретает нормальную для данного сорта окраску, тыльная часть корзинки желтеет.

У льна отмечаются следующие фазы развития: всходы, начало роста стебля, образование соцветий, цветение, зеленая спелость и полная спелость. Всходы отмечаются с появлением разьединившихся семядолей над поверхностью почвы; начало роста стебля — с началом образования елочки; образование соцветий — с появлением первых маленьких бутонов, обнаруживающихся при раздвигании листьев; цветение — с появлением первых раскрытых цветков; конец цветения — с появлением массового отцветания; зеленая спелость считается наступившей, когда формирование головок закончилось, семена достигли нормальной величины, но еще мягкие и белого цвета; полная спелость отмечается, когда коробочки пожелтели, семена приняли коричневую окраску и затвердели.

Между фазой зеленой и полной спелости необходимо отмечать фазу желтой спелости, в которую производится уборка прядильного льна.

У картофеля отмечаются следующие фазы: всходы — (появление ростков на поверхности почвы), образование боковых побегов, образование соцветий, цветение, конец цветения, увядание ботвы (побурение листьев).

У зерновых бобовых культур (соя, фасоль, конские бобы, люпин, горох, чечевица, нут) отмечаются следующие фазы: всходы, третий настоящий лист, образование соцветий, цветение и созревание (пожелтение — побурение первых бобов).

У хлопчатника отмечаются следующие фазы: всходы, третий лист, образование бутонов (появление в пазухе четвертого и пятого листьев почечки в виде пирамидки высотой до 3 мм), цветение, раскрытие первых коробочек, прекращение вегетации (повреждение осенними заморозками).

У корнеплодов (сахарная свекла, кормовая свекла, турнепс, брюква, морковь) отмечаются следующие фазы: всходы, первая пара настоящих листьев, третий настоящий лист, начало утолщения подсемядольного колена, т. е. части стебля от семядолей до прикрепления верхних боковых корней (указывается лишь пятидневка, в которую отмечена данная фаза), увядание наружных листьев (массовое пожелтение и увядание наружных листьев не менее чем у 50% растений).

У сахарной свеклы необходимо также отмечать как момент смыкания рядков, так и размыкание рядков (после увядания части листьев).

У огурцов, дынь, арбузов, тыкв и кабачков отмечаются следующие фазы: всходы, первый настоящий лист, третий настоящий лист, образование бутонов, цветение (раскрытие первых цветков), отцветание первых женских цветков (лепестки первых женских цветков увяли, завязи к началу заметно увеличиваются), съемная спелость.

У томатов и баклажанов отмечаются следующие фазы: всходы, первый настоящий лист, третий настоящий лист, образование боковых побегов, образование соцветий, цветение, отцветание первых цветков, съемная спелость.

У капусты отмечаются следующие фазы: всходы, первый настоящий лист, третий настоящий лист, начало завивания кочана (отмечается не дата, а пятидневка при охвате фазой не менее 50% растений), техническая спелость.

У плодовых и ягодных культур (яблоня, груша, слива, вишня, черешня, абрикосы, персики, миндаль, крыжовник, смородина, малина, шелковица) отмечаются следующие фазы: набухание цветочных почек (утолщение почек и раздвигание их наружных чешуек), распускание цветочных почек (раздвигание внутренних чешуек цветочной почки, между которыми обнаруживаются либо верхушки центральных бутонов, либо свернутые в трубочку листочки околоплодной розетки), развертывание первых листьев из листовых почек, образование соцветий (только для малины), начало цветения, конец цветения, созревание, осеннее расцветивание листьев и конец листопада. Кроме того, в период от конца цветения до созревания плодов в виде особого примечания при записях результатов наблюдений указывается опадение завязей и незрелых плодов, окончание роста побегов в длину, вторичный рост побегов, вторичное цветение.

У лимона, апельсина и мандарина отмечаются следующие фазы: начало распускания почек (начало первого роста побегов), распускание первых молодых листьев, образова-

ние бутонов, цветение, конец цветения, съемная спелость плодов, осенняя приостановка роста.

При наблюдениях над злаковыми травами (тимофеевка, ежа, овсянница луговая, костер, лисохвост, житняк, пырей, райграсс и др.) отмечаются следующие фазы: всходы, кущение (первый год посева), выход в трубку, колошение (выметывание), цветение, созревание семян.

При наблюдениях над бобовыми травами (клевер, люцерна, донник, эспарцет, вика и др.) отмечаются следующие фазы: всходы, кущение (появление первых листьев из почек, образовавшихся на корневой шейке), начало роста стебля, образование соцветий, цветение, созревание семян. Признаком созревания семян у клевера является побурение первых головок (зрелые головки легко растираются между пальцами, семена твердые), у остальных бобовых — увядание сформировавшихся бобов (пожелтение — побурение) в нижней части кистей.

#### § 43. Наблюдения над состоянием посевов

Наряду с наблюдениями над влажностью почвы и фазами развития, наблюдения над состоянием посевов относятся к числу основных наблюдений, проводимых на гидрометеорологических станциях, привлеченных к обслуживанию сельского хозяйства.

В группу наблюдений над состоянием посевов входит: определение густоты стояния растений, измерение высоты растений, определение степени распространения сорняков, наблюдения над повреждениями растений от неблагоприятных метеорологических условий, вредителей и болезней и, наконец, общая балловая оценка состояния сельскохозяйственных культур.

Густота стояния растений, как указывалось выше, входит составной частью в формулу структуры урожая и поэтому правильный учет этого элемента является весьма важным моментом наблюдений над состоянием посевов.

Определение густоты стояния по всем зерновым злаковым культурам делается в следующие сроки: а) при массовом появлении третьего листа, б) при выходе в трубку, в) в фазу молочной спелости. По озимым культурам эти наблюдения производятся также во время прекращения их вегетации осенью и во время возобновления их вегетации весной.

Густота стояния льна определяется в начале роста стебля, в фазу цветения и в фазу зеленой спелости; по конопле эти наблюдения ведутся в фазу второй пары листьев, при массовом цветении и после уборки поскони; по гречихе — в фазу образования соцветий и созревания; по сахарной свекле — после окончательного прореживания и после смыкания рядков; по травам первого года жизни — через декаду после уборки покровного растения и при осеннем обследовании; по травам последующих лет жизни — после возобновления вегетации и при осеннем обследовании.



Для определения густоты стояния зерновых в фазу третьего листа подсчитывается количество растений на  $1 \text{ м}^2$ . Для этой цели в четырех местах участка берутся по два смежных рядка и подсчитывается число растений на  $0,5 \text{ м}$  в каждом рядке. Общая сумма растений в двух рядах умножается на число рядков в  $1 \text{ м}$ . Полученное число растений и будет показывать густоту их стояния на  $1 \text{ м}^2$ . В последующие фазы развития учитывается только количество стеблей.

Для определения густоты стояния зерновых в фазу молочной спелости (у проса — в фазу полной спелости) сначала подсчитывается число всех стеблей на  $1 \text{ м}^2$ , а затем число стеблей, которые плодоносят.

У тех культур, у которых растения отстоят в рядках на большее расстояние друг от друга (картофель, кукуруза, сахарная свекла и др.), при определении густоты стояния учитывается число растений на  $10 \text{ пог. м}$  одного рядка и умножается на число рядков, которые размещаются на  $10\text{-метровом}$  протяжении; полученное число дает густоту стояния растений на  $100 \text{ м}^2$ .

Исходя из данных о густоте стояния, можно вычислить некоторые имеющие производственное значение показатели: так, отношение числа растений в фазу третьего листа к числу высеянных на  $1 \text{ м}^2$  полноценных зёрен дает величину полевой всхожести (полноту всходов), выраженную в процентах. Чем ближе это отношение к  $100$ , тем больше шансов получить в хозяйстве хороший урожай.

Количество стеблей, приходящихся в среднем на одно растение, определяет собой кустистость. Большая кустистость растений также является признаком того, что процесс формирования урожая протекает нормально. Отношение числа плодоносных стеблей к числу всех растений называется продуктивной кустистостью. Чем выше продуктивная кустистость, тем выше урожай.

Измерение высоты растений зерновых культур ведется с фазы появления массовых всходов и заканчивается на фазе молочной спелости (у кукурузы после цветения).

У льна измерение высоты производится от начала роста стебля до фазы зеленой спелости; у конопли — от второй пары листьев до первой декады после цветения; у гречихи, хлопчатника и клеверины — от образования соцветий до момента прекращения роста; у картофеля — от массовых всходов до цветения; у трав первого года жизни — от фаз третьего листа и после каждого укоса до цветения; у трав второго года и последующих лет жизни — от возобновления вегетации и после каждого укоса до цветения.

При определении высоты зерновых злаков в четырех местах участка берется по  $10$  растений (всего  $40$ ). Длина каждого растения измеряется округленно до целых чисел (сантиметров). Сумма всех  $10$  измерений делится на  $40$ , что дает среднюю высоту роста растений на данном участке.

В фазу выхода в трубку у каждого растения (из 40) делается 2 измерения; одно — обычное, а второе — от основания стебля до отгиба верхнего листа. Результаты первого измерения пишутся числителем, а второго — знаменателем.

С момента массового колошения высота растений измеряется до верхушки колоса (метелки, султана), не считая остей.

При последнем определении высоты растений злаковых культур производится измерение длины колоса (или метелки).

Кроме того, в фазу молочной спелости очень важно определить не только среднюю высоту одного растения, но также установить ярусность травостоя с разбивкой растений на 3 группы: основную группу растений с нормально высоким стеблем, группу растений, составляющих «подгон», и группу растений, составляющих «подсед» (группа самых низкорослых растений). Такая разбивка растений по ярусам позволяет установить высоту среза растений при уборке.

У двудольных растений высота растений в период от всходов до фазы образования соцветий измеряется от основания стебля до вершины (т. е. до точки роста) и после образования соцветий — до вершины соцветия, которым оканчивается главный стебель.

Измерение высоты трав на полевых участках и на сенокосных угодьях проводится 1 раз в декаду (на последний день). Для этого рейку с сантиметровыми делениями ставят среди травостоя так, чтобы нулевое деление приходилось у поверхности почвы, затем берут в горсть ближайшие к рейке стебли растений, выпрямляют их и свободно прикладывают к шкале рейки; листья и стебли, резко выступающие из общей массы, в расчет не принимаются.

Следует заметить, что хотя сама по себе высота растений еще ничего не говорит о будущем урожае, однако, взятая в динамике, эта величина косвенно указывает на характер процесса формирования вегетативной массы.

При наблюдениях над засоренностью посевов пользуются следующей шкалой:

балл 1 — сорняки встречаются редко;

балл 2 — сорняков немного, они заметны только вблизи (слабая засоренность);

балл 3 — сорняки встречаются часто, но не создают заметного угнетения культурных растений (средняя засоренность);

балл 4 — сорняков много, наблюдается заметное угнетение культурных растений (большая засоренность);

балл 5 — сорняков настолько много, что культурные растения плохо видны (очень большая засоренность).

Наблюдения над повреждением растений неблагоприятными метеорологическими явлениями (заморозками, суховеями, градом, ливнями и пр.) имеют весьма существенное значение. Накопление подобного

материала за много лет позволяет разрешить один из важнейших вопросов агрометеорологии — реакцию сельскохозяйственных растений на различно выраженную интенсивность особо неблагоприятных явлений погоды. Эти наблюдения имеют и чисто оперативное значение, так как сигнализируют о размерах вреда, приносимого неблагоприятными факторами.

При осмотре участков после заморозка характер повреждения устанавливается по следующим признакам: листья — увяли, побурели, почернели, повреждены по краям, на концах; стебли и побеги — увяли на концах, до половины, до основания; цветы — увяли, опали; завязи — увяли, опали.

Степень повреждения растений дается по пятибалльной шкале. Одновременно отмечается процент растений, охваченных данным повреждением.

Заморозки могут повредить не только овощные и плодовые культуры, но и полевые. Особенно важно не упустить из виду повреждения, вызванные заморозками в различные фазы репродуктивного периода развития зерновых культур, так как эти повреждения иногда существенным образом влияют на будущий урожай зерна.

В периоды сухой, жаркой погоды, при сильном пересыхании почвы, высоких температурах, низкой влажности воздуха, при горячих сухих ветрах, мгле, пыльной буре признаками ухудшения состояния сельскохозяйственных культур могут служить следующие: свертывается (скручивается) верхняя часть листьев (у злаков); листья днем привядают, а ночью оправляются; листья желтеют или буреют; желтеют верхние части стеблей; засыхают соцветия и завязи; желтеют или белеют ости, цветковые и колосковые чешуи. В период созревания зерна обращается внимание на ненормально быстрое его усыхание, отчего зерно делается щуплым. Степень повреждения органов и охват повреждением числа растений даются по той же шкале, что и в случае повреждения заморозком.

После выпадения града, прохождения ливня, а также после сильных ветров отмечаются следующие основные повреждения: порваны листья, поломаны стебли (стволы, сучья, ветки), поломаны или сбиты соцветия, цветы, завязь плодов, выбиты зерна, посева полегли, смыты, засыпаны землей, подверглись выдуванию.

При обнаружении повреждения растений вредителями и болезнями в соответствующих записях указывается характер и степень повреждения растений по той же пятибалльной шкале, что и в других случаях.

Завершением всего комплекса наблюдений над состоянием посевов является общая (балловая) оценка состояния. Такая оценка дается по каждой культуре как при массовом наступлении фаз развития, так и в последний день декады.

Оценка производится глазомерно путем сравнения регистрируемого состояния посева с состоянием в годы наилучших уро-

жаев в данном хозяйстве. При этом выставляются оценки по пятибалльной шкале:

балл 5 — состояние культур отличное, соответствует состоянию при наилучшем урожае в данном хозяйстве;

балл 4 — состояние культур хорошее, но имеется все же какой-либо недостаток: некоторая изреженность, недостаточная высота растений, недостаточная кустистость и т. д.;

балл 3 — состояние удовлетворительное;

балл 2 — состояние неудовлетворительное: посевы изреженные, густота стояния неравномерная или растения имеют угнетенный вид, сильно засорены и т. д.;

балл 1 — состояние посевов очень плохое, урожаем ожидается очень низкий;

балл 0 — полная или почти полная гибель посевов.

Оценка состояния плодовых деревьев дается с начала цветения, при этом учитывается интенсивность цветения данного сорта, количество завязавшихся, а затем сформировавшихся плодов.

При оценке состояния зерновых культур в первые периоды развития обращается внимание на густоту стояния, мощность вегетативной массы, отсутствие засоренности и каких-либо повреждений, на укоренение и кустистость.

В период репродуктивного развития внимание наблюдателя при оценке состояния должно быть сосредоточено на состоянии органов плодоношения, так как при большой вегетативной массе и большой высоте роста колос может быть плохо озерненным; а зерна по той или иной причине щуплыми, плохо выполненными.

Всякое изменение в оценке состояния (сравнительно с предыдущим) должно быть наблюдателем осмыслено и объяснено в записях полевой книжки. В объяснениях должно быть указано, какие изменения во внешнем облике растений побудили наблюдателя изменить оценку состояния, а также чем вызвано само ухудшение или улучшение состояния культур.

Перед уборкой зерновых культур производится учет биологического урожая, т. е. урожая на корню (без потерь на уборке). Для указанной цели на обычных полевых участках с четырех площадок, размером в  $1 \text{ м}^2$  каждая, выкапываются все растения и составляются 4 снопика. В лаборатории подсчитывается среднее число растений в каждом снопике, а после удаления корней — число всех стеблей и отдельно число стеблей с колосом. Корни срезаются ножом или ножницами. Затем снопики оставляются на 3—5 суток в сухом помещении для доведения их до воздушно-сухого состояния; признаком последнего служит то, что при повторном взвешивании снопиков вес их остается без изменения.

Для определения числа зерен, приходящихся на один колос, берется без выбора 25 колосьев, подсчитывается общее число зерен в них и сумма всех зерен делится на 25.

Абсолютный вес зерна, т. е. вес 1000 зерен, определяется следующим образом: из всего количества зерна (от четырех снопиков), высушенного до воздушно-сухого состояния, берется проба примерно в 300 г. Зерно раскладывается ровным слоем на столе и по диагонали делится на четыре части. Из двух противоположных секторов отсчитывается без выбора по 500 зерен (не берутся битые и ломаные). Обе пробы, по 500 зерен каждая, взвешиваются на технических весах. Если расхождение между их весом окажется не больше 5%, сумма обеих величин будет выражать абсолютный вес зерна, или вес 1000 зерен. В случае расхождения между величинами веса проб, превышающего 5%, производится отсчет третьей пробы.

В итоге учета биологического урожая должны быть получены следующие данные: количество растений на 1 м<sup>2</sup> (*a*), среднее число колосьев на одно растение (*b*), среднее число зерен в колосе (*c*), вес 1000 зерен (*d*). По формуле  $y = 0,001 abcd$  узнается биологический урожай зерна с площади в 1 м<sup>2</sup>.

#### § 44. Наблюдения над зимующими культурами, промерзанием и оттаиванием почвы

Постановкой наблюдений над зимующими культурами преследуется цель иметь ежегодно представление о размерах повреждения озимых зерновых злаковых культур и многолетних трав в период их перезимовки. Но поскольку отрицательное воздействие неблагоприятных факторов зимнего периода в значительной мере определяется состоянием растений перед уходом под снег, то наблюдения начинаются с осени, проводятся в течение зимы и заканчиваются весной, когда результаты перезимовки уже достаточно ясны.

Осенне-зимне-весенние наблюдения ведутся на трех площадках, одна из которых расположена в непосредственной близости к постоянному участку, а две другие располагаются на полях с другими сроками сева озимой культуры.

Осенью, после наступления фазы третьего листа, на каждой из площадок вежами замечаются 4 точки, где зимой будут братья пробы на отращивание. Расстояние между точками дается не менее 20—30 м.

После того как в течение 5 дней средняя суточная температура воздуха держится ниже 5°, а в южных районах СССР — ниже 3°, на каждой из трех площадок производятся следующие наблюдения: визуальное определение влажности почвы, измерение высоты растений, оценка общего состояния культуры, учет густоты стояния растений, определение глубины залегания узла кущения и, наконец, подсчет поврежденных и погибших кустов. При отсутствии всходов отмечается также, в каком состоянии находятся семена (проросшие, непроросшие).

Высота роста измеряется в каждой из четырех точек, находящихся на расстоянии 10—25 шагов от вехи (на юг), по тому же способу, что и при фенологических наблюдениях.

Для определения густоты стояния, глубины залегания узла кущения и учета поврежденных и погибших растений выкапываются на каждой из четырех точек по одному рядку (длиной в 1 м) с живыми и погибшими растениями, образцы переносятся в помещение, промываются и сортируются на 3 группы: живые; поврежденные и погибшие. Затем по каждой группе подсчитывается число растений (кустов) и число побегов. Каждое из полученных чисел делится на 4 и частное умножается на число рядков в 1 м<sup>2</sup>.

После учета живых, поврежденных и погибших растений определяется процент их от общего числа растений.

Наблюдения над многолетними травами производятся на двух полях: а) на поле с посевом текущего года и б) на поле с посевом предыдущего года. На том и другом поле выбираются и закрепляются вехами по 4 точки. Около каждой вехи накладывается квадратная рамка размером 50 × 50 см; отмеренная таким образом площадка по углам отмечается колышками. Осеннее обследование состояния трав производится одновременно с обследованием состояния озимых. При обследовании учитывается количество живых растений и количество погибших на каждой из отмеченных площадок. Полученное число растений (живых и погибших) перечисляется затем на площадь 1 м<sup>2</sup>. Дается балловая оценка состояния травостоя.

В зимний период, когда озимые культуры и многолетние травы находятся в состоянии временного покоя, определение жизнеспособности озимых производится путем вырубки проб (монолитов) и помещения их в теплое место для отращивания.

Вырубка проб зимой делается 1 раз в месяц — по озимым 25-го числа (за исключением юга, где пробы в марте берутся 10-го числа) и по многолетним травам — 10-го.

В первые два срока на всех закрепленных с осени площадках вырубаются по 2 пробы (всего 6 проб), а в последующие сроки — по 4 пробы (всего 12 проб). Пробы берутся вначале в 5 шагах от вех, а затем с некоторым увеличением этого расстояния. На месте, выбранном для взятия монолита, переносной рейкой определяется высота снежного покрова и определяется его структура (наличие ледяной корки). Затем снег очищается лопатой и венником с осторожностью, чтобы не повредить растения.

Вырубленный монолит должен иметь размер 30 × 30 см при глубине 15—20 см. Вырубка производится топором или ломом (рис. 34). Вырубать следует целый пласт таким образом, чтобы в него попадали растения двух смежных рядков — заднего и переднего сошника сеялки. В случае разлома монолита во время взятия пробы, те растения, которые попали на линию разлома,

в дальнейшем исключаются из расчета. После вырубki проба тотчас же вкладывается в заранее заготовленный прочный деревянный ящик соответствующих размеров. Ящик закрывается мешками, соломой или сеном для предохранения от повреждения низкими температурами во время перевозки.

Привезенные с поля образцы (монолиты) вносятся на первые 2—3 дня для оттаивания в помещение с температурой около 8—10°. После размораживания почвы ящики открываются и переносятся в сухое светлое помещение, где должна быть температура 18—20°. Ящики с монолитами необходимо ставить близко к окнам, так как при недостаточном освещении создаются неблагоприятные условия для отрастания. Поливку растений в ящиках необходимо производить водой комнатной температуры по мере необходимости.

Учет результатов отращивания производится на 15-й день после взятия проб с поля. В этот день все без исключения растения осторожно выбираются из монолита и корни промываются в воде. После промывки подсчитывается общее число растений в пробе и затем все растения делятся на 2 группы: живые, давшие отрастание, и мертвые, не давшие отрастания. Живыми следует считать растения, давшие новые листочки и новые корни (последние имеют белый цвет, отличаются легкостью разрыва).

На основании результатов подсчета вычисляется процент гибели кустов в пробе по формуле

$$P = \frac{b \cdot 100}{a},$$

где  $P$  — процент гибели,  $b$  — число кустов в пробе, не давших отрастания,  $a$  — общее число кустов.

Нередко при отсутствии полной гибели кустов (т. е. при наличии отрастания новых листьев) часть стеблей в кусте все же оказывается погибшей. Такие растения следует отнести к группе живых, а в записях сделать соответствующее примечание.

В особых случаях и по особому указанию вышестоящего подразделения гидрометеорологической службы отращивание озимых проводится упрощенным (водным) методом.

Для указанной цели на поле, после очистки места от снега, топором вырубают растения с небольшими глыбками почвы, следя за тем, чтобы не повредить растения (особенно их узлы



Рис. 34. Вырубка монолита.

кущения). Вырубленные растения тотчас помещаются в ящики (или корзины), которые при перевозке закрываются мешками, соломой или сеном. Привезенные с поля образцы ставят на оттаивание на 16—20 часов. После оттаивания растения каждой пробы осторожно отделяют от земли и промывают водой комнатной температуры, но не ниже 14°. Одновременно с отмывкой отрезают корни так, чтобы от узла кущения до места среза оставалось 3—4 см (но не меньше 1 см). Срезают также и отмершие части листьев.

Подрезанные растения помещаются в тарелки, блюдца, наполовину наполненные водой. Корни и нижняя часть узлов кущения погружаются в воду, а остальная часть растения остается над водой. Посуда с растениями ставится в светлое, сухое помещение с температурой 18—20°. Вода в сосудах меняется через 1—2 дня. Признаки отрастания растений, сохранивших жизнеспособность, становятся заметными с первых же дней внесения в теплое помещение. На 5—7-й день можно производить учет результатов отрастания. В сомнительных случаях учет делается несколько позже (на 10—15-й день). Живые и погибшие растения узнаются по тем же признакам, что и при способе отрастания монолитов.

Весеннее обследование озимых культур и трав осуществляется на тех же местах, что и осеннее. Выход в поле для обследования делается на 10-й день после возобновления вегетации.

Если за этот период, вследствие холодной погоды, вегетация озимых шла медленно и результаты перезимовки не вполне ясны, необходимо произвести вторичное обследование после появления у большинства растений новых листьев.

Обследование производится по тем же показателям, что и осенью. При учете числа кустов на 1 м<sup>2</sup> выявляется число и процент погибших кустов. Одновременно отмечается внешний вид озимых (побуревшие, покрытые плесенью и т. д.). При обнаружении большой гибели необходимо совместно со специалистами сельского хозяйства выявить причины гибели и установить размер поврежденной площади и площади, подлежащей пересеву.

Одновременно с наблюдениями над зимующими культурами проводятся наблюдения над глубиной промерзания почвы, ее оттаиванием, а также над температурой почвы на глубине залегания узла кущения озимых культур.

Наблюдения над температурой почвы на глубине залегания узла кущения имеют большое практическое значение в диагностике состояния озимых культур в период их перезимовки. Как мы видели раньше, сохранение жизнеспособности узла кущения обеспечивает благополучную перезимовку культур, а, наоборот, повреждение узла кущения ведет к ослаблению жизненного тонуса растения или к полной его гибели.



Для наблюдения над температурой почвы на глубине узла кущения обычно пользуются коробкой Низенькова<sup>1</sup>. Последняя представляет собой футляр из листового железа продолговатой формы, с боковой трубкой снаружи и деревянной прокладкой внутри (рис. 35). Приблизительные размеры коробки: длина 40 см, ширина 8 см, высота 15 см, длина трубки 17 см и диаметр трубки 3,5 см. Помещаемая на дно коробки деревянная прокладка имеет по всей длине продольную полукруглую выемку, соответствующую ширине термометра. Минимальный термометр, помещенный в коробку, кладется на выемку прокладки и вдвигается осторожно в трубку до отказа. Для изоляции термометра от наружного воздуха в коробку вкладывается ватная подушка

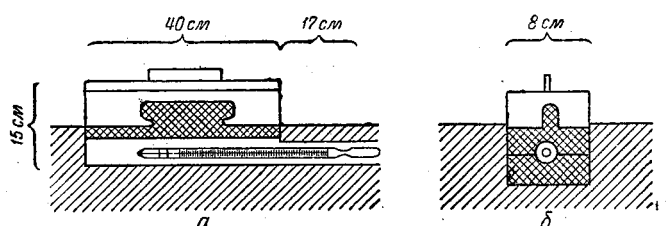


Рис. 35. Продольный (а) и поперечный (б) разрезы коробки Низенькова.

(мешочек из марли с ватой), заполняющая коробку от прокладки до верхнего края без зазоров около стенок.

Коробка устанавливается поздней осенью, до замерзания почвы, в междурядьях озими так, чтобы от середины трубки до поверхности почвы было 3 см. Для этого осторожно (чтобы не нарушить структуру почвы) выкапывается ямка размером коробки и в одной из поперечных сторон ее прорезается место для трубки. Дно коробки устанавливается горизонтально. Образовавшаяся щель между коробкой и стенкой ямки засыпается землей.

Место установки прибора отмечается тонкой вешкой, чтобы легче было его найти после того, как выпадет снег. Для измерения высоты снежного покрова устанавливается снегомерная рейка на расстоянии 1,5—2,0 м от коробки.

Регулярные наблюдения над температурой почвы на глубине узла кущения начинаются с началом замерзания почвы и проводятся 1 раз в пятидневку. В тех случаях, когда при наблюдениях коробка занесена снегом, последний необходимо осторожно расчистить, но так, чтобы не разрушить снежного покрова с той

<sup>1</sup> Применение коробки Низенькова при наблюдениях над температурой почвы на глубине залегания узла кущения является несовершенным приемом. Поэтому в 1950 и 1951 гг. для этих целей сконструирован ряд более совершенных приборов, которые осваиваются производством и в скором времени будут внедряться на сети станций.

стороны коробки, где находится трубка с минимальным термометром. Затем снимается крышка, вынимается ватная подушка и быстро делаются отсчеты — сначала по спирту, а потом по правому концу штифтика, не вынимая термометра из коробки. После отсчетов минимальный термометр вынимается, резервуар берется в руку, температура доводится до 0°, штифтик подводится к мениску спирта, термометр снова вставляется в трубку. Затем вкладывается ватная подушка, коробка закрывается крышкой и вновь засыпается снегом так, чтобы уравнивать снежный покров с высотой снега в поле. Результаты наблюдения записываются в полевую книжку или особую тетрадь по следующей форме:

| Дата | Минимальная температура (штифт) | Температура в срок наблюдения (спирт) | Высота снежного покрова | Плотность снега | Состояние поверхности почвы | Глубина промерзания почвы |
|------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|
|      |                                 |                                       |                         |                 |                             |                           |

Наблюдения над промерзанием почвы ведутся на специальном контрольном участке вблизи метплощадки, а также вблизи наблюдательного участка на колхозных полях. Контрольный участок должен быть на ровном месте, с достаточно глубоким залеганием грунтовых вод, в отдалении на 50—80 м от зданий, лесонасаждений и больших водоемов.

Определение глубины промерзания и оттаивания почвы производится либо путем непосредственных наблюдений за наличием кристаллов льда и цементацией почвы, либо косвенно по глубине, на которой почвенный термометр показывает 0°. Однако следует иметь в виду, что глубина проникновения в почву температуры 0° не всегда соответствует истинной глубине промерзания почвы (т. е. цементации почвы и образованию кристаллов льда).

Определение глубины промерзания и оттаивания почвы производится путем закладки шурфов, при помощи бурения или мерзлотомером Данилина.

При первом способе ломом и топором вырубается небольшой шурф (размером 80 × 60 см) до уровня талой почвы. По отвесной стенке шурфа сантиметровой линейкой измеряется глубина промерзания. Талой почвой считают такую, в которой нельзя обнаружить кристалликов льда. Комок этой почвы формуется в руках.

Второй способ (бурение) считается более надежным. Удобным для этой цели является бур системы Качинского.

При определении промерзания почвы буром Качинского сначала измеряется высота и плотность снежного покрова, затем на площадке в  $1 \text{ м}^2$  счищается снег лопатой, отмечается наличие или отсутствие ледяной корки и производится бурение. Бур забивается в почву деревянным окованным молотком. Через каждые  $10 \text{ см}$  глубины бур извлекается из почвы и взятая проба земли выталкивается шомполом, затем снова берется слой земли и т. д. Мерзлая часть почвы, как правило, выходит из бура ненарушенной; она легко узнается по ее твердому состоянию.

Чтобы правильнее определить границу мерзлого слоя, рекомендуется пользоваться лупой для разглядывания ледяных кристаллов.

Когда бур достигает талого слоя почвы, он начинает идти быстрее. Определения ведутся в двухкратной повторности.

При определении весной *глубины оттаивания* можно пользоваться металлическим стержнем с делением. Стержень легко вдавливается в талую почву, но как только достигнет мерзлого слоя, вдавливание идет с трудом. Число делений, отсчитанных по стержню на уровне почвы, и будет соответствовать глубине талого слоя.

Принцип действия мерзлотомера Данилина основан на свойстве воды замерзать при температуре  $0^\circ$  и ниже.

Определение глубины промерзания или оттаивания почвы мерзлотомером Данилина ведется путем установления глубины замерзания или оттаивания воды в резиновой трубке, помещенной в специальной трубе, которая погружена в почву.

#### § 45. Наблюдения над приростом сухой массы зерновых культур

Разработка расчетных методов по характеристике влияния метеорологических факторов на процесс формирования урожая возможна только в том случае, если будут найдены объективные показатели роста и развития культур.

Целям нахождения таких показателей служит организация наблюдений над приростом сухой массы сельскохозяйственных растений.

Как указывалось выше, под приростом сухой растительной массы следует понимать прибавку в общем (суммарном) весе всех растений, взятых с единицы площади, за определенный промежуток времени (например, декаду). Эта прибавка в суммарном весе растений определяется произведением прироста сухой массы одного растения на число растений, заключенных на данной единице площади. Чем больше прирост сухой массы одного растения и чем больше число растений на единице площади, тем больше суммарный прирост.

Число растений на единице площади зависит от нормы высева и полноты всходов; последняя в свою очередь определяется всем комплексом агротехники в предпосевной и посевной периоды, а также метеорологическими условиями в период прорастания семян и роста всходов.

Прирост сухой массы каждого растения зависит от обеспеченности питательными веществами и влагой, а также от температуры и других внешних условий.

С известного этапа развития прирост растительной массы складывается из прироста вегетативной массы и из прироста основной продукции (зерна). Это имеет существенное значение. Поэтому с момента формирования зерна определение прироста ведется отдельно для вегетативной массы и для генеративных органов.

В силу своей сложности наблюдения над приростом растительной массы считаются специализированными, проводятся на ограниченном числе станций и распространяются в первую очередь на зерновые культуры (пшеница, рожь и др.).

Наблюдения ведутся на обычных наблюдательных участках при обязательном условии, что одновременно ведутся там и наблюдения над влажностью почвы.

После посева, когда появятся массовые всходы и густота посева достаточно определится, закладываются 4 площадки, по 1 м<sup>2</sup> каждая, в разных местах участка. Эти площадки, отмеченные колышками, служат местом наблюдения за густотой стояния растений на протяжении всего периода вегетации.

Самое определение прироста сухой массы производится в день массового наступления следующих фаз развития: третий лист, кушение, выход в трубку, колошение, цветение и восковая спелость. При каждом определении берутся пробы из 100 растений.

Для взятия пробы (из 100 растений) поступают следующим образом: идя по диагонали наблюдательного участка, через каждые 20 шагов выкапывают 10 растений (по 5 с двух смежных рядков) и таким образом собирают снопок из 50 растений. При выкапывании корни подрезаются на глубине не менее 10 см. Затем аналогичным образом берут вторую пробу на второй диагонали участка. Выкопанные растения каждой из двух проб очищаются от земли, связываются в общий снопок и снабжаются этикеткой с указанием культуры, сорта, номера пробы, фазы развития и даты взятия пробы.

Дальнейшие операции над пробой, как правило, производятся в лабораторной обстановке. В тех случаях, когда по каким-либо причинам хотят знать не только вес сухой массы растений, но и влажность травостоя, берется дополнительная проба путем среза листьев с 10 растений. Проба помещается в баночку и при возвращении на станцию немедленно взвешивается.

После внесения пробных снопиков в лабораторию прежде всего проверяется число растений в каждой пробе (оно должно

быть равно 100), подсчитывается общее число стеблей в пробе, а начиная с фазы колошения — число стеблей с колосьями. Затем растения анализируются в отношении их корневой системы. В фазе третьего листа подсчитывается число растений, имеющих 3, 4, 5, 6 или 7 зародышевых корней. В пробах, взятых в фазы кущения, выхода в трубку и колошения, учитываются только узловые корни и определяется среднее число узловых корней на одно растение.

Для качественной оценки узловых корней делается отметка о степени их ветвления. Далее в каждой пробе узнается средняя высота роста травостоя, для чего измеряется 25 растений, взятых подряд обычным способом.

После этого производится учет сухой массы путем высушивания растений до воздушно-сухого состояния.

В каждой пробе главные стебли всех 100 растений отделяются от боковых и объединяются вместе в один снопок. Если растения одностебельные, то их стебли учитываются как главные. Боковые стебли всех растений объединяются в другой снопок. Для просушки пробные снопки раскладываются на бумаге или подвешиваются в сухом проветриваемом помещении. Пробы сушатся до тех пор, пока повторное взвешивание на технических весах не даст одинаковых результатов с предыдущим. Растения, высушенные до воздушно-сухого состояния, становятся твердыми, не гнутся, а ломаются.

Начиная с фазы колошения, вес стеблевой части и колосьев учитывается отдельно. Колосья срезаются после последнего взвешивания снопка.

После установления веса пробного снопка в воздушно-сухом состоянии определяется содержание в нем влаги. Для этого, измельчив 20 стеблей и колосьев, взятых из обеих проб, берут из этой массы навеску в 10 г, взвешивают с точностью до 0,1 г и высушивают в сушильном шкафу при температуре 100—105° в течение 5—6 часов до постоянного веса. Разность между весом пробы в воздушно-сухом состоянии и абсолютно сухом состоянии, отнесенная к весу воздушно-сухой массы, дает процент влажности пробы, доведенной до воздушно-сухого состояния (он приблизительно равен 14).

Для определения веса растительной массы на единице площади (квадратный метр) число растений на 1 м<sup>2</sup> умножается на вес всех растений в воздушно-сухом состоянии и произведение делится на число растений в пробе (100). Для пересчета на гектар полученную величину надо умножить на 10 000.

Взятая для определения влажности травостоя дополнительная проба также должна быть доведена до воздушно-сухого состояния, а затем в виде навески — до абсолютно сухого состояния.

В фазы молочной и восковой спелости обязательным при изучении прироста сухой массы является отдельное определение веса зерна наряду с определением веса стеблей и колосьев.

Для указанной цели на каждой заложенной ранее площадке выбирается по 100 главных стеблей, имеющих колосья. Они отмечаются путем перевязки ниткой или марлей. После того как зерно достигнет половины длины внутренней цветковой чешуи, берется первая проба из 20 колосьев (по 5 около каждой площадки) из числа отмеченных ранее. Проба высушивается до воздушно-сухого состояния. Аналогичным образом поступают при взятии последующей пробы через день или иной срок.

После того как зерно в последней пробе высохнет до воздушно-сухого состояния, производится обмолот каждой пробы, затем устанавливается вес 1000 зерен по каждой пробе в отдельности и определяется структура урожая (§ 20).

В результате наблюдений над приростом сухой массы зерновых культур, произведенных параллельно с наблюдениями за погодой и влажностью почвы, может быть выявлено:

1) скорость нарастания сухой массы (суточный прирост) в зависимости от характера увлажнения почвы и хода метеорологических условий;

2) характер развития корневой системы при различных внешних условиях;

3) характер развития колосовой части растений в зависимости от условий погоды;

4) условия прохождения налива зерна;

5) изменение влагосодержания в тканях растений за период вегетации;

6) динамика высоты линейного роста.

В последние годы по ряду станций организованы специальные наблюдения над приростом клубней картофеля.

Как показали работы Л. Г. Лорха, постановка подобного рода наблюдений позволяет изучить динамику накопления урожая различных сортов картофеля в зависимости от внешних условий и наметить мероприятия по управлению ростом растений.

Постановка этих наблюдений имеет значение и в оперативном агрометеобслуживании (при консультациях по вопросам о сроках уборки).

Методика наблюдений над приростом картофеля для системы гидрометеорологической службы разработана на основе материалов Всесоюзного института картофельного хозяйства Н. И. Быковым.

Приводим основные положения этой методики.

Начиная с фазы массового образования боковых побегов или через 15—20 дней после появления всходов с картофельного поля берутся пробные кусты.

Перед началом взятия проб определяется средняя густота стояния растений на единицу площади ( $1 \text{ м}^2$  или  $1 \text{ га}$ ). При взятии проб с наблюдательного участка выкапывается по 10 кустов с 10 различных мест (а всего 100 кустов).

При выкопке первого десятка кустов производится анализ по каждому растению в отдельности, при этом учитывается фаза развития, высота растения, число стеблей и число клубней, поврежденность ботвы и клубней болезнями и вредителями. Анализ заканчивается взвешиванием непосредственно на поле отдельно ботвы и клубней. После анализа первого десятка растений приступают к анализу последующей повторности в том же порядке.

Все результаты наблюдений заносятся в журнал (табл. 24).

Таблица 24

| № пробы | № растений | Фаза                     | Высота растений | Число клубней | Число стеблей | Вес ботвы (в г) | Вес клубней (в г) | % клубней, поврежденных болезнями или вредителями |
|---------|------------|--------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|---|
| 1       | 1          | Цветение                 | 72              | 12            | 3             | —               | —                 | 0   |
|         | 2          | "                        | 72              | 8             | 3             | —               | —                 | 0   |
|         | 3          | "                        | 83              | 17            | 3             | —               | —                 | 0   |
|         | 4          | "                        | 80              | 6             | 3             | —               | —                 | 0   |
|         | 5          | Образование соцветий     | 70              | 2             | 2             | —               | —                 | 50  |
|         | 6          | Цветение                 | 81              | 13            | 3             | —               | —                 | 0   |
|         | 7          | "                        | 80              | 18            | 4             | —               | —                 | 0   |
|         | 8          | Образование соцветий     | 73              | 3             | 3             | —               | —                 | 30  |
|         | 9          | То же                    | 68              | 3             | 3             | —               | —                 | 0   |
|         | 10         | Цветение                 | 75              | 14            | 3             | —               | —                 | 0   |
|         |            | Сумма                    | —               | 96            | —             | 3 250           | 2 840             | —   |
|         |            | Среднее на одно растение | —               | 96            | —             | 325             | 284               | —   |

Для более углубленной качественной характеристики урожая, кроме определения веса ботвы и клубней, устанавливается процент крахмала, как наиболее ценной части клубня, процент сухого вещества и удельный вес.

Наиболее простым и относительно точным способом определения крахмалистости и процента сухого вещества в клубнях является оценка по удельному весу.

Определение удельного веса клубней производится объемными приборами (волюметры). Волюметрический способ состоит в том, что отвешенная на точных весах определенная навеска клубней погружается в воду и определяется объем вытесненной клубнями воды; отсюда легко установить удельный вес, а через него крахмалистость и содержание сухого вещества.

Ниже приводится выдержка из таблицы для перехода от удельного веса картофеля к выявлению процента сухого вещества и крахмала:

| Удельный вес | 0/0<br>сухого<br>вещества | 0/0<br>крахмала |
|--------------|---------------------------|-----------------|
| 1,06         | 15,7                      | 10,0            |
| 1,08         | 20,0                      | 14,1            |
| 1,10         | 24,0                      | 18,2            |
| 1,12         | 28,5                      | 22,7            |
| 1,14         | 32,6                      | 26,8            |
| 1,16         | 36,8                      | 31,1            |

Сопоставление прироста различных сортов картофеля с ходом метеорологических условий открывает перспективы нахождения расчетных методов для характеристики влияния погоды на рост и урожай этой культуры.

#### § 46. Наблюдения на лесных полосах

В целях оказания практической помощи колхозам, совхозам, органам сельского и лесного хозяйства в осуществлении Сталинского плана преобразования природы на большой сети гидрометеорологических станций организованы специализированные агрометеорологические наблюдения в полевых защитных лесных насаждениях.

Основной задачей этих наблюдений является учет влияния погоды и увлажнения почвы на приживаемость, рост и развитие древесных пород.

Агрометеорологические наблюдения проводятся как в государственных защитных полосах, так и в полевых защитных лесных насаждениях колхозов и совхозов.

Для производства наблюдений выбираются наблюдательные участки среди взрослых и молодых лесных насаждений, а также среди гнездовых посевов, произведенных по методу Т. Д. Лысенко. Длина каждого участка должна быть не менее 100 м; участок должен быть характерным для всей полосы, а последняя должна быть характерна для основных полос данного хозяйства. На каждый выбранный участок составляется описание, в котором указывается возраст насаждений и их высота, способ обработки почвы, характеристика семенного и посадочного материала, способ и сроки сева (посадки), рельеф и тип почвы, глубина залегания грунтовых вод, ширина и направление полосы, состав древесных пород, вид покровной культуры, общее состояние посевов (посадок) ко времени выбора участка.

На участках с гнездовыми посевами наблюдения ведутся в трех гнездах с посевами главной породы и в трех гнездах с посевами сопутствующей породы.



На выбранных в лесных полосах наблюдательных участках проводятся следующие наблюдения:

1) наблюдения над фазами развития, ростом, состоянием и степенью приживаемости древесных пород, над проведением работ по севу, посадке и уходу за лесными культурами, а также за ростом и развитием покровных культур;

2) наблюдения над влажностью почвы;

3) наблюдения над промерзанием и оттаиванием почвы;

4) наблюдения над снежным покровом.

Для наблюдения над развитием и ростом лесных насаждений на наблюдательном участке выбирается и помечается этикетками по 10 экземпляров каждой древесной культуры.

Обход участков производится в течение всего вегетационного периода через каждые 5 дней.

Из фаз развития отмечаются следующие:

1) у насаждений, достигших возраста плодоношения: набухание и распускание листовых почек, разворачивание первых листьев, цветение, созревание плодов и семян, осеннее расцветивание листьев, листопад. Кроме того, отмечается окончание роста побегов в длину, вторичный рост побегов, вторичное цветение;

2) у семян первого года жизни: всходы, появление настоящих листьев, окончание роста побега в длину, листопад;

3) у высаженных осенью предыдущего года или весной данного года отмечаются те же фазы, что и у плодоносящих растений, кроме цветения и созревания семян и плодов.

Признаками наступления фаз служат следующие:

**Всходы** — на поверхности почвы появились разьединившиеся семядоли (у липы, вяза, клена, ясеня и др.) или ростки у пород, семядоли которых остаются в почве (дуб, лещина и др.).

**Набухание почек** — начали раздвигаться наружные чешуйки листовых почек, вследствие чего на них обнаруживаются более светлые части.

**Распускание листовых почек** — почечные чешуйки раздвинулись настолько, что на вершине почек появились зеленые кончики листьев.

**Разворачивание первых листьев** — появились первые листья с развернувшимися пластинками, остающиеся у отдельных пород (березы, лещины) некоторое время «складчатями»; у хвойных становится заметным зеленение.

**Начало цветения** — у растений, опыляемых при помощи ветра (тополь, граб, лещина, ясень, береза, сосна, кипарис, дуб, шелковица и др.), при встряхивании веток высыпается пыльца из мужских (тычиночных) соцветий; у остальных древесных пород раскрываются первые цветы на отдельных соцветиях.

**Окончание цветения** — соцветия перестают выделять пыльцу, большая часть цветков отцвела.

**Созревание плодов и семян.** Плоды плодовых и ягодных культур принимают нормальную окраску и нормальный

размер. У ив и тополей созревание семян совпадает с началом их рассеивания (летит пух); у акации и гледечи во время созревания наблюдается побурение бобиков; у липы, лещины, дуба и эвкалипта — отвердение и побурение оболочки; у вязов, ясеней, кленов, граба — потеря летучками зеленой окраски (пожелтели, побурели); у березы — побурение плодовых сережек; у сосны, лиственницы — побурение чешуек.

Осеннее расцветивание листьев — листья изменили окраску на осеннюю.

Листопад: начало — первые листья опадают, окончание — почти все листья опали.

Окончание роста побегов в длину — на концах ростковых побегов развернулись последние листья и образовались конечные почки.

Вторичный рост — распустились новые почки в том же сезоне, в котором они заложены, и образовались на них побеги.

Вторичное цветение — редкое явление, которое также должно быть отмечено.

В первый год жизни сеянцев дуба определяется средняя их облиственность. Это определение производится после закладки конечной почки путем подсчета числа листьев у 10 растений и деления суммы на 10.

Наблюдения над развитием плодовых и ягодных культур, входящих в состав полезащитных лесных насаждений, ведутся согласно указаниям, сделанным в § 42.

Измерение высоты роста у молодых насаждений производится после наступления фазы распускания листовых почек еженедельно в течение месяца, затем — 1 раз в месяц. Высота роста измеряется у всех 10 растений каждой породы от поверхности почвы до конца верхнего побега. При достижении высоты более 2 м наблюдения за ростом прекращаются.

Для наблюдения над приживаемостью лесных насаждений выделяются делянки размером во всю ширину данной полосы и в длину 20 м. Через месяц после посадки производится подсчет общего количества растений каждой древесной породы, затем осенью, в начале расцветивания листьев, подсчитывается число непринявшихся растений каждой основной породы; приживаемость выражается в процентах к общему числу растений на делянке.

При регистрации повреждений отмечаются повреждения, вызванные как вредными метеорологическими условиями (заморозками, засухой, суховеями, снегопадами, гололедом, градом, ливнями, сильным ветром), так и вредителями и болезнями растений.

Степень повреждения характеризуется условными обозначениями: 1 — повреждено до 10% стволов, сучьев, побегов; 2 — повреждено 25%; 3 — 50%; 4 — 75%; 5 — более 75%. Одновременно отмечается число поврежденных растений (в процентах).

Состояние насаждений оценивается по следующей шкале: плохое — всходы редкие, принялось меньше половины посаженных растений; среднее — всходы удовлетворительные, прижилось не менее половины; хорошее — прижилось более 80%, побеги дают хороший прирост. В насаждениях, достигших возраста плодоношения, дается оценка урожая плодов и семян по пятибалльной шкале.

Наблюдения над покровными культурами ведутся по общим правилам фенологических наблюдений (см. § 42).

Из работ по насаждению лесных полос отмечаются следующие:

- 1) начало и окончание весенней обработки почвы для посева и посадки древесных растений;
- 2) начало и окончание весеннего сева, с указанием процента всхожести семян, их предпосевной обработки (стратификация, отпаривание, смачивание и пр.), способ посева;
- 3) начало и окончание весенней и осенней посадок;
- 4) сроки работ по уходу (полив, рыхление, прополка).

Все результаты наблюдений записываются в книжку КСХ-2.

Наблюдения над влажностью почвы в государственных и полезащитных лесных полосах проводятся в целях получения материалов для информации и прогнозов об условиях влагообеспеченности основных древесных пород в период их начального роста и приживаемости. Поэтому при наличии полос различного возраста преимущество отдается молодым лесным полосам, особенно лесным полосам, посеянными по методу Т. Д. Лысенко.

Взятие проб на влажность ведется на тех же наблюдательных участках, где ставятся фенологические наблюдения.

При каждом определении влажности почвы закладываются 4 скважины. В гнездовых посевах с нечетным числом лент скважины располагаются таким образом, чтобы в каждое очередное наблюдение две скважины располагались в центральной ленте, а две другие — в крайних. В гнездовых посевах с четным числом лент скважины располагаются по той же схеме, с той лишь разницей, что в этом случае первые две скважины бурятся не в одной, а в двух центральных лентах.

В теплую часть года наблюдения над влажностью почвы производятся подекадно, по 10-сантиметровым слоям до глубины 1 м. Четыре раза в год [перед посевом, после уборки яровых, перед уходом в зиму и зимой (в феврале)] влажность почвы определяется до глубины 1½ м. Кроме того, в период от посева до всходов производится дополнительное определение влажности почвы на глубине 5, 10, 20 и 30 см.

Одновременно с наблюдением над влажностью почвы определяется глубина промерзания и оттаивания почвы.

В зимнее время на лесных полосах производится снеговой съемка (дополнительно к обычным). Задача снеговой съемки за-

ключается в выяснении характера распределения и высоты снежного покрова в полезащитных лесных полосах, на полях, расположенных между ними, и в открытой степи.

Съемка производится по двум линиям, на 100-метровом расстоянии друг от друга. Для производства снегомерных наблюдений выбираются полосы, между которыми расположены участки для агрометеорологических наблюдений. Длина каждой линии должна быть не менее 500 м, не считая ширины самой полосы. Снегомерные линии должны начинаться за 300 м от полосы со стороны господствующего направления ветра в зимний период и заканчиваться с подветренной стороны на расстоянии 200 м в государственных лесных полосах и 50 м в полезащитных лесных полосах.

В зимний период наблюдения ведутся 1 раз в декаду, а в период снеготаяния 1 раз в пятидневку.

#### **§ 47. Агрометеорологические наблюдения на пастбищах и сенокосах отгонного животноводства**

Основой развития животноводства в колхозах и совхозах является мощная, устойчивая кормовая база, в создании которой ведущая роль принадлежит пастбищам пустынных, полупустынных и высокогорных районов, с развитым на них отгонным животноводством.

Работа агрометстанций, расположенных в районах отгонного животноводства, целиком подчинена задачам обслуживания этой важнейшей отрасли народного хозяйства.

Целью наблюдений на этих станциях является выявление характера изменения кормовых достоинств пастбищ и условий выпаса скота в зависимости от метеорологических условий и увлажнения почвы.

Для производства наблюдений на каждом типе пастбищ выделяются два наблюдательных участка размером по 1 га. Один (основной) участок тем или иным способом охраняется от погрыза скотом, а другой (вспомогательный) служит местом наблюдений над степенью стравленности растений и отрастанием отавы; он остается в течение всего времени в естественных условиях выпаса скота. При выборе участков соблюдаются условия, чтобы они были типичными для большей части пастбища.

Одновременно с выделением участков определяется состав растений, служащих в последующих наблюдениях фенологическими индикаторами.

После выбора участков составляется схематический план их расположения и производится разбивка участков на 3 части: две боковые, размером 3000 м<sup>2</sup> каждая, и одну центральную — в 4000 м<sup>2</sup>. Две крайние полосы служат собственно наблюдательными участками, на которых проводятся все основные виды наблюдений, а центральная — для определения прироста расти-

тельной массы. Обязательным пунктом программы работ станций, расположенных в районах отгонного животноводства, являются наблюдения над влажностью почвы, поскольку без учета почвенного увлажнения нельзя предсказывать ожидаемого изменения кормового качества пастбищной растительности.

Методика определения влажности почвы та же, что и на полевых участках (см. § 41).

В зимний период обычным порядком проводятся наблюдения над промерзанием и оттаиванием почвы.

В комплексе наблюдений, характеризующих изменения самого состояния пастбищной растительности и ее кормовых достоинств в зависимости от метеорологических условий, большое место занимают наблюдения над фазами развития.

Регистрация дат наступления фаз развития производится только по отношению растений, взятых в качестве фенологических индикаторов для данного типа пастбищ.

По злаковым кормовым травам отмечаются следующие фазы развития: всходы или отрастание (у многолетних), кущение, выход в трубку, колошение (выметывание), цветение, созревание семян, засыхание и сохранение в травостое в сухом виде, превращение растений в ветошь (засохшая трава лежит на земле), осеннее отрастание. По группе бобовых кормовых растений, а также по разнотравью и полुकустарникам отмечаются даты наступления следующих фаз развития: всходы или отрастание новых побегов, начало роста стебля, образование соцветий (появление бутонов), цветение, созревание семян, засыхание и сохранение в травостое в сухом виде, превращение в ветошь, осеннее отрастание.

Каждая из регистрируемых фаз развития имеет свое значение в вопросах регулирования выпаса скота. Так, в период от всходов до колошения злаковых трав, когда идет нарастание вегетативной массы, кормовое достоинство пастбищ постепенно повышается, а условия выпаса скота при этом, естественно, улучшаются.

В последующий период вегетации травостой начинает сохнуть, кормовые достоинства пастбищ снижаются, а вместе с тем, ухудшаются условия выпаса скота, но лишь до тех пор, пока не начнется новое отрастание трав. Следует при этом иметь в виду, что в зависимости от метеорологических условий наступление той или иной фазы развития задерживается или ускоряется.

Но одним изменением в фазах развития еще не решается вопрос о кормовом достоинстве пастбищ. Дополнительными показателями являются высота роста, полнота травостоя, степень засоренности, степень повреждаемости кормовых растений вредными метеорологическими явлениями, вредителями и болезнями, скорость нарастания сухой массы и общая балловая оценка состояния травостоя.

Высота роста у трав-индикаторов, взятых под наблюдение, измеряется в последний день декады и в день массового наступления фаз развития. После засыхания растений высота травостоя измеряется 1 раз в месяц.

Метод измерения высоты роста примерно такой же, как и для полевых культур. Кроме измерений высоты отдельных индикаторов, 1 раз в декаду проводится измерение высоты всего травостоя.

Над полнотой травостоя наблюдения ведутся 4 раза за вегетационный период (на 10-й день после возобновления вегетации, в день массового зацветания основных индикаторов, при массовом засыхании и при превращении в ветошь). Определение полноты травостоя производится визуально, путем осмотра травостоя сверху вниз через специальную рамку с последующим сравнением регистрируемой полноты травостоя со специальными эталонами в виде рисунков, даваемых в приложениях к инструкциям.

Одновременно с определением полноты травостоя и в те же сроки производится подсчет на единице площади количества основных кормовых растений и в том числе растений непоедаемых и ядовитых. К числу ядовитых растений, поражающих центральную нервную систему животных или нарушающих их сердечную и пищеварительную функции, относятся: белена, полынь таврическая, плоды мордовника степного, прострел (сон-трава), чемерица, акация, вороний глаз, молочай, наперстянка и др. Наличие в травостое ядовитых растений резко понижает кормовые достоинства пастбищ, а в некоторых случаях делает их полностью непригодными для выпаса.

Некоторые растения не поедаются или проявляют свои вредные или ядовитые свойства в определенные фазы развития, в тот или иной период года, в зависимости от выпадения осадков, заморозков и пр. Так, люцерна малая засоряет шерсть овец в фазу созревания плодов, ковыли вредны для тонкорунных овец также в фазу созревания, ирисы (касатики) ядовиты в зеленом состоянии, а при осеннем подсыхании безвредны. Поэтому одновременно с оценкой засоренности пастбищ непоедаемыми, вредными или ядовитыми растениями определяются фазы их развития. Наблюдения над приростом сухой массы растений производятся в четырехкратной повторности на площадках размером по 2,5 м<sup>2</sup>. Определение сухой массы начинается с момента массового отрастания трав и производится 1 раз в декаду до созревания семян. Срезанная для определения прироста растительная масса завертывается в клеенку и взвешивается на станции не позже чем через 1 час после срезания. Затем пробы подвергаются высушиванию до воздушно-сухого состояния, путем подвешивания их в марлевых мешочках или путем раскладывания на полу. После высушивания образцы пастбищного корма подвергаются групповому ботаническому анализу.

В период сухой погоды, а также в дни с высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха на обязанности станции лежит тщательное наблюдение за изменением в состоянии кормовых растений, подобно тому как это делается при наблюдениях на полевых участках.

В последний день каждой декады производится оценка состояния травостоя на пастбищах и сенокосах по пятибалльной шкале. Наряду с оценкой дается объяснение причин изменения оценки в ту или иную сторону (прошли дожди, засуха, наличие вредных растений в наиболее опасных для скота фазах развития и т. п.).

Одновременно с оценкой состояния травостоя регистрируется степень стравленности пастбищ и состояние дернины на них. Степень стравленности дается по шестибалльной шкале: балл 0 ставится в тех случаях, когда пастбище сильно сбито, почва оголена, уничтожена не только наземная часть растений, но и корневая система; балл 5 дается в случаях, когда пастбище стравлено слабо или совсем не стравлено. В зависимости от степени стравленности даются промежуточные оценки.

Состояние дернины пастбищ оценивается по девятибалльной шкале. Балл 1 дается, когда дернина очень слабая или отсутствует полностью; баллы 2, 3, 4 и 5 даются при слабой дернине с различной степенью покрытости почвы и различной нарушенностью почвы копытами животных; баллы 6, 7, 8 и 9 даются при умеренно мощной дернине с различной степенью укрытия почвы и различной степенью нарушенности копытами животных.

В целях более полного представления об условиях выпаса скота в зависимости от метеорологических условий при наблюдениях делаются отметки о времени начала и конца выпаса скота с учетом перерывов, вызванных неблагоприятными метеорологическими явлениями, отмечаются периоды дополнительной подкормки скота в связи с недоступностью пастбищного корма и периоды перевода скота на стойловое содержание за счет страховых фондов.

При учете перерывов в выпасе скота дается объяснение о причинах, вызвавших этот перерыв. Если такой причиной были неблагоприятные метеорологические условия, дается их количественная оценка: например, мороз до  $-25^{\circ}$ , метель в течение 5 часов, сильный ветер до 15 м/сек, образование глубокого снежного покрова в 15 см и гололед толщиной 3 мм и т. д.

Наряду с производством периодических наблюдений, на обязанности станций в районах отгонного животноводства лежит сбор и накопление материала о поедаемости кормовых растений животными в зависимости от метеорологических условий.

При определении степени поедаемости учитываются следующие моменты:

- 1) какие растения поедаются животными в тот или иной сезон года;

2) какие части растений поедаются в первую очередь — листья, стебли, плоды, молодые части и пр.;

3) в каком виде поедаются растения — сухие, сочные;

4) когда поедаются растения лучше — утром, днем, вечером.

Особенно тщательно отмечается положительное или отрицательное влияние на поедаемость растений таких метеорологических факторов, как осадки, снежный покров, ветер, низкие и высокие температуры, роса, гололед, заморозки и пр.

#### § 48. Почтовые и телеграфные донесения о результатах агрометеорологических наблюдений

Полученные результаты агрометеорологических наблюдений используются прежде всего в оперативном агрометеорологическом обслуживании сельского хозяйства.

Непосредственное обслуживание колхозов и совхозов проводится станциями, а обслуживание областных, республиканских и центральных сельскохозяйственных органов — соответствующими учреждениями гидрометеорологической службы. Поэтому одной из обязанностей станции является своевременная информация этих учреждений о результатах наблюдений. Основными формами такой информации служат декадные почтовые и телеграфные донесения.

Декадный период информации принят из тех соображений, что при более продолжительных сроках теряется оперативность обслуживания, а при более коротких сроках не охватывается весь цикл проводимых агрометеорологических наблюдений, из которых некоторые осуществляются не чаще одного раза в декаду. Последний день декады является днем оформления телеграфных и почтовых донесений.

Почтовые донесения подаются в виде таблиц БСХ-1.

Таблица БСХ-1 содержит следующие разделы: 1) метеорологические сведения за декаду; 2) сведения о состоянии и фазах развития сельскохозяйственных культур на участках, выделенных в полях севооборота; 3) сведения о влажности почвы; 4) данные о сельскохозяйственных работах в поле, саду и огороде; 5) выводы наблюдателя о влиянии погоды на рост, развитие и состояние сельскохозяйственных культур; 6) сведения по фенологическим наблюдениям над дикорастущей древесной растительностью и по наблюдениям над луговыми сенокосами и пастбищами.

Состав каждого раздела представлен группой сведений.

В метеорологическом разделе таблицы даётся: температура воздуха за все дни декады по четырем срокам наблюдений, максимальная и минимальная температуры за сутки; осадки за сутки; абсолютная влажность воздуха, относительная влажность воздуха и недостаток насыщения за все дни декады по четырем срокам наблюдений; скорость и направление ветра, а также



облачность по четырем срокам наблюдений за каждый день декады; средняя за сутки температура почвы на разных глубинах, а также глубина оттаивания почвы за каждый день; высота снежного покрова по постоянной рейке за каждый день и результаты снегомерной съемки в поле на последний день декады.

Таким образом, метеорологическим разделом таблицы освещается за каждый день ход температуры воздуха и почвы, влажности воздуха, силы и направления ветра, облачности, осадков и снежного покрова.

В разделе наблюдения на участках даются по каждой культуре сведения о дне декады, когда культура вступила в первую фазу развития (начало вступления — «а», массовое — «б» и процент охвата), о высоте роста в день наступления фазы и на последний день декады, густоте стояния на 1 м<sup>2</sup>, засоренности и о балловой оценке в день массового наступления фазы и на последний день декады. Все данные по этому разделу берутся из книжки КСХ-2, при этом обращается внимание на таблицу предыдущего срока, чтобы соблюсти правильную последовательность в представляемых сведениях.

В разделе влажность почвы показывается процент влажности от абсолютно сухой навески на глубинах 0—10, 11—20, 21—30, 31—40, 41—50, 51—60, 61—70, 71—80, 81—90, 91—100 см.

В разделе сельскохозяйственные работы указывается основная работа по каждой культуре, которая производилась в каждую декаду, причем отмечается дата начала и конца производства работы на поле и дата проведения этой же работы на наблюдательном участке. Для садово-огородных культур отведен специальный раздел примерно с тем же составом сведений, что и по полевым работам.

На свободной от графления части таблицы БСХ-1 дается текстовая характеристика декады в отношении влияния погоды на рост, развитие и состояние сельскохозяйственных культур и на ход полевых работ. Так как нет никаких заранее предусмотренных трафаретов, то наблюдатель, составляющий таблицу, сам должен правильно оценить агрометеорологическую ситуацию за декаду и отметить в текстовой части самое главное, имеющее наибольшее значение в процессе формирования урожая культур.

Для более ясного представления о характере таких записей приводим образец: «Погода декады была очень жаркой и сухой. Высокие температуры и большая сухость воздуха угнетающе действовали на рост бахчевых культур. Почва местами высохла и потрескалась. Сухость почвы мешает севу озимых культур и отрицательно сказывается на качестве пахоты под зябрь».

В этой же части таблицы БСХ-1 сообщается о выполненной работе по обслуживанию ближайшего колхоза, совхоза, опытной станции и других организаций (например, дана консультация о сроке сева, дана информация об увлажнении почвы, сделано предупреждение о заморозках и т. д.).

Заполнение таблицы должно производиться весьма тщательно и аккуратно, так как следует всегда помнить, что заполненная таблица БСХ-1 служит не только оперативным целям, но и со временем становится ценным архивным материалом, используемым в исследовательских работах.

По своевременности высылки таблицы БСХ-1 и тщательности ее заполнения оценивается работа станции в отношении производства агрометеорологических наблюдений, в силу чего допущенные в ней пропуски и ошибки порочат материал и снижают балловую оценку работы станции.

Текстовая часть таблицы служит показателем сознательного и внимательного отношения наблюдателя к проводимой им работе, показателем умения подмечать основные важные для сельского хозяйства изменения погоды и состояния посевов, а также показателем той роли, которую станция играет в оказании помощи окружающим хозяйствам в их производственной деятельности.

Декадные агрометеорологические телеграммы являются вторым основным видом информации вышестоящих подразделений гидрометеорологической службы о результатах агрометеорологических наблюдений. Сведения, получаемые в телеграмме, должны в точности совпадать с записями в таблице БСХ-1. Телеграммы высылаются в адрес одного или двух подразделений гидрометеорологической службы, в соответствии со специальными указаниями.

Декадная агрометеорологическая телеграмма состоит из трех частей.

Первая часть содержит основные метеорологические сведения, вторая часть — дополнительные метеорологические сведения и третья часть — специальные агрометеорологические сведения. Каждая часть телеграммы состоит из нескольких групп; на каждую группу отведено 5 цифр.

Первая часть телеграммы, состоящая из четырех групп, подается в течение всего года.

В первой группе этой части первые три цифры отводятся на сообщение о средней температуре воздуха (с десятными долями), а две последние цифры — на сообщение об абсолютном максимуме температуры за декаду (в целых числах).

Во второй группе первые две цифры отводятся на минимальную температуру за декаду (в целых числах), а три последние цифры — на сообщение числа часов солнечного сияния (в целых числах).

Если солнечное сияние не наблюдается, то на месте, отведенном на это явление, ставится условно ФФФ.

В третьей группе на месте первых двух цифр дается сумма осадков за первую пятидневку декады (в целых числах), а на месте двух вторых цифр — сумма осадков за вторую пятидневку декады. Последняя цифра этой группы отводится на зашифровку

числа дней с осадками в 0,1 мм и больше. Число дней, не превышающее семи, шифруется без изменения; 8 и 9 дней шифруется цифрой 8, а 10 и 11 дней — цифрой 9.

В четвертой группе кодируется: число ясных дней (одна цифра), число пасмурных дней (одна цифра), максимальная скорость ветра (одна цифра), число дней за декаду с ветром 10—14 м/сек (одна цифра) и число дней за декаду с ветром 15 м/сек и больше (одна цифра).

Вторая часть телеграммы имеет либо четыре зимние, либо три летние группы, в зависимости от сезона.

В первой зимней группе второй части вначале ставится число 88, как указание, что группы идут по зимнему коду. Следующие две цифры отводятся для зашифровки высоты снежного покрова, а пятой цифрой показывается число дней с оттепелью.

Во второй зимней группе сообщается плотность снежного покрова (две цифры), характеристика залегания снежного покрова на последний день декады (одна цифра), вид ледяной корки (одна цифра) и толщина ледяной корки (одна цифра).

В третьей зимней группе первые три цифры отводятся на сообщение о глубине промерзания почвы, а две последние цифры — на среднюю из минимальных температур на поверхности почвы или снега в целых градусах.

В четвертой зимней группе двумя первыми цифрами показывается средняя из минимальных температур почвы на глубине узла кущения озимых культур, двумя вторыми цифрами — абсолютная минимальная температура почвы за декаду на глубине узла кущения озимых и последней (одной) цифрой — число дней с минимальной температурой почвы на глубине узла кущения ниже  $-15^{\circ}$ .

В состав первой летней группы входит:

а) условное сообщение о переходе на летний код, обозначаемое двузначным числом 99;

б) число дней с обложными осадками (одна цифра), число дней с ливневыми осадками (одна цифра) и число дней с градом (одна цифра).

В состав второй летней группы входит:

а) число дней с осадками более 5 мм (одна цифра);

б) суточный максимум осадков за декаду (две цифры), абсолютный минимум температуры на оголенном участке (две цифры).

В состав третьей летней группы входит:

а) средняя температура почвы на глубине 10 см в последний день декады (две цифры);

б) средняя относительная влажность воздуха за декаду (две цифры) и число дней за декаду с относительной влажностью воздуха 30% и меньше (одна цифра).

Сельскохозяйственная часть телеграммы состоит из нескольких групп, каждая из которых повторяется столько раз, сколько характеризуется культур.

В состав первой группы этой части телеграммы входит:

- а) цифровое обозначение культуры (две цифры);
- б) цифровое обозначение фазы развития (одна цифра);
- в) цифровое обозначение дня декады начала фазы;
- г) балловая оценка состояния (одна цифра).

Для цифрового обозначения названия культуры пользуются специальными условными обозначениями.

В состав второй сельскохозяйственной группы входит:

- а) цифровое обозначение культуры;
- б) условное цифровое обозначение высоты роста (три цифры).

Высота роста до 10 см дается с двумя нулями впереди (005, 008 и т. д.), а высота роста от 11 до 99 — с одним нулем впереди (017, 045, 097 и т. д.).

В состав третьей сельскохозяйственной группы входит:

- а) цифровое обозначение названия культуры (две цифры);
- б) цифровое обозначение названия работы (две цифры);
- в) условное обозначение стадий работ (одна цифра).

Перед третьей группой, для отличия ее от других, ставится слово «работа».

Четвертая сельскохозяйственная группа дается в периоды производства полевых работ. Она характеризует число дней, в которые по погодным условиям и состоянию почвы было возможно производить основные для данного периода полевые работы.

В состав этой группы входит:

- а) условное обозначение работ (обработка почвы — 1; посев и посадка — 2; уход за культурами — 3; уборочные работы — 4);
- б) влажность верхнего слоя почвы (10—12 см) по визуальным наблюдениям на 4 и 5-й день декады;
- в) то же, по наблюдениям на 10-й день;
- г) число полных рабочих дней (без перерывов по условиям погоды или состоянию почвы) за первые 5 дней;
- д) то же, за вторые 5 дней.

Последние постоянные группы сельскохозяйственной части телеграммы отведены для информации о влажности почвы (в целых процентах).

Процент влажности дается двумя цифрами для каждого 10-сантиметрового слоя в последовательном порядке; впереди указывается культура, по которой производились наблюдения над влажностью почвы.

Кроме постоянных групп, в декадной телеграмме иногда даются эпизодические группы. Сюда входит:

- 1) группа с результатами отращивания озимых культур и многолетних трав в зимний период,
- 2) группа с характеристикой повреждения культур и
- 3) группа с характеристикой фенологических явлений.

Первой эпизодической группе предшествует слово «отращивание». В состав этой группы входит:

- а) условное обозначение культуры (озимая рожь — 1, озимая пшеница — 2, клевер — 3, люцерна — 4);
- б) процент погибших кустов в пробе (две цифры);
- в) фаза развития (одна цифра);
- г) срок посева (одна цифра).

Второй эпизодической группе предшествует слово «повреждение». В состав этой группы входит:

- а) цифровое обозначение культуры (две цифры);
- б) цифровое обозначение характера повреждения (две цифры);
- г) степень повреждения (повреждений нет — 0, повреждены единичные растения — 2, повреждено: до 25% — 3, до 50% — 4, сильное повреждение — 5).

Третья эпизодическая группа характеризует фенологические явления у древесных пород в весенний период. В состав этой группы входит цифровое обозначение явлений (две цифры) и день месяца. Этой группе предшествует слово «фено». В отличие от всех прочих групп (состоящих из пяти знаков), эта группа имеет четыре знака.

В целях усиления оперативности на некоторые станции возлагается обязанность подачи в теплый период года ежедневных телеграмм, состоящих из шести групп.

В состав первой группы этих телеграмм входит:

- а) средняя температура воздуха в целых градусах;
- б) сумма и характеристика осадков.

В состав второй группы входит:

- а) средняя суточная температура почвы на глубине 10 см в целых градусах (с 1/IV по 31/VIII она заменяется относительной влажностью воздуха и максимальной скоростью ветра);
- б) минимальная температура на поверхности почвы;
- в) состояние почвы (мерзлая — кодируется цифрой 6, оттаяла на 1—5 см — цифрой 7, оттаяла на 6—10 см — цифрой 8, оттаяла на полную глубину — цифрой 9).

В состав третьей группы входит:

- а) максимальная температура воздуха (в целых градусах);
- б) минимальная температура воздуха;
- в) средняя за 4 срока нижняя облачность (при облачности 0—1 кодируется 0, при облачности 2—3 кодируется 1 и т. д.).

В четвертой группе (эпизодическая) даются только дни, когда отмечается наступление новой фазы той или иной культуры. Строится она аналогично первой группе сельскохозяйственной части декадной телеграммы.

Пятая группа характеризует условия полевых работ. В ее состав входит:

- а) условное цифровое обозначение культуры;
- б) условное обозначение названия работы и условное обозначение производительности работ (работы по условиям погоды производиться не могли; работы производились 1/2 дня, качество работы удовлетворительное — 2; работы производились 1/2 дня,

качество работы хорошее — 3; работы производились более  $\frac{1}{2}$  дня, но с перерывами, — 4; работы производились целый день без перерыва — 5).

Шестая группа включает сведения о повреждении культуры и строится аналогично второй эпизодической группе декадных телеграмм.

## ГЛАВА VII

### АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

#### § 49. Организация, основные задачи и формы агрометеорологического обслуживания

В крупном социалистическом земледелии, при четкой плановости всех проводимых работ, знание и учет условий погоды и увлажнения почвы в различные периоды роста и развития сельскохозяйственных культур является необходимым звеном в деле получения высоких урожаев. Поэтому своевременная и всесторонняя информация сельского хозяйства о текущих и ожидаемых условиях погоды с оценкой их роли в процессе формирования урожая составляет основную цель оперативного агрометеорологического обслуживания. Такая информация помогает сельскому хозяйству своевременно учитывать складывающуюся в том или ином месте агрометеорологическую обстановку и в связи с этим рационально использовать машинную технику, материальные средства и рабочую силу, а в конечном счете повышать урожай и сводить потери сельскохозяйственной продукции от неблагоприятных метеорологических условий до минимума.

Иллюстрацией сказанному могут служить следующие примеры.

Своевременная сигнализация о повреждении озимых в зимний период неблагоприятными метеорологическими условиями позволяет колхозам и совхозам заблаговременно подготовиться к посеву погибших культур и осуществить другие мероприятия, перекрывающие ущерб от неблагоприятных условий перезимовки.

Заблаговременный прогноз об ожидаемых весной сроках просыхания почвы и начала полевых работ позволяет сельскому хозяйству заблаговременно привести в готовность инвентарь, организовать завоз горючего, правильно распределить рабочую силу и в итоге провести сев яровых в оптимально лучшие сроки.

Предупреждение о недостаточных запасах влаги в почве на конец осени позволяет колхозам и совхозам, путем проведения работ по снегозадержанию и задержанию талых вод, обезвредить неблагоприятные условия осенней засухи и создать ко времени весеннего сева хорошее увлажнение почвы.

Аналогичных примеров можно было бы привести очень много, но и перечисленного достаточно, чтобы понять большое практиче-

ское значение для сельского хозяйства хорошо поставленного агрометеорологического обслуживания.

Зарождение агрометеорологического обслуживания произошло 30 лет тому назад. Молодое Советское государство уже тогда направляло свои усилия на получение высоких и устойчивых урожаев и привлекало к решению этой задачи различные отрасли научных знаний.

В апреле 1921 г. был издан за подписью В. И. Ленина декрет Совета Труда и Оборона, предусматривающий расширение и улучшение метеорологических наблюдений и наблюдений за ростом, развитием и состоянием сельскохозяйственных культур, а также организацию планомерной разработки этих данных в целях установления видов на урожай. Для осуществления этих работ при опытном отделе Наркомзема была создана метеорологическая часть и при ней служба урожая. Так возникла и стала из года в год развиваться первая в мире оперативная агрометеорологическая служба.

После проведения сплошной коллективизации, когда прежнее распыленное, единоличное крестьянское хозяйство уступило место крупному социалистическому сельскому хозяйству, перед агрометеорологическим обслуживанием встали новые задачи. Это потребовало расширения и конкретизации агрометеорологического обслуживания и превращения его в активное средство помощи колхозам и совхозам. Прежде всего подверглось изменению само содержание декадной информации: была произведена дифференциация обзора по основным группам культур, улучшена характеристика увлажнения почвы, введена оценка условий погоды сравнительно с многолетними средними значениями и т. д. Одновременно принимались меры к увеличению заблаговременности предупреждений и наряду с информацией были введены в практику обслуживания агрометеорологические прогнозы. Непрерывно расширялась сеть наблюдательных станций, увеличилось число местных органов, проводящих агрометеорологическое обслуживание. В непосредственное обслуживание колхозов и совхозов вовлекалось все большее число станций.

Бурное развитие в последние годы социалистического сельского хозяйства в целом и его отдельных отраслей в частности сопровождается значительным ростом требований к агрометеорологическому обслуживанию.

В целях более правильного удовлетворения этих требований гидрометеорологическая служба с 1950 г. организовала и продолжает расширять и совершенствовать специализированное обслуживание отдельных отраслей сельского хозяйства.

Переход к специализированному обслуживанию той или иной отрасли сельского хозяйства потребовал организации дополнительной сети станций и специализированных агрометеорологических наблюдений, составление и выпуск специальных агрометеорологических информации и прогнозов применительно к конкрет-

ным запросам к метеорологии и агрометеорологии данной отрасли сельского хозяйства.

В 1950 и 1951 гг. специализированным агрометеорологическим обслуживанием охвачены следующие отрасли сельского хозяйства: зерновое хозяйство, хлопководство, субтропические культуры, полезащитное лесоразведение и отгонное животноводство.

Расширение и совершенствование форм и содержания специализированного обслуживания отдельных отраслей сельского хозяйства является на ближайшие годы одной из главных задач в деле дальнейшего улучшения агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства.

Основными видами агрометеорологического обслуживания в настоящее время являются агрометеорологическая информация и агрометеорологические прогнозы. Различие между ними состоит в том, что при информации дается сельскохозяйственная оценка условий истекшей погоды, а при прогнозах — сельскохозяйственная оценка условий ожидаемой погоды.

В основе как информации, так и прогнозов лежит агрометеорологический анализ, т. е. правильное истолкование значения условий погоды и увлажнения почвы для роста и развития культур и для всего процесса формирования урожая, а также для производимых в это время сельскохозяйственных работ.

Получаемые в результате анализа выводы могут быть представлены в виде качественной или количественной оценки агрометеорологических условий. Так, указание, что «увлажнение почвы за истекший период было недостаточным», носит характер чисто качественной оценки, а указание, что «запасы влаги в метровом слое почвы снизились до 30 мм продуктивной влаги и что их может хватить для нормального роста данной культуры на 10—15 дней», носит характер количественной оценки условий.

Более совершенным является агрометеорологический анализ с количественной оценкой условий, поскольку он дает хозяйству возможность лучше ориентироваться в выборе тех или иных приемов агротехники.

Обеспечение организаций агрометеорологическими информацией и прогнозами производится не бессистемно, не от случая к случаю, а регулярно, периодически, по заранее установленным схемам обслуживания.

Основными, принятыми формами информации являются: декадный агрометеорологический бюллетень и ежедневные, пятидневные, сезонные и годовые агрометеорологические обзоры.

Из этих форм наибольшее значение имеет декадный агрометеорологический бюллетень, который выпускается регулярно, в течение круглого года, и содержит наиболее полный материал, освещающий метеорологические условия роста и развития сельскохозяйственных культур, а также некоторые рекомендации производственным организациям о мероприятиях, которые необходимо применить в связи с условиями погоды.



Ежедневные и пятидневные агрометеорологические обзоры составляют главным образом в период весенних полевых работ и в период уборки (сеноуборки), а также в некоторых других случаях, когда анализ условий погоды каждого дня приобретает исключительно важное значение. Краткая словесная характеристика условий погоды в связи с проведением тех или иных работ сопровождается в этих обзорах небольшими таблицами с метеорологическими и агрометеорологическими показателями.

Сезонные обзоры имеют своей целью дать итоговую агрометеорологическую характеристику условий за тот или иной достаточно большой период сельскохозяйственного года, например за период весеннего сева, за период уборки зерновых, за время перезимовки озимых и т. д. В последнее время сезонные обзоры принимают характер специализированных обзоров, т. е. обзоров, рассчитанных на одну определенную отрасль сельского хозяйства (хлопководство, отгонное животноводство, полезащитное лесоразведение и т. д.).

Годовые обзоры содержат характеристику агрометеорологических условий роста и развития культур за весь сельскохозяйственный год.

Агрометеорологические информации составляются на основе анализа материалов наблюдений, поступающих с агрометеорологических и гидрометеорологических станций.

Ежедневные и пятидневные агрометеорологические обзоры составляются на материале ежедневных агрометеорологических телеграмм, посылаемых станциями в сроки, предусмотренные особым указанием вышестоящих подразделений гидрометеорологической службы.

Материалом по составлению декадного бюллетеня служат декадные телеграфные донесения станций. Попутно используется материал почтовых донесений (декадные таблицы БСХ-1), а также материал ежедневных агрометеорологических телеграмм и ежедневных карт погоды.

Основным материалом для анализа условий роста и развития посевов в сезонных и годовых агрометеорологических обзорах служат все виды почтовых донесений.

В отличие от информации, агрометеорологические прогнозы составляются в форме месячных прогнозов или в форме специализированных прогнозов.

Содержание месячных агрометеорологических прогнозов меняется применительно к сезонам года. В весенние месяцы предсказывается характер увлажнения почвы, условия весеннего сева, условия цветения садов и пр.; летом дается характеристика условий роста и развития отдельных культур, условия прополочных работ, условия уборки урожая; в осенние месяцы внимание прогнозиста концентрируется на характеристике условий сева, роста и развития озимых, на условиях уборки пропашных культур и условиях подзимнего сева; в зимнее время основными вопро-

сами является перезимовка озимых культур, многолетних трав и плодово-ягодных культур, а также условия зимнего выпаса скота в районах отгонного животноводства и пр.

Специализированные агрометеорологические прогнозы, в отличие от месячных, выпускаются непериодически и касаются лишь одного узкого вопроса, например вопроса об ожидаемом сроке наступления восковой спелости зерновых культур, сроке подзимнего сева кок-сагыза, ожидаемых запасов влаги в почве на паровых полях ко времени сева озимых и т. д.

При составлении как месячных, так и специализированных прогнозов используется весь материал, который берется в основу информационных агрометеорологических обзоров, но, кроме того, в обязательном порядке привлекаются данные по долгосрочному прогнозу погоды.

Подготовка и выпуск всех видов информации и прогнозов возлагается на соответствующие научно-исследовательские и оперативные органы гидрометеорологической службы.

Агрометеорологическое обслуживание центральных организаций осуществляется отделом агрометеорологических прогнозов и информации Центрального института прогнозов. В выпускаемых институтом информациях и прогнозах дается агрометеорологическая характеристика условий по территории всего Советского Союза. Материалом для информации служат донесения агрометеорологических и гидрометеорологических станций.

Обслуживание республиканских организаций проводится отделами по обслуживанию сельского хозяйства республиканских управлений гидрометеорологической службы.

Обслуживание областных организаций осуществляется соответствующим областным гидрометеорологическим бюро или областным агрометеорологом.

Непосредственное обслуживание колхозов и совхозов и районных организаций проводится всеми агрометеорологическими и гидрометеорологическими станциями, привлеченными к обслуживанию сельского хозяйства.

В целях быстрого доведения информации и прогнозов до потребителя разработаны специальные схемы обслуживания, которыми предусматриваются перечень выпускаемых органами гидрометеорологической службы оперативных материалов (прогнозы, информации), сроки их выпуска, наименование организации, до которых эти материалы доводятся, способы доведения оперативных материалов до организации (радио, телеграф, почтовые донесения, нарочным и др.).

Большое значение придается учету эффективности всех видов обслуживания. Значительную конкретность такой учет эффективности получил в деле предупреждения об ожидающемся заморозке.

Большая эффективность агрометеорологического обслуживания достигается в том случае, если агрометеоролог хорошо знает

конкретные запросы организаций, если он проявляет заботу о своевременном доведении информации и прогнозов до организаций и помогает последним использовать метеорологические и агрометеорологические материалы в их повседневной практической деятельности.

В последующих параграфах этого раздела дается описание основных форм и методов агрометеорологического обслуживания, с которыми наиболее часто приходится встречаться агрометеорологу в его практической работе.

#### **§ 50. Форма и содержание декадного агрометеорологического бюллетеня и других видов информации**

Среди принятых в гидрометеорологической службе форм агрометеорологической информации основной, ведущей формой является информация в виде декадного агрометеорологического бюллетеня.

Центральное место в бюллетене занимает обзор с оценкой условий погоды в отношении роста и развития сельскохозяйственных культур и производства полевых работ, заканчивающийся рекомендацией некоторых агротехнических мероприятий, диктуемых условиями погоды и состоянием посевов.

Типовое содержание бюллетеня предусматривает следующие разделы:

- 1) общую характеристику метеорологических условий за истекшую декаду;
- 2) агрометеорологический обзор;
- 3) отдельные специализированные обзоры;
- 4) гидрологический обзор;
- 5) таблицы с метеорологическими и агрометеорологическими данными;
- 6) картограммы.

Составление декадного бюллетеня начинается немедленно по получении телеграфных донесений и проходит следующие этапы:

- 1) расшифровку телеграмм и разноску метеорологических и фенологических данных по журналам;
- 2) подготовку картограмм, таблиц и других вспомогательных материалов;

3) составление текстовой части (обзора);

4) оформление бюллетеня и отсылка его потребителям.

Расшифровка телеграмм и разноска сведений по журналам является чисто технической работой, которая тем не менее требует от исполнителя большого практического навыка, так как должна проводиться очень быстро и без ошибок.

После окончания разноски сведений по журналам техник составляет рабочие карты по отдельным элементам погоды. В зависимости от времени года, характера погоды и особенности обслуживаемой территории состав карт различен.

Во все сезоны года рекомендуется составление рабочих карт по средней, максимальной и минимальной температуре и осадкам. Летом к этим картам добавляются карты по фазам развития и оценке состояния культур, по характеристике запасов влаги в почве, по температуре пахотного горизонта почвы и др. Зимой составляются дополнительно карты по снежному покрову, по распространению ледяной корки, по результатам проб на отращивание озимых культур в период перезимовки и др.

Из этого большого числа рабочих карт только 2—3 карты входят в состав бюллетеня в качестве приложения, остальные служат вспомогательным материалом для анализа.

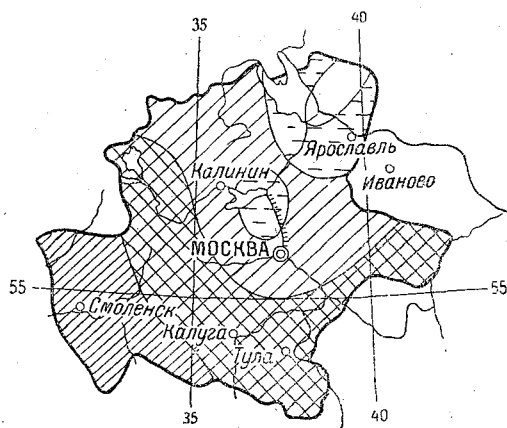


Рис. 36. Образец карты осадков.

Карты с нанесенными данными проверяются специалистом и после выбраковки сомнительных величин поступают на обработку, которая заключается в проведении изолиний (изотерм, изогет и т. д.).

В соответствии с масштабом карты определяется величина интервала между градациями изолиний. На небольших картах интервал выбирается такой, чтобы на одной карте разместилось не более 4—6 изолиний. Загущенность изолиний ухудшает наглядность карты.

Наибольшую трудность представляет обработка карты осадков, так как зачастую распределение последних по территории бывает весьма пестрым. Изолинии проводятся на этих картах так, чтобы были выделены зоны, где осадки отсутствовали, где их количество не превышало 1—5, 6—10, 11—20, 21—30 и 31—50 мм и, наконец, где сумма осадков была более 50 мм.

При обработке карт необходимо следить, чтобы линии были плавными, не имели изломов, следовали без пропусков по принятой шкале градаций и не пересекались между собой. При соблюдении этих условий карта получает нормальный вид (рис. 36).

В целях большей наглядности карты по некоторым элементам заштриховываются или раскрашиваются. Для осадков общепринятой штриховкой можно считать ту, которая показана на рис. 37.

В некоторых случаях для удобства анализа прибегают к способу совмещения двух карт. Например, в зимний период года прибегают к наложению на карту снежного покрова изолиний минимальной температуры, чтобы установить район, где угроза повреждения озимых была наиболее велика.

Наряду с картами вспомогательным материалом к анализу служат таблицы отклонений температуры и осадков от нормы, графики хода средних суточных температур, графики динамики влажности почвы и др.

Отклонения температуры от нормы вычисляются в абсолютных единицах, причем положительные отклонения (температура выше нормы) ставятся со знаком плюс, а отрицательные (температура ниже нормы) — со знаком минус. Отклонения осадков от средней многолетней величины показываются либо в абсолютных величинах, либо в процентах. Так, если за декаду выпало 48 мм осадков при средней многолетней сумме 60 мм, это значит, что осадки были меньше нормы на 12 мм, и что недобор осадков за декаду был равен 20%. При

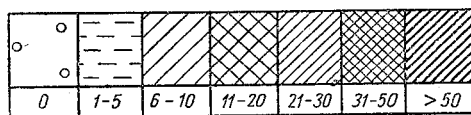


Рис. 37. Шкала осадков в миллиметрах.

отсутствии нормы осадков за декаду, отклонения вычисляются в процентах от среднего многолетнего количества за месяц.

Сопоставление данных за истекшую декаду сравнительно с предыдущей может делаться по любым элементам погоды, но, безусловно, обязательно по тем из них, которые сообщаются нарастающим итогом. Например, чтобы судить, в какую сторону изменилась за декаду высота снежного покрова (увеличилась или уменьшилась и насколько), необходимо вычислить разность в высотах снежного покрова на конец текущей и прошлой декады и соответствующие данные нанести на карту.

Некоторые необходимые для анализа сведения могут быть получены только после известной обработки присланных со станций донесений. К такого рода сведениям относятся в первую очередь данные по запасам влаги в почве, по запасам воды в снеге, по испарению и некоторые другие. Способы обработки были указаны в предыдущих разделах.

При наличии подготовленных карт, таблиц и всего прочего вспомогательного материала специалист-агрометеоролог приступает к анализу и подготовке текстовой части бюллетеня, т. е. к составлению обзора.

В первом разделе дается краткая общая характеристика метеорологических условий за истекшую декаду. В простой,

общедоступной форме излагается здесь схема синоптических положений, обусловивших преобладание того или иного типа погоды, отмечается аномальность в ходе метеорологических условий и указываются основные, наиболее четко выраженные особенности погоды данной декады, имеющие ту или иную практическую значимость в сельском хозяйстве.

Во втором разделе бюллетеня (агрометеорологический обзор) дается отдельно характеристика теплового режима, влажности воздуха, увлажнения, снежного покрова, а также обзор с анализом метеорологических условий в отношении роста, развития и состояния культур.

В качестве элемента, дающего общее, суммарное представление о тепловом режиме, берется средняя температура воздуха за декаду (абсолютная величина, отклонение от нормы, изменения сравнительно с предыдущей декадой). Абсолютное значение температуры позволяет оценить, в какой степени температура в период вегетации была благоприятна для роста и развития растений, сопоставление температуры истекшей и предыдущей декады дает представление об изменениях погоды в сторону потепления или похолодания, сравнение с нормой указывает на степень аномальности.

Во многих случаях, наряду со средней температурой, в обзоре приводятся данные об экстремальных (предельных) значениях температуры. В зимнее время обязательно указание на повышение максимальных температур выше  $0^{\circ}$  и на снижение минимальных до  $-20$ ,  $-30^{\circ}$  и ниже. С первым связано наступление оттепели, ухудшение условий закаливания озимых, скопление воды в пониженных местах рельефа и образование ледяной корки. С наличием сильных морозов связана угроза повреждения зимующих культур, многолетних трав и плодовых насаждений.

В летний период обязательно указание на высокие температуры порядка  $25-35^{\circ}$  и выше, вызывающие угнетение растений, а также на падение температуры ниже  $0^{\circ}$ , свидетельствующее о наличии заморозков. В характеристике заморозков указывается их распределение по территории, интенсивность и продолжительность.

Характеристика температурного режима почвы дается весной, когда устанавливаются сроки полевых работ и сева яровых и особенно теплолюбивых культур. В зимнее время рассматривается вопрос о температуре на глубине узла кущения, что имеет большое значение в связи с определением условий перезимовки озимых культур.

Для характеристики степени насыщенности воздуха водяным паром в качестве суммарного показателя берется средняя за декаду относительная влажность воздуха, которая с некоторым приближением позволяет судить об условиях испаряемости. В период ясно выраженной засушливости к характеристике влажности воздуха привлекаются данные о числе дней с низкой отно-

сительной влажностью воздуха (в 13 часов) и данные о числе дней с суховейными явлениями.

В обзоре об условиях увлажнения прежде всего анализируется вопрос об осадках (абсолютная величина, отклонение от нормы, распределение по территории). Наряду с суммарным количеством дается характеристика интенсивности осадков. Для указанной цели используется материал о числе дождливых дней, о суточном максимуме осадков за декаду, о характере осадков (ливневые, обложные и т. д.).

За характеристикой осадков следует обзор увлажнения почвы. Здесь приводятся данные о запасах продуктивной влаги в почве, причем в период до кущения подробно характеризуются запасы влаги в почве на глубине пахотного горизонта, в период кущения — выход в трубку — на глубине 0,50 см, а в периоде колошения делается анализ запасов влаги во всем метровом слое почвы.

Помимо указания на абсолютное значение запасов влаги в почве, дается характеристика их изменения сравнительно с предыдущей декадой. Для большей наглядности расчет запасов влаги часто делается не в миллиметрах водного столба, а в кубометрах на 1 га, принимая, что 1 мм равен приблизительно 10 м<sup>3</sup> на 1 га. В тех случаях, когда есть предположение об избыточности влаги в почве, в качестве показателя увлажнения берется процентное отношение воды в почве к запасам воды, соответствующим полевой влагоемкости.

В зимнее время обзор условий увлажнения заменяется характеристикой условий залегания снежного покрова. В обзоре сообщаются данные о распределении снежного покрова по территории, об изменениях его сравнительно с прошлой декадой, об отклонениях высоты снежного покрова от нормы, о плотности снега, а в конце зимы — о запасах воды и снега. Тут же сообщаются сведения о глубине промерзания (или оттаивания) почвы, о наличии ледяной корки, с указанием вида корки, о районе распространения и толщине.

Вслед за характеристикой условий увлажнения (или условий залегания снежного покрова) дается обозрение тех элементов погоды, которые не входят в основной перечень элементов, анализируемых систематически из декады в декаду (облачность, ветер, состояние поверхности почвы и т. д.).

Основной частью агрометеорологического обзора является общий анализ условий погоды в отношении роста, развития и состояния культур, а также в отношении производства полевых работ.

Приступая к этой части обзора, агрометеоролог должен иметь четкое представление обо всем комплексе предшествующих условий, так как только в этом случае он может правильно оценить сложившуюся обстановку и дать полезную рекомендацию к осуществлению тех или иных агромероприятий, диктуемых

условиями погоды и состоянием посевов. Содержание этой части раздела целиком зависит от времени года, условий погоды, состояния посевов и хода полевых работ.

Ранней весной внимание концентрируется на определении степени благоприятствования условий погоды и увлажнения почвы производству полевых работ, севу ранних яровых, росту и развитию озимых культур и многолетних трав. С этой целью анализируется вопрос о темпах нарастания тепла, о скорости и характере снеготаяния, о влагонасыщенности почвы, о темпах разморзания и просыхания почвы; попутно отмечаются случаи скопления на озимых полях талых вод, прохождение ливней, повлекших за собой образование почвенной корки, наличие сильных ветров, пыльных бурь и т. д.

Позже дается характеристика метеорологических условий в отношении посева теплолюбивых культур и в связи с этим подробно анализируется вопрос о температуре почвы на глубине заделки семян. В случае если имели место заморозки, характеризуется их действие на различные культуры. Одновременно дается оценка условий погоды в отношении изменения кормовой ценности пастбищ и луговых угодий.

С установлением теплой погоды центр тяжести в содержании обзора переносится на оценку условий погоды и влажности почвы в отношении роста, развития и состояния культур. Анализ ведется отдельно по каждой культуре и в первую очередь по тем культурам, которые для данного района считаются ведущими. Центральным пунктом анализа является определение степени теплообеспеченности и влагообеспеченности растений, а также характеристика неблагоприятных явлений, наносящих травматическое повреждение культурам.

В период созревания культур в обзоре сообщается об условиях погоды в отношении уборочных работ. Особо тщательно анализируются условия работы сельскохозяйственных машин. Для анализа привлекаются материалы об осадках и числе дней с осадками 10, 5 и 1 мм. В период уборки картофеля и корнеплодов обращается внимание на заморозки и степень насыщения почвы влагой.

В период сева озимых культур рассматриваются запасы влаги в почве на паровых полях и дается характеристика метеорологических условий роста и развития всходов.

В переходный к зиме период обращается внимание на метеорологические условия подъема зяби, производства подзимнего сева подсолнечника, кок-сагыза и других культур, характеризуется состояние озимых перед уходом под снег.

В зимний период концентрируется внимание на условиях перезимовки культур. Для этой цели учитываются условия залегания снежного покрова, ход температуры на глубине узла кущения, данные по результатам отращивания озимых культур и многолетних трав и данные о глубине промерзания почвы и



распространению ледяной корки. Здесь же анализируется вопрос о степени благоприятствования погоды работам по снегозадержанию.

В бюллетенях тех управлений гидрометеорологической службы, которые проводят специализированное обслуживание отдельных отраслей сельского хозяйства, помещаются специализированные обзоры. Сюда относятся обзоры с характеристикой агрометеорологических условий в районах отгонного животноводства, обзоры с характеристикой влияния погоды на рост и развитие древесной и кустарниковой растительности в лесных полезащитных полосах, обзоры по характеристике агрометеорологических условий субтропических культур, льна, сахарной свеклы и т. д. Эти специализированные обзоры отличаются от обычных тем, что в них более подробно дается анализ тех элементов погоды, которые являются наиболее существенными для данной специализированной группы культур.

Следующим разделом бюллетеня являются гидрологические обзоры. Они, безусловно, обязательны для районов орошаемого земледелия, так как содержат характеристику водоносности рек и водообеспеченности различных оросительных систем.

В качестве приложения к бюллетеням даются таблицы с метеорологическими и фенологическими данными и картограммы. Содержание таблиц меняется по сезонам сельскохозяйственного года. В течение круглого года в таблицах помещаются данные по следующим элементам погоды: средней температуре за декаду, отклонению средней температуры от нормы, максимальной и минимальной температуре за декаду и отклонению суммы осадков от нормы за декаду. В летний период к этому перечню табличных данных добавляется целый ряд других, например число дней с осадками, влажность воздуха, число ясных и пасмурных дней, минимальная температура на поверхности почвы, температура на глубине 10 см, число дней с сильным ветром и пр.

Отдельно составляются таблицы с данными о влажности почвы и запасах продуктивной влаги, а также фенологические сведения с указанием по основным культурам фазы развития и балловой оценке состояния. В холодный период года даются сведения о высоте и характере залегания снежного покрова, глубине промерзания почвы, температуре на глубине узла кущения, числе дней с оттепелью, данные о результатах отращивания культур и некоторые другие. Набор карт, входящих в состав декадного бюллетеня, также меняется. Даются только такие карты, которые представляют наибольший интерес в данную декаду (например карта осадков за декаду, карта запасов влаги в почве, карта минимальной температуры и т. д.).

Указанное типовое содержание бюллетеня иногда пополняется необязательными материалами. В этом отношении интересен опыт Ленинградского управления гидрометеорологической службы, где, по инициативе В. А. Ярошевского, в декадных бюллетене-

нях за 1947 г. давались так называемые агроклиматические справки за текущий месяц. В справке приводилась характеристика среднего многолетнего режима погоды за каждый месяц, указывалась вероятность возникновения тех или иных неблагоприятных явлений погоды и пр.

Весь комплекс материалов, входящий в состав декадного агрометеорологического бюллетеня, брошируется и отдельными экземплярами направляется по установленным адресатам. Чем больше будет сокращен срок от последнего дня анализируемой декады до дня получения бюллетеня потребителем, тем оперативнее и действеннее будет информация.

#### § 51. Анализ темпов развития весны и сезонные явления

В горячую пору весенних полевых работ часто возникает необходимость определить скорость разворачивания весны, т. е. установить, насколько весна является ранней или поздней, дружной или затяжной. Прямыми показателями хода весны служат: снеготаяние с постепенным освобождением полей от снега, устойчивое возобновление вегетации озимых культур, многолетних трав и древесной растительности, просыхание почвы, вскрытие рек, прилет птиц и другие сезонные явления.

Регулярная регистрация сроков наступления сезонных явлений составляет основное содержание общих фенологических наблюдений. Проводимые в течение ряда лет такие наблюдения позволяют рассчитать средние многолетние даты наступления сезонных явлений и иметь календарь природы.

Идея составления таких календарей возникла очень давно, и в настоящее время для многих крупных географических районов имеется свой календарь природы. В качестве примера приводим в сокращенном виде календарь природы средней полосы Европейской территории СССР, составленный преимущественно применительно к району г. Москвы Н. С. Щербиновским (табл. 25).

Имея подобного рода календарь и сопоставляя с приведенными в нем средними многолетними сроками фактические даты наступления сезонных явлений в анализируемом году, не трудно установить для одного пункта, насколько текущая весна идет с опережением или запозданием против обычного.

Отклонения фактических сроков наступления сезонных явлений от среднего многолетнего (нормы) называется феноаномалией. Феноаномалии могут быть отрицательными (когда явление опережает нормальные сроки) и положительными (когда запаздывают).

Систематические наблюдения над одними и теми же объектами в различных географических пунктах позволяют установить скорость прохождения этих явлений в широтном и долготном направлениях и определить величину фенологических градиентов.

Календарь природы  
(для района г. Москвы)

Таблица 25

| Явления природы  | Много-<br>летняя<br>средняя<br>дата | Колебания в сроках |                  |
|--|-------------------------------------|--------------------|------------------|
|  |                                     | самый<br>ранний    | самый<br>поздний |
| Появление первых проталин . . . . .                    | 18/III                              | 3/II               | 11/IV            |
| Прилет первых грачей . . . . .                         | 19                                  | 7/III              | 31/III           |
| Прилет скворцов . . . . .                              | 30                                  | 7                  | 15/IV            |
| Начало движения сока у березы . . . . .                | 4/IV                                | 24                 | 18               |
| Преращение санного пути . . . . .                      | 9                                   | 25                 | 28               |
| Прилет журавлей . . . . .                              | 11                                  | 25                 | 17               |
| Вскрытие Москвы-реки . . . . .                         | 12                                  | 12                 | 1/V              |
| Зацветание „пыление“ ольхи . . . . .                   | 22                                  | 5/IV               | 7                |
| Зацветание орешника-лещины . . . . .                   | 25                                  | 6                  | 14               |
| Зацветание березы . . . . .                            | 9/V                                 | 22                 | 23               |
| Зацветание крыжовника . . . . .                        | 17                                  | 25                 | 2/VI             |
| Зацветание черемухи . . . . .                          | 18                                  | 4/V                | 4                |
| Зацветание клена . . . . .                             | 20                                  | 2                  | 7                |
| Зацветание груши . . . . .                             | 21                                  | 5                  | 4                |
| Зацветание вишни . . . . .                             | 22                                  | 6                  | 5                |
| Зацветание дуба . . . . .                              | 23                                  | 5                  | 10               |
| Зацветание яблони . . . . .                            | 24                                  | 6                  | 6                |
| Цветение желтой акации . . . . .                       | 25/V                                | 7/V                | 11/VI            |
| Цветение сирени . . . . .                              | 27                                  | 8                  | 14               |
| Колошение ржи . . . . .                                | 1/VI                                | 15                 | 12               |
| Цветение малины . . . . .                              | 12                                  | 23                 | 1/VII            |
| Зацветание ржи . . . . .                               | 16                                  | 25                 | 3                |
| Начало сенокоса . . . . .                              | 1/VII                               | 18/VI              | 13               |
| Зацветание липы . . . . .                              | 13                                  | 15                 | 30               |
| Начало листопада . . . . .                             | 26/VIII                             | 1/VIII             | 17/IX            |
| Пролет журавлей . . . . .                              | 27/IX                               | 14                 | 2/X              |
| Первый день со снегом . . . . .                        | 12/X                                | 17/IX              | 7/XI             |
| Замерзание Москвы-реки . . . . .                       | 18/XI                               | 23/X               | 30/XII           |
| Установление постоянного снежного<br>покрова . . . . . | 23                                  | 26                 | 24               |

На рис. 38 даны линии (изофены), соединяющие пункты, где зацветание черемухи наблюдалось в один и тот же день.

Установлено, что в равнинных условиях центральных областей Европейской территории СССР по мере продвижения к северу сроки весеннего зацветания многих растений запаздывают на 2 дня на каждый градус широты, т. е. на 110 км. Это значит, что весна идет с юга на север со средней скоростью около 50 км в сутки. Установлено также, что с повышением местности на каждые 100 м сезонное развитие природы задерживается на 2,5—3 суток.

Удобство анализа темпов развития весны непосредственно по регистрации сроков наступления сезонных явлений и по сопоста-

Влению их со средними многолетними сроками в значительной мере осложняется, когда приходится анализировать ход весны на большой территории. Это осложнение вызывается, с одной стороны, тем, что трудно найти для всего этапа весны и для различных географических зон одинаковые феноиндикаторы, а с другой стороны, тем, что далеко не для всех пунктов разработаны средние многолетние сроки наступления сезонных явлений, а если и

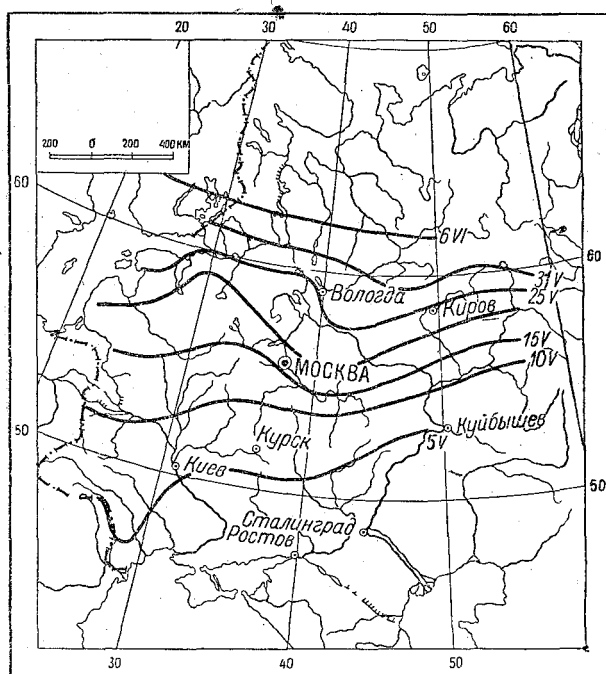


Рис. 38. Схема последовательного зацветания черемухи (по Н. С. Щербиновскому).

разработаны, то по разнородному материалу и по неоднотипной методике. Это обстоятельство вынудило искать другие пути анализа темпов развития весны, которые были бы более универсальны. В настоящее время имеются три способа такого анализа.

Первый способ базируется на определении дат устойчивого перехода средней суточной температуры через  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  и  $10^{\circ}$ . Устойчивый переход через  $0^{\circ}$  условно принимается за начало весны, а переход через  $10^{\circ}$  — за конец весны. Период от перехода через  $0^{\circ}$  до перехода через  $5^{\circ}$  характеризует продолжительность первого этапа весны, а период от перехода через  $5^{\circ}$  до перехода через  $10^{\circ}$  — продолжительность второго этапа весны. Путем сопоставления фактической даты перехода температуры через  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$

и  $10^{\circ}$  в данном году с аналогичными данными в среднем за много лет устанавливается аномальность в ходе весны.

Второй способ выражения хода весны, предложенный Г. З. Венцкевичем, заключается в составлении графика нарастания сумм положительных температур. Техника построения графика очень проста. По оси абсцисс отмечается точка первого перехода температуры через  $0^{\circ}$ . Затем подсчитывается сумма положительных (выше  $0^{\circ}$ ) температур за пятидневку. Отрицательные температуры в расчет не принимаются. Далее к сумме за первую пятидневку прибавляется сумма положительных температур за вторую пятидневку и т. д. Кривая непрерывно поднимается вверх, а в пятидневки, когда все дни были с отрицательной температурой, идет параллельно оси абсцисс, но никогда не опускается.

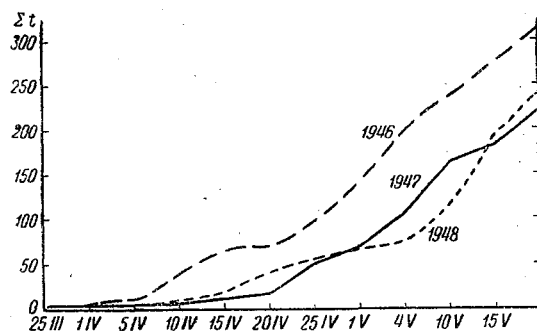


Рис. 39. Кривые хода весны по Новосибирску.

Наложение на один график кривых за несколько лет дает ясное представление о ходе нарастания тепла за каждую весну и позволяет установить относительный характер весны сравнительно с другими веснами. Из аналогичного графика (рис. 39) видно, что весна 1946 г. была значительно теплее, чем две другие весны. На тех же кривых условными обозначениями показывается время схода снега, просыхания почвы и даты наступления других сезонных явлений. Еще более показательным такой график становится в тех случаях, когда на нем даны кривые не только отдельных весен, но и кривая, выведенная на основании многолетних средних данных (кривая нормальной весны).

Недостатком этого способа является то, что накопление сумм положительных температур не связывается с наступлением тех или иных феноявлений.

Третий способ отображения хода весны предложен А. А. Шиголевым. Он основан на вычислении сумм эффективных температур. Под термином эффективные температуры А. А. Шиголев, как указывалось выше (см. § 6), понимает положительные среднесуточные температуры выше  $5^{\circ}$  за вычетом  $5^{\circ}$ . Таким образом, если наблюдаемая средняя суточная температура со-

ставляла  $6,8^{\circ}$ , то соответственная ей эффективная температура равна  $6,8 - 5,0 = 1,8^{\circ}$ . Температуры ниже  $5^{\circ}$  при этом методе в расчет не принимаются. Прибавляя после перехода температуры через  $5^{\circ}$  день за днем эффективную температуру, получаем сумму эффективных температур за 2, 5, 10 и большее число дней.

Основным в этом методе является то, что наступление целого ряда феноявлений довольно тесно увязывается с накоплением определенных сумм эффективных температур. По мнению А. А. Шиголева, температура около  $5^{\circ}$  является тем пределом, от которого начинается развитие (весенняя вегетация) многих видов древесных пород, произрастающих на широком пространстве СССР, а суммы эффективных температур достаточно отчетливо отображают зависимость темпов прохождения фаз развития растений от теплового напряжения среды. Эта связь выражается уравнением гиперболы

$$n = \frac{\Sigma t_{эф}}{T - 5},$$

где  $n$  — продолжительность периода от начала вегетации данного древесного растения до наступления какой-либо его фазы развития (например, цветения),  $\Sigma t_{эф}$  — сумма эффективных температур, с которой связано наступление данной фазы развития, а  $T$  — средняя температура за тот же период.

Таблица 26  
Суммы эффективных температур  
от начала вегетации до зацветания

| Культура   | $\Sigma t_{эф}$ |
|--|-----------------|
| Красная верба . . . . .                                      | 16°             |
| Ива бредина . . . . .  | 32              |
| Бородавчатая береза . . . . .                                | 70              |
| Клен . . . . .   | 75              |
| Абрикос . . . . .  | 88              |
| Черемуха и некоторые сорта сливы,<br>вишни и груши . . . . . | 125             |
| Яблоня . . . . .   | 185             |
| Лидовая сирень . . . . .                                     | 202             |
| Дуб . . . . .  | 210             |
| Сирень . . . . .   | 231             |
| Рябина . . . . .   | 235             |
| Белая акация . . . . .                                       | 374             |
| Липа мелколистная . . . . .                                  | 680             |

В табл. 26 приводятся константы сумм эффективных температур  $\Sigma t_{эф}$ , найденные А. А. Шиголевым для фазы зацветания некоторых пород древесной растительности.

Таким образом, накопление суммы эффективных температур в  $70^{\circ}$  соответствует времени зацветания бородавчатой березы, на-

копление 202° — зацветанию сирени и т. д. Эта связь установлена не для одной географической зоны, а для всей территории СССР.

Для определения аномальности в ходе весны по способу А. А. Шиголева надо иметь выведенный за много лет средний ход накопления суммы эффективных температур (норму) по каждому пункту в отдельности. Тогда, ведя подсчет суммы эффективных температур с первого дня перехода через 5°, можно на любой день сравнить величину накопленной суммы температур с суммой температур, соответствующей нормальному ходу весны, на ту или иную дату и установить в днях величину отклонения.

#### § 52. Прогноз сроков наступления фаз развития сельскохозяйственных культур

Для оценки ожидаемых условий погоды в отношении их благоприятствования процессу формирования урожая необходимо заблаговременно знать, какие фазы развития будут пройдены растением за тот или иной отрезок времени и в какие даты они наступят. В некоторых случаях такой прогноз имеет и самостоятельное значение. Так, прогнозирование даты наступления восковой спелости зерновых культур используется при планировании сроков уборочных работ, прогноз зацветания плодовых насаждений используется в мероприятиях по уходу за садом и в борьбе с заморозками, прогноз срока наступления фазы колошения злаков на естественных сенокосах — в мероприятиях по сеноуборке и т. д.

Прогноз сроков наступления фаз развития с той или иной заблаговременностью сводится к определению ожидаемой продолжительности межфазных периодов. В наиболее элементарном виде, но в то же время и с наибольшей погрешностью, прогноз наступления фаз развития может быть дан на основе учета средней многолетней продолжительности межфазных периодов. Наибольшая возможная ошибка в таком прогнозе равна разности между наибольшей (или наименьшей) возможной продолжительностью данного периода и средней его величиной.

Техника прогноза по этому способу (способу средних интервалов) весьма проста. К фактически наблюдаемой дате наступления последней фазы развития прибавляется число дней среднего многолетнего интервала между данной фазой и прогнозируемой. Так, если дата колошения озимой ржи отмечена 15/V, а выведенный за много лет средний интервал между фазой колошения и фазой восковой спелости равен 50 дням, ожидаемая дата восковой спелости будет  $15/V + 50 \text{ дней} = 4/VII$ .

Совершенно очевидно, что этот прием, особенно в случае большой заблаговременности, весьма неточен и может применяться лишь для тех периодов, которые дают относительно малое отклонение от средней величины. Неточность этого способа объясняется прежде всего тем, что продолжительность межфазных периодов

варьирует в различные годы весьма значительно в зависимости от изменения внешних условий. В различные периоды вегетации на скорость развития могут оказывать влияние температура, влажность воздуха, длина светового дня, влажность почвы и пр. Из перечисленных факторов наибольшее значение имеет температура. Этим объясняется, что в методах прогнозирования сроков наступления фаз развития сельскохозяйственных культур наибольшее внимание уделяется именно учету температуры.

Еще в прошлом столетии при изучении вопроса о связи скорости развития растений с внешними условиями пытались исходить из положения, что продолжительность межфазных периодов и всего периода вегетации в целом находится в обратной зависимости от температуры и что продолжительности того или иного межфазного периода соответствует определенная сумма средних суточных положительных температур (т. е. температур выше 0°). Эта связь может быть изображена формулой

$$n = \frac{\Sigma t}{t},$$

где  $n$  — число дней между фазами развития,  $\Sigma t$  — сумма положительных температур, выведенная как постоянная для данного межфазного периода,  $t$  — средняя температура за данный период, при выведении которой отрицательные температуры во внимание не принимаются.

Основанный на этой связи способ прогнозирования ожидаемой даты наступления той или иной фазы развития сводится к расчету числа дней, необходимых для накопления суммы положительных температур, соответствующей прогнозируемой фазе развития. Так, если для периода выметывание — восковая спелость у овса принята, как дают некоторые исследователи, константа сумм положительных температур в 550°, то для того, чтобы определить ожидаемую дату восковой спелости, надо к фактически наблюдаемой дате колошения прибавить интервал времени, равный числу дней, необходимому для накопления суммы положительных температур в 550°.

Несмотря на свою простоту, этот метод не может быть рекомендован для практического использования. Исследования показали, что ни одна из предложенных констант сумм положительных температур не является в действительности постоянной. Так, по данным А. В. Федорова, период выметывание — восковая спелость овса может наступить и при сумме положительных температур в 400° и при сумме 675°, в зависимости от условий. Следовательно, амплитуда колебаний от средней величины составляет около 138°, что дает ошибку в днях около 7—10 в ту или иную сторону.

Большую оправдываемость имеет способ, основанный на вычислении сумм эффективных температур. Для прогнозирования



сроков наступления фаз развития по этому способу А. А. Шиго-  
левым предложена следующая формула:

$$D = D_1 + \frac{A}{t-5},$$

где  $D$  — дата наступления прогнозируемой фазы развития,  $D_1$  — дата наступления исходной фазы развития,  $A$  — постоянная величина суммы эффективных температур за определяемый межфазный период,  $t$  — ожидаемая по прогнозу погоды средняя температура.

Положительной стороной метода является наличие констант, выведенных А. А. Шиголевым за длинные ряды лет, привязанных к некоторым межфазным периодам злаковых и плодовых культур. Так, им установлены следующие константы сумм эффективных температур:

| Озимая рожь                                     |      |
|---|------|
| Выход в трубку — колошение . . . . .            | 183° |
| Колошение — цветение . . . . .                  | 144  |
| Цветение — молочная спелость . . . . .          | 225  |
| Молочная спелость — восковая спелость . . . . . | 175  |

| Озимая пшеница                                  |      |
|---|------|
| Выход в трубку — колошение . . . . .            | 330° |
| Колошение — молочная спелость . . . . .         | 230  |
| Молочная спелость — восковая спелость . . . . . | 260  |

| Яровая пшеница           |                               |                                  |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Сорт                     | Выход в трубку —<br>колошение | Колошение —<br>восковая спелость |
| Лютесценс 062 . . . . .  | 330±10°                       | 490±15°                          |
| Мильтурум 0321 . . . . . | 400                           | 450                              |

Для иллюстрации прогнозирования указанным способом приводим пример.

Озимая рожь на станции Дмитриев вышла в трубку 27/IV. По прогнозу погоды ожидаются следующие декадные температуры:

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 3-я декада апреля — 8° | 1-я декада июня — 18° |
| 1-я " мая — 12         | 2-я " " — 21          |
| 2-я " " — 11           | 3-я " " — 22          |
| 3-я " " — 13           | 1-я " июля — 20       |

Требуется определить сроки наступления фаз колошения, цветения, молочной и восковой спелости озимой ржи. Составляем расчетную таблицу.

|   | Декада и месяц |     |     |     |      |      |      |       |
|---|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
|   | 3 IV           | 1 V | 2 V | 3 V | 1 VI | 2 VI | 3 VI | 1 VII |
| Число расчетных дней . . . . .                    | 3              | 10  | 10  | 11  | 10   | 10   | 10   | 10    |
| Число расчетных дней нарастающим итогом . . . . . | 3              | 13  | 23  | 34  | 44   | 54   | 64   | 74    |
| Средняя декадная температура (в град.) . . . . .  | 8              | 12  | 11  | 13  | 18   | 21   | 22   | 20    |

|   | Декада и месяц |     |     |     |      |      |      |       |
|---|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
|   | 3 IV           | 1 V | 2 V | 3 V | 1 VI | 2 VI | 3 VI | 1 VII |
| Средняя эффективная температура за декаду (в град.) . . . . .       | 3              | 7   | 6   | 8   | 13   | 16   | 17   | 15    |
| Сумма эффективных температур за декаду (в град.)                    | 9              | 70  | 60  | 88  | 130  | 160  | 170  | 150   |
| Сумма эффективных температур нарастающим итогом (в град.) . . . . . | 9              | 79  | 139 | 272 | 357  | 517  | 687  | 837   |

По А. А. Шиголеву наступлению фазы колошения (за период от выхода в трубку) соответствует накопление суммы эффективных температур в 183°. По ходу ожидаемой температуры на 20/V за 23 дня будет накоплена сумма эффективных температур в 139°. Недобор до требуемой суммы составляет 183 — 139 = 44°. При температуре 13° потребуется еще 5 дней 44 : (13 — 5), следовательно ожидаемая дата колошения будет:

$$D_2 = 27/IV + 28 = 25/V.$$

Периоду от выхода в трубку до цветения соответствует сумма эффективных температур 327°. На 10/VI по ожидаемому ходу температуры будет накоплено 357°, т. е. на 30° больше, что при средней температуре 18° (эффективная 13°) составит 2—3 дня. Отсюда ожидаемая дата цветения — 6/VI. Аналогичным способом устанавливается ожидаемая дата молочной и восковой спелости ржи.

Работая над исследованием агрометеорологических условий развития хлопчатника, Л. Н. Бабушкин дал способ прогнозирования этой культуры, значительно отличающийся от способа эффективных температур, предложенного А. А. Шиголевым. Отличие заключается в том, что нижний предел, который у А. А. Шиголева на всем протяжении вегетации остается постоянным, у Л. Н. Бабушкина является для разных межфазных периодов различным. Кроме того, отлична и сама по себе величина нижнего предела.

В табл. 27 приводятся константы сумм температур, установленные Л. Н. Бабушкиным для различных фаз развития хлопчатника.

Оба приведенных способа прогнозирования сроков наступления фаз развития (способ А. А. Шиголева и способ Л. Н. Бабушкина) исходят из положения о ведущей роли температуры, не принимая в расчет других внешних факторов. Между тем из теории стадийного развития, разработанной Т. Д. Лысенко, известно, какое большое значение во второй стадии развития имеет свет.

Кроме того, в некоторые периоды жизни растений весьма существенное значение приобретают влажность почвы и влажность воздуха.

Все это говорит о том, что разработанные в настоящее время способы прогнозирования темпов развития растений не могут

Таблица 27

Константы к прогнозу темпов развития хлопчатника по Л. Н. Бабушкину

| Сорта  | Период до цветения |            |                | Период после цветения |               |                        |
|--|--------------------|------------|----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
|  | нижний предел      | константы  |                |                       | нижний предел | до раскрытия коробочек |
|  |                    | до всходов | до бутонизации | до цветения           |               |                        |
| Очень скороспелые (13656, 10193) . . . . .       | 10                 | 84         | 485            | 855                   | 18            | 640                    |
| Скороспелые (1306) . . . . .                     | 10                 | 84         | 485            | 900                   | 13            | 660                    |
| Среднескороспелые (182, 169) . . . . .           | 10                 | 84         | 500            | 950                   | 13            | 680                    |
| Средние поздние (Навроцкий, 508, 8517) . . . . . | 10                 | 84         | 500            | 1000                  | 13            | 705                    |
| Поздние . . . . .                                | 10                 | 84         | 500            | 1050                  | 13            | 725                    |
| Очень поздние (Египетский) . . . . .             | 10                 | 84         | 550            | 1150                  | 13            | 795                    |

быть признанными вполне совершенными и что вопрос о разработке более совершенного способа стоит на очереди дня.

Тем не менее опыт практической работы показывает, что в первом приближении рассмотренные выше способы дают удовлетворительные результаты и могут быть рекомендованы как приемы прогнозирования, применяемые для целей оперативного агрометеорологического обслуживания.

### § 53. Анализ и прогноз влагообеспеченности сельскохозяйственных культур

Информация и прогноз увлажнения почвы призваны содействовать рациональному использованию машинной техники, правильному выбору способов обработки, установлению наилучших сроков сева и эффективному проведению всех мероприятий по уходу за культурами.

В содержание прогнозов влагообеспеченности входит:

1) определение ожидаемых запасов влаги в почве к началу весенних полевых работ;

2) расчет обеспеченности запасами почвенной влаги для сельскохозяйственных культур в различные фазы развития.

При прогнозировании изменения водных запасов почвы следует помнить (о чем уже говорилось выше), что в годовом цикле изменения влажности почвы имеются два достаточно хорошо выраженных периода: 1) период накопления влаги в почве, приходящийся на холодную часть года, и 2) период расхода и умень-

шения запасов влаги в почве, совпадающий с теплой частью года, когда происходит рост и вегетация культур. В связи с этим методика прогнозирования для этих двух периодов различна.

Согласно методике, разработанной Л. А. Разумовой, прогноз влагообеспеченности на весну начинается с анализа результатов определения запасов продуктивной влаги в почве в предзимний период до промерзания почвы. Как правило, в этот период в северо-западных районах Европейской территории СССР запасы влаги составляют в пахотном слое от 60 до 90 мм, а в толще 100-сантиметрового слоя — от 200 до 260 мм. В то же самое время на юго-востоке территории запасы продуктивной влаги в пахотном горизонте не превышают 20—30 мм, а в метровом слое она содержится в количестве не более 60—100 мм.

В зимний период в северо-западных районах Европейской территории СССР, благодаря высокому увлажнению почвы, близкому стоянию грунтовых вод и наличию верховодок, происходит внутрипочвенная перекачка воды в жидком состоянии в направлении снизу вверх. В силу такой миграции воды к осенним запасам влаги присоединяется за зиму еще 40—50 мм, а в некоторые годы — 80—100 мм. В итоге к концу зимы запасы влаги в метровом слое почвы поднимаются здесь до 300—450 мм.

Ранней весной после оттаивания почвы избыток воды из почвы сбрасывается и запасы влаги уменьшаются на 50—70 и даже на 100 мм, т. е. возвращаются примерно к исходным запасам предзимнего периода.

С иными положениями мы сталкиваемся на остальной части Европейской территории СССР.

Большая часть юго-востока по характеру увлажнения относится к типу незначительного или малозначительного изменения запасов влаги зимой (0—15 мм), обусловленного пленочным или парообразным внутрипочвенным передвижением воды. Для указанных районов при глубоком стоянии грунтовых вод и устойчивой зиме прогноз влагообеспеченности на весенний период может быть дан по предложенной Л. А. Разумовой формуле

$$y = 0,11 x + 0,56 h - 20,$$

где  $y$  — изменение запасов продуктивной влаги (в миллиметрах) в метровом слое почвы за период от определения влажности почвы осенью (исходные запасы) до установления 5° средней суточной температуры весной;  $x$  — количество осадков, выпавших за период от определения влажности почвы осенью до момента составления прогноза, плюс осадки, ожидаемые по прогнозу погоды с момента составления прогноза запасов продуктивной влаги до установления температуры 5°;  $h$  — дефицит запасов влаги в метровом слое почвы осенью, определяемый в виде разности между наименьшей полевой влагоемкостью и осенними запасами влаги в почве (в миллиметрах).

В южной полосе (на Украине и Северном Кавказе), в зоне глубокого залегания грунтовых вод, при неустойчивой зиме, где почва обильно увлажняется талыми водами во время оттепелей, обогащение почвы влагой в зимний период может быть как очень сильным, так и слабым, в зависимости от характера погоды. Здесь весьма мала миграция воды из слоев, лежащих ниже метрового слоя, и довольно велика в пределах верхних слоев. Для этой зоны более пригодна формула

$$y = 0,21 x + 0,62 h - 33$$

(значения символов те же, что и в предыдущей формуле). Обе приведенные формулы должны рассматриваться как схема, которую необходимо уточнить в зависимости от местных условий и с включением дополнительных факторов, не учитываемых формулой.

В качестве показа техники использования этих формул приводим пример.

На станции Красный Кут, Саратовской области (1947 г., озимая рожь посева 1946 г.) полевая влагоемкость почвы составляла 180 мм. Поздней осенью 1946 г. (конец сентября) запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы исчислялись в количестве 71 мм. Дефицит влажности, следовательно, составлял  $180 - 71 = 109$  мм. За период от осени до перехода температуры весной через  $5^\circ$  количество осадков определено в 123 мм. Требуется дать прогноз ожидаемых запасов влаги в метровом слое почвы ко времени схода снега и возобновления роста озимых.

Подставляя в формулу  $y = 0,11 x + 0,56 h - 20$  числовые значения из приведенного примера, определяем ожидаемые изменения запасов влаги в почве от осени к весне:

$$y = 0,11 \cdot 123 + 0,56 \cdot 109 - 20 = 54,5.$$

Отсюда заключаем, что осенние запасы влаги в почве должны повыситься на 54,5 мм и в сумме составить  $71 + 54,5 = 125,5$  мм.

По фактическим данным на 18/IV 1947 г. запасы влаги в почве составляли 120 мм, т. е. были близки к прогнозируемым.

Прогноз увлажнения почвы в период вегетации культур в общем виде базируется на исходных (наличных) запасах воды в почве и расчете ожидаемого изменения их за прогнозируемый отрезок времени (разработан С. А. Вериго).

Таким образом, этот прогноз может быть выражен формулой

$$W_{\text{ож}} = W_{\text{исх}} \pm y,$$

где  $W_{\text{ож}}$  — запасы продуктивной влаги на конец прогнозируемого промежутка времени,  $W_{\text{исх}}$  — исходные запасы продуктивной влаги в почве,  $y$  — увеличение (+) или убыль (—) запасов влаги в почве.

Исходные запасы продуктивной влаги берутся из данных результатов наблюдений над влажностью почвы по той или иной культуре.

Величина  $y$  определяется по формуле С. А. Вериги, которая приведена в § 17:

$$y = At + Bp + Cw_{\text{исх}} + D,$$

где  $t$  — средняя за декаду температура воздуха,  $p$  — сумма осадков за декаду  $w_{\text{исх}}$  — запасы продуктивной влаги в начале де-

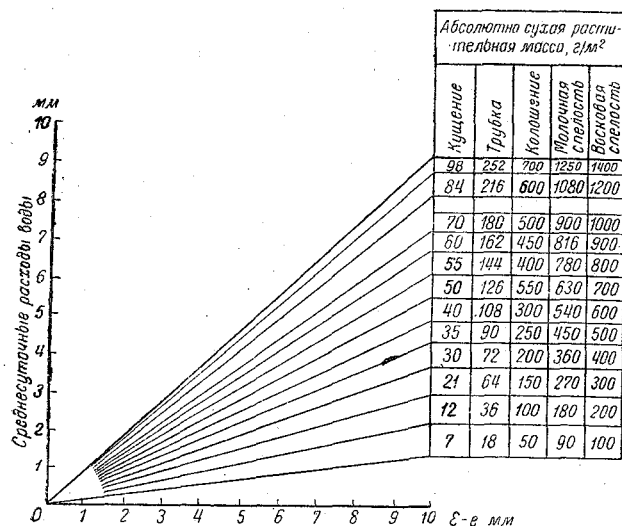


Рис. 40. Суточный расход влаги при различном среднесуточном дефиците влажности воздуха  $E - e$  и различном накоплении растительной массы в граммах на  $1 \text{ м}^2$  (по Д. И. Шашко).

кады,  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  — постоянные параметры для каждой культуры и каждой фазы развития.

Пример вычисления по этой формуле дан в главе III.

Своеобразный подход к вопросу прогнозирования условий влагообеспеченности имеется в методе Д. И. Шашко. Для того чтобы определить, на какой период может хватить имеющихся запасов продуктивной влаги в почве при условии отсутствия осадков, и рассчитать, когда может наступить водное голодание и какое дополнительное количество влаги необходимо для покрытия недостатка влаги в почве, Д. И. Шашко рекомендует пользоваться следующей формулой:

$$T = M' \Sigma (E - e)$$

при нулевом значении осадков, где  $T$  — суммарное испарение с поля, занятого посевами зерновых (яровой пшеницей),  $M'$  — вес

абсолютно сухой растительной массы в граммах на 1 м<sup>2</sup> площади,  $\Sigma(E - e)$  — сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха.

Для иллюстрации расчетов прогнозирования по методу Д. И. Шашко приводим пример.

На 18/VII яровая пшеница находится в фазе колошения при абсолютном весе сухой массы 350 г на 1 м<sup>2</sup>. Запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы (100 см) на то же число исчисляются в количестве 37 мм. По прогнозу погоды рассчитан средний суточный дефицит влажности за первую ближайшую пятидневку в количестве 3,8 мм, за вторую пятидневку — 4,9 мм, за третью пятидневку — 5,2 мм.

Определение суточного расхода воды ведется по графику (рис. 40). В первой пятидневке расход воды составляет  $2 \text{ мм} \times 5 = 10 \text{ мм}$ ; во второй пятидневке:  $2,5 \text{ мм} \times 5 = 12,5 \text{ мм}$ ; в третьей пятидневке:  $2,8 \text{ мм} \times 5 = 14 \text{ мм}$ . В сумме за три пятидневки расход составляет 36,5 мм.

Таким образом, к концу третьей пятидневки наличные запасы влаги в почве (37 мм) при условии отсутствия осадков будут полностью израсходованы.

На тех станциях, где наблюдения над приростом сухой массы не ведутся, вес абсолютно сухой массы может быть приближенно вычислен, исходя из густоты стояния и высоты роста растений, по табл. 29, приведенной в § 54.

#### § 54. Агрометеорологическая оценка условий роста и состояния сельскохозяйственных культур

Агрометеорологическая оценка условий роста и состояния сельскохозяйственных культур составляет весьма важную часть агрометеорологического обслуживания производственных и планирующих организаций.

Задача такой оценки сводится к установлению с наибольшей заблаговременностью и наибольшей полнотой характера изменений в процессе формирования урожая и состояния посевов в зависимости от хода метеорологических условий и увлажнения почвы. Особо большую актуальность эта оценка приобретает в периоды неблагоприятного сочетания условий погоды, когда возникает угроза недорода на той или иной части территории.

В элементарном виде служба предупреждения об угрозе ухудшения состояния посевов в связи с характером погоды представлена методом субъективной оценки состояния посевов по пятибалльной системе.

Каждый сигнал, полученный со станции агрометеорологической сети о снижении балловой оценки состояния посевов, является серьезным предупреждением о наличии какого-то неблагоприятного воздействия погоды на сельскохозяйственные культуры. Если такое снижение оценки распространяется на большое

число станций и концентрируется на определенной части территории, то факт наличия неблагоприятных условий погоды, вызвавших ухудшение видов на урожай, становится несомненным.

Правда, само неблагоприятное явление остается при снижении оценки завуалированным, но оно может быть всегда раскрыто путем анализа всего хода метеорологических условий и увлажнения почвы в период, предшествующий ухудшению состояния посевов. Наиболее часто таким явлением оказывается засуха, однако возможно проявление и других факторов погоды, имеющих пагубное влияние на урожай.

При использовании способа балловых оценок нельзя упускать из виду его некоторые существенные недостатки.

Первым недостатком является его субъективизм. Отсутствие точных признаков для балловой оценки приводит нередко к ошибочной характеристике состояния посевов, а отсюда к неправильным агрометеорологическим выводам.

Вторым недостатком этого способа является малая заблаговременность предупреждения о начавшемся проявлении отрицательных факторов погоды, ибо сама по себе констатация плохой оценки совершается в тот момент, когда метеорологические условия, вызвавшие ухудшение, уже оказали свое отрицательное действие, ухудшили виды на урожай, т. е. регистрируются как уже совершившийся факт.

Наконец, говоря о недостатках субъективного метода, следует отметить и то положение, что снижение балловой оценки хотя и указывает на ухудшение состояния посевов, тем не менее оставляет в тени вопрос, в чем выразилось это ухудшение, какими внешними причинами оно обусловлено и в какой мере может отразиться на последующих этапах развития.

При всех указанных недостатках, метод субъективной оценки используется агрометеорологами в широком масштабе и, как показывает опыт, дает во многих случаях удовлетворительные результаты. Особую ценность этот метод представляет для контроля выводов, получаемых другими методами, облегчая в то же время возможность проследить динамику агрометеорологических условий во времени и в пространстве.

Первая попытка дополнить метод субъективных оценок другими приемами заключалась в стремлении найти формулы регрессии, связывающие величину урожая с теми или иными величинами элементов погоды для того, чтобы, имея выведенные зависимости, использовать их при прогнозировании.

Так, по наблюдениям Херсонской станции, установлено, что зависимость урожая пшеницы (по черному пару) от осадков может быть выражена следующим уравнением регрессии:

$$y = 1,81 x \pm 0,60,$$

где  $y$  — урожай всей массы в центнерах,  $x$  — сумма осадков за сентябрь и октябрь.



Аналогичные попытки делались неоднократно, но в большинстве случаев они приводили к противоречивым результатам и успеха в практической работе не имели. Разнобойность результатов этих исследований объясняется тем, что урожай является функцией большого числа переменных, а не отдельных, вырванных из общей связи явлений. Тем не менее искание корреляционных зависимостей между урожаем и ходом метеорологических условий в свое время имело положительное значение, так как дало возможность П. И. Броуну, а позже и другим исследователям открыть так называемые «критические периоды» в жизни культурных растений.

Перспективным является стремление некоторых исследователей найти способ последовательного наложения факторов, т. е. способ учета наиболее существенных явлений погоды не за какие-либо отдельные периоды, а за весь период вегетации.

Один из таких способов предложен Н. А. Зубаревым в виде видоизмененного применительно к оперативному обслуживанию способа гидротермических коэффициентов Г. Т. Селянинова.

Под гидротермическим коэффициентом (ГТК) обычно понимают отношение общего количества осадков, выпавших за тот или иной период, к суммарной величине испарения за тот же период; следовательно,

$$\text{ГТК} = \frac{\text{осадки}}{\text{испарение}}$$

Количество осадков устанавливается по показаниям дождемеров, а испарение, в соответствии с предложенным Г. Т. Селяниновым способом, приравнивается к сумме среднесуточных температур, деленной на 10, или (игнорируя 31-м числом) к сумме средних декадных температур.

Используя гидротермический коэффициент для прогностических целей, Н. А. Зубарев исходит из следующего положения. При одинаковой агротехнике средняя многолетняя урожайность по тому или иному району является в значительной мере функцией погоды в среднем многолетнем выражении, а урожай каждого отдельного года — функцией погоды данного сельскохозяйственного года. Поэтому Н. А. Зубарев считает возможным в первом приближении принять, что урожаи (точнее говоря, агрометеорологические условия формирования урожая) относятся как гидротермические коэффициенты.

Например, если средняя многолетняя величина ГТК равна 1,3, а ГТК текущего года равен 1,1, то урожай текущего года будет сравнительно со средним многолетним составлять

$$p = \frac{1,1 - 0,3}{1,3 - 0,3} = 80\%$$

Уменьшение ГТК на величину 0,3 вводится в связи с тем, что 0,3 является нижним пределом ГТК, при котором урожай без

полива вообще не может быть. Так как, помимо условий погоды, за период вегетации существенное значение имеет весенняя влагозарядка почвы, то Н. А. Зубарев вводит соответствующую поправку: к вышеприведенному отношению ГТК прибавляется отношение величины запасов влаги в почве весной анализируемого года к аналогичным запасам влаги средним за много лет и общая сумма отношений делится на два.

В табл. 28 дана проверка способа гидротермических коэффициентов, произведенная по обработанному В. М. Обуховым многолетнему материалу Безенчукской опытной станции (за 20 лет).

Таблица 28

Образец применения способа гидротермических коэффициентов

Безенчук

Яровая пшеница

| Год  | Сумма осадков за период вегетации (в мм) | Сумма средне-декадных температур (в град.) | ГТК средний за год | ГТК в % к среднему за много лет | Фактический урожай в % к среднему за много лет |
|------|--|--|--------------------|---------------------------------|--|
| 1905 | 124                                      | 132  | 0,94               | 138                             | 116  |
| 1906 | 60                                       | 135  | 0,44               | 65                              | 70   |
| 1907 | 112                                      | 150  | 0,75               | 110                             | 111  |
| 1908 | 75                                       | 135  | 0,52               | 76                              | 65   |
| 1909 | 96                                       | 139  | 0,62               | 91                              | 118  |
| 1910 | 119                                      | 133  | 0,89               | 131                             | 159  |
| 1911 | 20                                       | 145  | 0,14               | 21                              | 26   |
| 1912 | 93                                       | 138  | 0,68               | 100                             | 129  |
| 1913 | 178                                      | 132  | 1,31               | 193                             | 108  |
| 1914 | 91                                       | 144  | 0,63               | 93                              | 116  |
| 1915 | 187                                      | 151  | 1,24               | 182                             | 188  |
| 1916 | 72                                       | 147  | 0,49               | 72                              | 85   |
| 1918 | 143                                      | 149  | 0,95               | 140                             | 124  |
| 1919 | 125                                      | 147  | 0,85               | 125                             | 108  |
| 1920 | 89                                       | 131  | 0,69               | 101                             | 100  |
| 1921 | 7  | 151  | 0,05               | 7                               | 11   |
| 1922 | 76                                       | 153  | 0,49               | 72                              | 104  |
| 1923 | 120                                      | 147  | 0,82               | 121                             | 95   |
| 1924 | 37                                       | 144  | 0,26               | 38                              | 32   |
| 1925 | 121                                      | 139  | 0,87               | 128                             | 127  |

Как показывают приведенные данные, способ гидротермических коэффициентов дает в большинстве лет вполне удовлетворительную ориентировку при сигнализации возможного недорода.

Следует, однако, иметь в виду, что и этот способ, как и другие вышерассмотренные, имеет тот существенный недостаток, что не раскрывает всей сущности влияния погоды на ростовые процессы, не выявляет закономерных связей процесса формирования урожая с ходом метеорологических условий.

Д. И. Шашко предложил другой способ агрометеорологической характеристики условий роста и состояния посевов — путем определения динамики прироста сухой растительной массы.

Величина ожидаемого прироста за прогнозируемый отрезок времени вычисляется по формуле

$$a = \frac{M \Delta n}{100},$$

где  $a$  — прирост растительной массы за межфазный период в граммах на  $1 \text{ м}^2$ ,  $M$  — исходная величина веса растительной массы в начале данного межфазного периода в граммах на  $1 \text{ м}^2$ ,  $\Delta$  — энергия роста за межфазный период (т. е. средний суточный прирост в процентах к весу растительной массы в начале межфазного периода),  $n$  — продолжительность межфазного периода.

Так как определение прироста сухой массы ведется не на всех станциях, Д. И. Шашко дает вспомогательную таблицу, по которой исходную величину веса сухой растительной массы можно косвенно определить через высоту роста и густоту стояния растений (табл. 29).

Таблица 29

Количество абсолютно сухой растительной массы яровой пшеницы в граммах на  $1 \text{ м}^2$  при разной средней высоте травостоя и густоте стояния

| Фаза развития     | Высота<br>(в см) | Число стеблей на $1 \text{ м}^2$ |     |     |     |      |      |      |      |
|-------------------|------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                   |                  | 100                              | 200 | 300 | 400 | 500  | 600  | 700  | 800  |
| Кущение           | 15               | 4                                | 8   | 10  | 13  | 15   | 17   | 19   | 21   |
|                   | 25               | 9                                | 18  | 26  | 33  | 39   | 45   | 50   | 55   |
| Выход в трубку    | 20               | 10                               | 16  | 22  | 28  | 34   | 38   | 42   | 46   |
|                   | 30               | 20                               | 32  | 46  | 58  | 72   | 82   | 92   | 102  |
|                   | 40               | 30                               | 50  | 72  | 92  | 112  | 130  | 146  | 160  |
| Колошение         | 30               | 25                               | 45  | 75  | 85  | 100  | 120  | 135  | 150  |
|                   | 50               | 60                               | 110 | 160 | 205 | 245  | 280  | 320  | 350  |
|                   | 70               | 100                              | 180 | 250 | 325 | 390  | 450  | 500  | 550  |
| Молочная спелость | 40               | 60                               | 100 | 150 | 190 | 230  | 260  | 290  | 310  |
|                   | 60               | 110                              | 195 | 285 | 365 | 440  | 510  | 575  | 630  |
|                   | 80               | 155                              | 290 | 420 | 540 | 655  | 765  | 860  | 920  |
|                   | 90               | 180                              | 340 | 490 | 630 | 760  | 890  | 1000 | 1100 |
| Восковая спелость | 50               | 90                               | 160 | 240 | 305 | 370  | 425  | 475  | 520  |
|                   | 70               | 145                              | 265 | 390 | 500 | 600  | 700  | 787  | 870  |
|                   | 90               | 200                              | 375 | 540 | 695 | 835  | 890  | 1100 | 1220 |
|                   | 100              | 230                              | 430 | 615 | 790 | 950  | 1120 | 1156 | 1395 |
|                   | 110              | 260                              | 485 | 690 | 890 | 1070 | 1260 | 1312 | 1570 |

Величина энергии роста  $\mathcal{E}$  определяется в зависимости от показателя увлажнения по табл. 30.

Таблица 30

Численное значение энергии роста  $\mathcal{E}$  яровой пшеницы за межфазные периоды  
(в процентах)

| Межфазные периоды                               | Характер и показатель увлажнения |           |                 |                   |
|---|----------------------------------|-----------|-----------------|-------------------|
|   | сухо                             | засушливо | умеренно влажно | достаточно влажно |
|   | 0,10                             | 0,11—0,25 | 0,26—0,40       | 0,41              |
| Кущение — выход в трубку . . . . .              | 12,0                             | 14,0      | 16,0            | 18,0              |
| Выход в трубку — колошение . . . . .            | 8,0                              | 9,0       | 10,0            | 11,0              |
| Колошение — молочная спелость . . . . .         | 3,3                              | 4,0       | 4,5             | 5,0               |
| Молочная спелость — восковая спелость . . . . . | 0,8                              | 0,8       | 1,0             | 1,2               |

Приводим пример прогнозирования. По фактическим данным вес сухой растительной массы яровой пшеницы в момент выхода в трубку, отмеченный 16/VI, составлял 84 г на 1 м<sup>2</sup>. По прогнозу ожидается достаточно влажная погода (показатель увлажнения 0,46). Энергия роста в период выход в трубку — колошение при таком показателе увлажнения составляет 11. Продолжительность периода трубка — колошение рассчитано в 22 дня.

Таким образом, прирост растительной массы  $a$  за период трубка — колошение составляет:

$$a = \frac{84 \cdot 11 \cdot 22}{100} = 203 \text{ г/м}^2.$$

Имея данные о приросте в среднем за несколько лет, можно установить величину отклонения и оценить агрометеорологические условия данного периода.

К существенным недоработкам способа Д. И. Шашко относится то, что, акцентируя внимание на величине прироста органической массы, он не учитывает, в какой мере тот или иной прирост, получаемый при различных условиях, может сказаться на выходе основной продукции — зерна. Этот способ имеет и другие недостатки, которые мы в данном курсе рассматривать не будем. Тем не менее привлечение к агрометеорологической оценке состояния посевов данных по приросту является, несомненно, шагом вперед, открывающим известные перспективы дальнейшего движения в этом вопросе.

Последние работы Л. Н. Филимоновой отмечают большое значение для агрометеорологической характеристики видов на урожай наблюдений над состоянием узловых корней зерновых куль-

тур в начальный период вегетации. Эти наблюдения над корнями, а также наблюдения за изменением состояния зерна в период налива могут явиться полезным дополнением для оценки условий формирования урожая. Непосредственную связь с рассматриваемым вопросом имеют также работы С. А. Вериги по разработке массовых сопряженных наблюдений над влажностью почвы и состоянием посевов. Эти разработки позволили С. А. Вериге установить зависимость оценки состояния культур от запасов продуктивной влаги в почве, дифференцированно по фазам развития.

#### § 55. Диагностика состояния озимых культур и многолетних трав в период зимнего покоя

Одним из больших и сложных разделов агрометеорологического обслуживания является информация сельскохозяйственных органов об условиях перезимовки культур и многолетних трав, диагностика их состояния в период пребывания под снегом, прогноз возможных изменений их состояния ко времени возобновления вегетации весной.

Трудность этого раздела объясняется отчасти тем, что еще не найдено надежных и простых способов определения жизнеспособности и зимостойкости культур в период зимнего покоя. Указанное обстоятельство вынуждает при анализе состояния культур в зимний период прибегать к косвенным методам и ограничиваться во многих случаях выводами общего порядка, без какого-либо количественного учета.

Так как способность растения противостоять неблагоприятным условиям среды зависит не только от интенсивности и продолжительности воздействующих факторов, но и от физиологического состояния в данный момент самого организма, то для правильного суждения об условиях перезимовки культур необходимо прежде всего знать условия их вегетации в осенний период.

Агрометеорологический анализ осеннего периода должен в конечном счете дать ответ на следующие вопросы:

1) в какой мере метеорологические условия и увлажнение почвы способствовали росту и развитию озимых различных сроков сева;

2) в какой мере ход погоды способствовал закаливанию посевов и их зимостойкости;

3) в каком состоянии посевы ушли в зиму, какова глубина залегания узла кущения;

4) в каком состоянии увлажнения и с какой глубиной промерзания находилась почва к моменту установления снежного покрова.

Следует при этом помнить, что нормальное развитие посевов ко времени прекращения вегетации достигается лишь в том

случае, если сев был произведен своевременно и с соблюдением основных требований агротехники, если тепла и влаги за весь период осенней вегетации было достаточно и если посевы не подвергались заболеванию и не были повреждены насекомыми.

При достаточной прогремости почвы всходы озимой ржи и озимой пшеницы появляются через 5—8 дней. Однако прорастание семян и появление всходов может быть задержано в силу недостатка влаги, о чем подробно излагалось в предыдущих разделах.

После появления всходов задержка в дальнейшем развитии из-за недостатка влаги в осенний период наблюдается реже, так как разрастающаяся корневая система использует влагу из более глубоких слоев почвы. В условиях достаточной влажности почвы при средних суточных температурах 10—15° требуется 25—30 дней, считая от появления всходов, чтобы озимая рожь и озимая пшеница хорошо раскустились и накопили большую вегетативную массу.

Объективными показателями хорошего состояния озимых ко времени прекращения вегетации служат: наличие на 1 м<sup>2</sup> до 300—500 растений (кустов), энергия кущения не менее 2—3, высота роста от 10 до 20 см.

Хорошее развитие посевов перед уходом под снег является одним из решающих факторов успешной перезимовки культур, но все же не единственным.

Как указывалось раньше, существенное значение в перезимовке культур имеет степень закаливания посевов, предопределяющих их зимостойкость. Поэтому при диагностике состояния посевов в зимний период необходимо иметь также определенное суждение о степени закаливания и их зимостойкости.

По И. И. Туманову озимые при хорошем закаливании во времени ухода под снег содержат растворенные углеводы (сахара) в количестве 25—35% от веса сухой массы растений. Накопление такого количества сахаров при соответствующих благоприятных условиях погоды может произойти за 5—6 дней. Для накопления сахаров и прохождения первой фазы закаливания благоприятны дни со средней суточной температурой около 6°, но не ниже 2—3°, т. е. такие дни, когда ассимиляция еще продолжается, но ростовые процессы в силу низких температур заторможены.

Так как в период, когда погода принимает благоприятный для закаливания характер, могут встречаться дни, когда происходит не накопление, а потеря ранее накопленных сахаров, то это обстоятельство необходимо иметь в виду при окончательных выводах о степени зимостойкости посевов.

Оценивая по этим признакам каждый осенний день после устойчивого перехода средней суточной температуры через 7°, можно получить в первом приближении представление об условиях прохождения первой фазы закаливания.

После учета первой фазы закаливания необходимо учесть условия прохождения второй фазы закаливания, которая осуществляется на свету или под снегом при температуре около 3—5° ниже нуля.

Так как, по данным И. И. Туманова и Ф. М. Куперман, прохождение растением стадии яровизации снижает зимостойкость, необходимо учесть и этот фактор.

Для этой цели следует определить сумму часов за весь осенний период с температурой от 2 до 8° (по срочным наблюдениям) с последующим переводом всей суммы часов на сутки.

Имея такой учет и зная что для прохождения стадии яровизации требуется для разных сортов озимых от 40 до 60 дней, можно с известным приближением рассчитать, в какой мере стадия яровизации пройдена при тех или иных фактических условиях. Следует также иметь в виду, что ослабление закаливания происходит и при длительном пребывании посевов в условиях избыточного увлажнения.

Анализ условий осенней вегетации желательо привязать к посевным площадям раннего, среднего и позднего срока сева, так как это имеет существенное значение при определении ожидаемого состояния озимых по выходе их из-под снега. Полученные выводы по анализу условий осенней вегетации должны быть сведены в таблицу и закартографированы. В таблицу включаются сведения по каждому пункту по следующим показателям: 1) фаза развития растений ко времени прекращения вегетации, 2) густота стояния, 3) кустистость, 4) оценка состояния посевов (по пятибалльной шкале), 5) оценка зимостойкости (хорошая, средняя, плохая).

Все перечисленные признаки состояния посевов при достаточном количестве точек дадут представление об исходном положении, с которого начинается перезимовка культур. Определение последующего изменения этого исходного положения составляет сущность диагноза состояния посевов в период зимнего покоя. При этом необходимо помнить, что фаза развития растений от момента прекращения вегетации осенью до момента возобновления весной, как правило, не изменяется. Переход растений в следующую фазу встречается только в южных районах и в особо теплые зимы. Густота посевов, разумея под этим термином число только здоровых растений, является основным признаком, позволяющим судить об условиях перезимовки культур, а именно в случае благоприятных условий число здоровых растений на 1 м<sup>2</sup> остается без изменения, а в случае неблагоприятных — значительно уменьшается.

Оценка состояния культур в течение зимы или сохраняется без изменения, или понижается. Снижение оценки наблюдается либо в связи с обнаружением значительного изреживания, либо в связи с регистрацией травматических повреждений части или целых органов растений.

Зимостойкость посевов от осени к весне в той или иной мере снижается, но в зависимости от характера зимы это снижение наступает раньше или позже, в большей или меньшей степени.

Учет характера изменений в степени зимостойкости растений необходим для того, чтобы иметь возможность правильно оценить наблюдающиеся в течение зимы метеорологические условия в отношении их влияния на перезимовку культур.

Большую перспективу для оценки зимостойкости имеет метод прямого промораживания растений в холодильных установках, позволяющий определить, при какой (низкой) температуре происходит на данный момент повреждение растений и, следовательно, узнать, какова степень их зимостойкости. Такой способ учета зимостойкости уже находит свое применение в некоторых управлениях гидрометеорологической службы, но широкого распространения он еще не получил в силу технической сложности его осуществления.

После замерзания почвы и укрытия озимых снегом суждение об изменении состояния озимых сравнительно с исходным можно получить на основе анализа всего хода метеорологических условий, а также на основе данных по результатам отращивания проб культур и многолетних трав, взятых в поле зимой.

При анализе условий погоды в отношении перезимовки культур в первую половину зимы основное внимание концентрируется на двух положениях: 1) на возможности снижения зимостойкости растений в результате имевших место оттепелей, 2) на вероятности повреждения культур низкими температурами в условиях бесснежья или малоснежья.

При определении вероятности повреждения растений сильными морозами в первую очередь учитывается температура на глубине узла кущения. Если наблюдения над температурой на глубине узла кущения не ведутся, то последняя определяется косвенно — по температуре воздуха и высоте снежного покрова (см. § 9).

При учете снежного покрова нельзя ограничиваться показаниями только средней высоты, выведенной из большого числа отметок снегомерной съемки. Необходимо в каждом конкретном случае, исходя из данных снегомерной съемки, дифференцировать процент площадей с различным снежным укрытием.

При отсутствии таких данных можно воспользоваться средними значениями, выведенными Н. А. Зубаревым:

|     |  |
|-----|--|
| 5%  | площади имеет снежный покров в 3 раза меньший среднего |
| 10% | " " " " " 2 " " "                                      |
| 20% | " " " " " 1,5 " " "                                    |
| 30% | " " " " " близкий к среднему                           |
| 20% | " " " " " в 1,5 раза больше среднего                   |
| 10% | " " " " " 2 " " "                                      |
| 5%  | " " " " " 3 " " "                                      |



Во вторую половину зимы, когда озимые уже укрыты надежным слоем снега и температура на глубине узла кущения не снижается до пределов, повреждающих растения, при анализе влияния метеорологических условий на перезимовку культур особое внимание обращается на возможность выпревания, повреждения от ледяной корки и на другие неблагоприятные явления, указанные в § 33.

Основными показателями, характеризующими степень угрозы выпревания, служат продолжительность залегания снежного покрова и его высота, а также сумма отрицательных средних суточных температур от первого дня установления снежного покрова. Угроза выпревания становится реальной, если снежный покров высотой 25—30 см удерживается более 130 дней и если, к тому же, снег выпал на талую почву, а зима была относительно теплой (сумма отрицательных температур меньше нормы).

Наряду с факторами, обуславливающими выпревание, необходимо учитывать угрозу повреждения растений от ледяной корки, от скопления воды в низких местах рельефа при сильных оттепелях, от резких колебаний температур и ряда других явлений, которые могут повредить посевам или создать угрозу их полной гибели.

Постепенной заменой первоначальных, исходных показателей состояния посевов теми, которые вытекают из анализа условий за тот или иной месяц, решается в конечном итоге вопрос, в каком состоянии и с какой величиной изреженности и повреждения выйдут озимые из-под снега и возобновят вегетацию с первым весенним теплом.

Результаты взятия проб на отращивание служат материалом, дополняющим сделанные в процессе анализа выводы. Следует при этом иметь в виду, что в том случае, когда пробы на отращивание дают хорошие результаты и процент гибели кустов в пробах не превышает 5—10%, можно с уверенностью полагать, что перезимовка озимых идет благополучно.

#### **§ 56. Прогноз благоприятствования погоды весенним полевым работам**

Начало весенних полевых работ приходится в различные годы на различные календарные сроки. Оно наступает раньше или позже средних многолетних сроков, в зависимости от условий погоды данного года, характера залегания снежного покрова, скорости разморзания и просыхания почвы. Полевые работы не могут начаться до тех пор, пока не сойдет с полей снег и пока почва не просохнет настолько, чтобы работа тракторов могла идти бесперебойно и давать пахоту хорошего качества.

В свою очередь, быстрота схода снежного покрова зависит от его высоты, степени его загрязненности, температуры воздуха в период снеготаяния, выпадения осадков и других факторов.



в связи с низкой температурой воздуха снеготаяние было ничтожно малым. Следует вообще заметить, что таяние снега в ночное время наблюдается сравнительно редко и происходит только в случаях, когда при пасмурной погоде суточный ход температуры относительно ровный и величина средней температуры за ночь превышает 1—4°.

При пользовании формулой необходимо иметь в виду, что экспозиция склонов и их крутизна имеют существенное значение в процессе снеготаяния, обуславливая количество поступающей в снег солнечной радиации и ветровой режим. Таяние снега в лесу происходит значительно медленнее, чем в поле, и зависит от характера самого леса.

Расчет ожидаемого срока схода снега необходимо производить на основании фактической высоты снежного покрова ко времени начала снеготаяния и температур, приводимых в прогнозе погоды. Высоту снежного покрова надо выражать в виде запаса воды в снеге (в миллиметрах).

После схода снега проходит некоторое время, пока почва освободится от избытка воды и просохнет настолько, что позволит начать полевые работы. Быстрота просыхания почвы после снеготаяния зависит от интенсивности испарения, частоты и интенсивности выпадающих осадков и ряда других факторов. Для расчета ожидаемого времени просыхания почвы необходимо знать начальное увлажнение почвы и ход метеорологических условий (в первую очередь температуру).

Способ прогнозирования времени просыхания почвы дан Б. В. Поляковым. По составленному им графику (рис. 41) можно приблизительно определить, за какое время верхний слой почвы, находящийся в состоянии максимального увлажнения (состояние жидкой грязи), просохнет.

Наиболее простой случай прогнозирования наблюдается тогда, когда отсутствуют осадки и в течение нескольких дней удерживается одного порядка температура. Так, если прогноз погоды дает на ближайшие дни температуру 15—17° без осадков, то, согласно рисунку, при указанной температуре для просыхания почвы потребуется 5—6 суток. Более сложным, а вместе с тем и менее точным становится прогноз, когда температура не остается постоянной и, кроме того, в отдельные дни выпадают дожди.

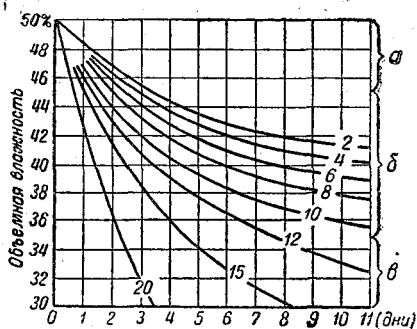


Рис. 41. Продолжительность просыхания почвы после максимального увлажнения (по Б. В. Полякову). Цифры у концов кривых означают температуру воздуха. а — жидкая грязь; б — густая грязь; в — просыхающая почва.

Для оценки значения погоды (правильнее температуры каждого дня) в отношении просыхания почвы можно воспользоваться шкалой (табл. 31), которая составлена на основании данных рис. 42.

Таблица 31

Просыхание почвы в зависимости от температуры воздуха и насыщенности почвы влагой  
(в % снижения объемной влажности почвы)

| Температура<br>(в град.) | Влажность (в %) |    |    |              |    |    |    |                 |    |    |
|--------------------------|-----------------|----|----|--------------|----|----|----|-----------------|----|----|
|                          | 50              | 48 | 46 | 44           | 42 | 40 | 38 | 36              | 34 | 32 |
|                          | Жидкая грязь    |    |    | Густая грязь |    |    |    | Просохшая почва |    |    |
| 20                       | 7               | 7  | 6  | 6            | 5  | 5  | 4  | 3               | 3  | 2  |
| 16                       | 6               | 6  | 5  | 5            | 4  | 4  | 3  | 3               | 2  | 1  |
| 12                       | 5               | 5  | 4  | 4            | 3  | 3  | 2  | 2               | 1  | 0  |
| 8                        | 4               | 4  | 3  | 3            | 2  | 2  | 1  | 1               | 0  | 0  |
| 4                        | 3               | 3  | 2  | 2            | 1  | 1  | 0  | 0               | 0  | 0  |
| 0                        | 2               | 2  | 1  | 1            | 0  | 0  | 0  | 0               | 0  | 0  |

По табл. 31 определяется, насколько процентов понизится при данной температуре объемная влажность почвы. При выпадении осадков процент объемной влажности повышается.

Б. В. Поляков принимает, что каждый миллиметр осадков повышает влажность почвы на 1%. Весь ход прогнозирования скорости просыхания почвы при меняющейся температуре и выпадении осадков виден из табл. 32.

Следует иметь в виду, что предложенный метод прогноза скорости просыхания почвы представляет собой весьма упрощенную схему, осложняющуюся в природе целым комплексом не учтенных в ней внешних факторов (солнечное сияние, ветер, влажность воздуха и др.).

При прогнозировании сроков начала полевых работ необходимо учитывать, что производительность тракторов и сельскохозяйственных машин в значительной мере меняется в зависимости от степени увлажнения почвы и состояния почвогрунтов (консистенции).

По данным Л. А. Разумовой, буксование колесного трактора колеблется в очень широких пределах в зависимости от различного увлажнения почвы.

При текучем состоянии пахотного и подпахотного горизонтов вспашка колесным трактором тяжелых почв почти невозможна. Обработка почвы в липком состоянии также весьма затруднительна, так как происходит потеря скорости на буксование от

налипания почвы на рабочие части плуга, которое ухудшает качество пахоты.

Обработка легких почв (супесей, легких и даже средних суглинков) возможна в более широких пределах увлажнения, чем тяжелых суглинков, так как липкость легких почв ничтожна.

Таблица 32

Схема прогнозирования сроков начала просыхания почвы

|  | Дни от начала просыхания почвы |    |              |    |    |    |                 |    |    |  |
|--|--------------------------------|----|--------------|----|----|----|-----------------|----|----|--|
|  | 0                              | 1  | 2            | 3  | 4  | 5  | 6               | 7  | 8  |  |
| Прогноз погоды                                 |                                |    |              |    |    |    |                 |    |    |  |
| Температура (в град.) . . . . .                | —                              | 8  | 6            | 8  | 10 | 12 | 15              | 13 | 11 |  |
| Осадки (в мм) . . . . .                        |                                |    |              |    | 3  |    |                 |    |    |  |
| Изменение % объемной влажности почвы за 1 день |                                |    |              |    |    |    |                 |    |    |  |
| Уменьшение . . . . .                           |                                | 4  | 3            | 3  | 3  | 3  | 3               | 2  | 0  |  |
| Увеличение . . . . .                           |                                |    |              |    | 3  |    |                 |    |    |  |
| Увлажнение почвы к концу дня                   |                                |    |              |    |    |    |                 |    |    |  |
| % объемной влажности                           | 47                             | 43 | 40           | 37 | 37 | 34 | 31              | 29 | 29 |  |
| Качественная характеристика                    | Жидкая грязь                   |    | Густая грязь |    |    |    | Просохшая почва |    |    |  |

Обработка почвы в пластичном состоянии обеспечивает максимальную производительность колесного трактора. Производительность же гусеничных тракторов (ЧТЗ) в значительно меньшей степени зависит от консистенции почвы. Изменение влажности минеральных и торфяных почв не оказывает заметного влияния на сцепную мощность этих тракторов.

Изменение производительности тракторов в связи с различным состоянием увлажнения почвы объясняется следующим образом.

При текучей консистенции, обусловленной наличием в почве запасов влаги сверх максимальной капиллярной влагоемкости, сцепление между частицами почвы приближается к нулю.

При липкой консистенции окруженные толстой пленкой жидкой влаги почвенные частицы слабо связаны друг с другом. При соприкосновении с металлическими частями орудий вода смачивает металл и увлекает за собой частицы почвы. Последние прилипают к колесам, отвалам, сошникам сеялок. Влажность

нижнего предела липкости у связанных почв в 2,8 раза больше их максимальной гигроскопичности.

При мягкопластичной консистенции вода связана с частицами почвы сильнее, чем с соприкасающимися при обработке металлическими частями. Поэтому вода не прилипает к металлу, а служит своеобразной смазкой. Обработка почвы ведется с максимальной производительностью и с наилучшим качеством. В сельскохозяйственной практике мягкопластичное состояние почвы принято называть «спелой почвой». Нижний предел мягкопластичного состояния почвы в среднем в 2,3 раза превышает максимальную гигроскопичность.

Твердопластичное состояние почвы характеризуется очень небольшим количеством жидкой воды в почве. Она обволакивает частицы почвы тончайшими слоями. При соприкосновении твердопластичной почвы с металлом имеющаяся в ней влага лишь в слабой степени играет роль смазки. Вследствие этого обработка такой почвы производится при значительно больших тяговых усилиях и имеет недостаточно удовлетворительное качество.

В твердое состояние почва переходит при полной потере капельно-жидкой воды, когда остается лишь гигроскопическая вода (адсорбированная) и вода единичного клина. При твердой консистенции в глинистых почвах сцепление почвенных частиц друг с другом достигает огромной силы. Обработка почвы требует больших тяговых усилий, орудия быстро снашиваются, качество работы получается исключительно низким.

#### § 57. Агрометеорологическое обслуживание животноводства

Благодаря неустанной заботе партии и правительства в колхозах и совхозах идет успешное развитие общественного животноводства, из года в год увеличивается поголовье, повышается продуктивность скота, расширяется и улучшается кормовая база. Животноводство становится одной из основных отраслей социалистического сельского хозяйства.

В связи с этим на органы гидрометеорологической службы ложится ответственная задача по организации всестороннего обслуживания животноводства путем предоставления колхозам и совхозам разнообразных материалов о климате и погоде, которые могут быть использованы в мероприятиях по увеличению поголовья скота и повышению его продуктивности.

Все факторы климата и погоды в той или иной мере отражаются на продуктивности животноводства либо в силу непосредственного воздействия их на животных, либо косвенно через воздействие на кормовую растительность пастбищ и сенокосов.

Свет действует на организм животных благотворно. В то время как темнота угнетает жизнедеятельность, обилие света придает бодрость животным, усиливает активность, улучшает обмен веществ. Особенно благоприятное влияние на организм

оказывает непосредственное воздействие солнечных лучей. Ультрафиолетовая часть этих лучей улучшает качество крови, повышает процесс роста и тканеобразования, способствует развитию костяка. Все это должно учитываться при воспитании молодняка, однако при соблюдении известной осторожности, так как сильный солнцепек и зной вредны.

Большое значение имеет свет в условиях стойлового содержания скота. Помещение, предназначенное для животных, должно иметь хорошее освещение. Затемнение помещения допускается лишь в откормочных отделениях, так как установлено, что полумрак дает лучший эффект откорма.

Температура оказывает разнообразное влияние на организм животных. Прежде всего она сказывается на коже и тех образованиях, которые с ней непосредственно связаны. Теплый климат способствует, как правило, образованию тонкой кожи, а холодный — толстой с отложением жира. Изменение теплового режима отражается также на волосяном покрове. При холоде наблюдается усиленный рост шерсти, а часто и пышное развитие подшерстка (пуха). Температура изменяет и интенсивность обмена веществ. При низких температурах обмен веществ усиливается, животные потребляют больше пищи. Сильное похолодание отражается на качестве молока: понижается его жирность.

Температурный режим скотных дворов поддерживается на уровне 10—12°. При такой температуре животные чувствуют себя хорошо и экономно расходуют корм. Резкие колебания температуры нередко вызывают простудные заболевания.

Влияние осадков и влажности воздуха сказывается главным образом на общем самочувствии животных, а иногда и на их продуктивности. Частая повторяемость осадков, их обилие, а также повышенная влажность отрицательно действует на организм животных, вызывая различные заболевания и снижение продуктивности.

Сильный ветер, особенно в холодную погоду, вызывает чрезмерное охлаждение тела животных и увеличивает потребность в кормах.

Климатом и погодой в значительной мере определяется кормовая способность пастбищ (продолжительность пастбищного периода, состав и питательность подножного корма), что в свою очередь отражается на выносливости и продуктивности сельскохозяйственных животных.

Переход от зимнего стойлового содержания животных к летнему пастбищному вносит большой перелом в жизненный режим скота.

Весенняя погода действует как непосредственно на животных, так и на кормовую растительность; недостаток зеленого корма при слишком раннем выгоне скота может стать причиной недоедания, если не производить соответствующей подкормки, особенно, когда неожиданное выпадение снега закроет траву. Не-

редко это приводит к нарушению хозяйственных расчетов и отражается на здоровье животных.

Каждый вид животных и каждая порода по-разному реагируют на различные климатические и погодные условия. Большое значение имеет при этом также возраст животного, условия воспитания и общее состояние организма.

Особое значение имеют метеорологические условия для отгонного животноводства.

Советский Союз располагает большими массивами нераспаханных земель, используемых в качестве природных кормовых угодий, пастбищ и сенокосов. Сотни тысяч гектаров таких площадей имеются в пустынных и горных районах Казахстана, Средней Азии, на Кавказе, в Прикаспийской низменности и других районах юга и юго-востока нашей страны.

Значительная доля этих пастбищ по характеру растительности и условиям климата может быть использована не только в летнее время, но и зимой. Это позволило организовать на них высокопродуктивное отгонное животноводство, при котором большую часть года или круглый год находятся на подножном корме, под открытым небом. В таких условиях успех откорма скота в значительной мере зависит от полноты использования кормовых ресурсов пастбищ, а также от того, насколько успешно удастся избежать вредного влияния на выпас неблагоприятных факторов погоды.

В дореволюционное время, когда в указанных районах хозяйство носило примитивный, кочевой характер, а перегон скота и выпас совершался неорганизованно, отрицательное действие неблагоприятных факторов климата сказывалось весьма резко. Наблюдались годы, когда неблагоприятный комплекс погоды приводил к затяжной бескормице, массовому падежу скота — стихийному бедствию, названному страшным для местного населения словом «джут». За последнее столетие по одному лишь Казахстану джут наблюдался 14 раз. Зимой 1879/1880 г. из 3,5 млн. голов скота, находившихся на выпасе, погибло около 1,5 млн.

Последний джут наблюдался в 1927—1928 гг. в Сыр-Дарьинской области, когда погибло очень много голов овец, крупного рогатого скота и лошадей.

Партия и правительство уделяют большое внимание вопросу упорядочения системы отгонного животноводства.

В результате проведенных мероприятий улучшено водоснабжение основных районов отгонного животноводства, произведено закрепление пастбищ за отдельными колхозами, гуртами, отарами и табунами, улучшено зооветеринарное обслуживание, налажено обеспечение мест зимовок скота страховыми запасами кормов, обеспечена двусторонняя радиосвязь, улучшены культурно-бытовые условия рабочих, сопровождающих скот при выпасах и перегонах.



В этой системе мероприятий по улучшению условий отгонного животноводства большое место уделено и гидрометеорологическому обслуживанию. На органы гидрометеорологической службы возложена обязанность своевременного предупреждения о всех неблагоприятных явлениях погоды, постановка агрометеорологических наблюдений над ростом, развитием и состоянием пастбищной растительности, а также агрометеорологическая оценка условий выпаса скота.

Организация агрометеорологического обслуживания отгонного животноводства строится с учетом преобладающего в данном районе типа пастбищ. По составу растительности, характеру почв и климатическим условиям различают несколько типов пастбищ.

В районах отгонного животноводства Заволжья, Северного и Западного Казахстана, а также Забайкалья распространен степной тип пастбищ. Основным видом растительности здесь являются злаковые травы (ковыль, житняк и др.). Поедаемость скотом этих трав различна в различные сезоны. Весной наблюдается бурный рост степных трав, представляющих в это время хорошего качества корм, не уступающий по питательности концентрированному корму. С конца мая умеренно теплая погода при достаточном увлажнении почвы талыми водами сменяется засушливым, жарким летом. В июне — начале июля, когда степные злаки дают семена и подсыхают, кормовая ценность пастбищ резко понижается. Вследствие недостатка питания скот перегоняется либо в пониженные места, либо в горы. Осенью травы вновь отрастают, но питательность их остается сравнительно невысокой. Зимой на этих пастбищах ложится небольшой толщины снег и выпас скота продолжается. Если осень стояла сухая и морозы наступили рано, то трава сохраняет свою питательность. Наоборот, при затяжной дождливой осени кормовая ценность пастбищ снижается. Климатические условия зимнего выпаса в степях нередко бывают суровыми. Часто наблюдаются ветры, бураны, гололедица.

Для избежания бескормицы в периоды неблагоприятных условий погоды скот обеспечивается страховым кормом и в периоды непогоды загоняется в хорошо укрытые места.

Более распространенными в районах отгонного животноводства являются пустынные и полупустынные пастбища. Большие массивы таких пастбищ располагаются в Казахстане и Средней Азии. Преобладающая растительность этих пастбищ приспособлена к условиям жаркого и крайне сухого климата (полынь, осока, кругляк, саксаул и др.).

Так же как и степные пастбища, пустынные и полупустынные пастбища характеризуются своими сезонными явлениями. С весны на этих пастбищах, как правило, наблюдаются благоприятные условия для роста быстро развивающихся растений — эфемеров. В течение очень короткого времени (1,5—2 месяца)

эфемеры проходят весь цикл развития — от прорастания до созревания семян. Большинство из них представляет высококачественный корм и хорошо поедается скотом. В мае эфемеры дают плоды и полностью засыхают. У некоторых эфемеров после засыхания остаются корневища, клубни и луковицы (например у песчаной и пустынной осоки). Исхудавшие за зиму животные при выпасе весной на пастбища, богатые эфемерами, быстро восстанавливают свою упитанность.

Из полукустарниковых форм широкое распространение в пустынных пастбищах имеют различные виды полыни. Ранней весной, особенно при отсутствии эфемеров, молодые побеги полыни хорошо поедаются животными. Летом полынь скармливается лишь тогда, когда отсутствуют другие, более ценные корма.

Вновь полынь хорошо используется поздно осенью и особенно в течение зимы, когда она является основным кормом для овец, коз и верблюдов.

На травяно-кустарниковых пастбищах и в песчаных пустынях основными видами растений, имеющих кормовую ценность, являются саксаул, акация, астрагалы, осоки и др. Саксаул дает небольшой запас кормов, но хорошо поедается в течение круглого года верблюдами, а в зимний период — овцами. Зимой однодичные веточки саксаула и его плоды образуют основную массу корма.

В горных местностях пастбища бывают различного характера в зависимости от высоты местоположения. Нижние ярусы горных массивов, по климатическим условиям близкие к равнинным пустыням, заняты в основном пастбищами кустарникового и полукустарникового типа. Эти пастбища представляют ценность главным образом весной. Выше на горных массивах расположены горностепные пастбища, сходные до некоторой степени по составу растительности с равнинными степными пастбищами. Еще выше в горах находятся богатейшие субальпийские и альпийские луга, являющиеся ценными пастбищами в летний период.

Основная задача агрометеорологического обслуживания отгонного животноводства сводится:

- 1) к информации о влиянии текущей и ожидаемой погоды на рост, развитие и состояние кормовой растительности на пастбищах;

- 2) к информации и предупреждению о вредных метеорологических явлениях, затрудняющих выпас и перегон скота и ухудшающих условия откорма животных;

- 3) к информации и прогнозу об изменениях сезонного ритма растительности на пастбищах.

В агрометеорологических информациях и прогнозах зимнего периода дается характеристика состояния кормовой растительности, анализируется вопрос о доступности для животных корма при различном укрытии растений снежным покровом, делаются

предупреждения о метелях, гололеде, снегопадах и других неблагоприятных для выпаса скота явлениях, устанавливается число невыпасных дней и характеризуются условия водопоя.

Весной освещаются метеорологические условия перегона скота на летние пастбища, характеризуется состояние пастбищной растительности, оцениваются условия погоды в отношении скота, стрижки овец и т. д.

Летом дается характеристика агрометеорологических условий роста и развития кормовой растительности, условий изменения кормовой ценности пастбищ. Особое внимание обращается на условия влагосодержания почвы, даются предупреждения о наступлении засушливых явлений (сильные ветры, пыльные бури, суховеи и пр.), а также предупреждения о сильных дождях, опасных в отношении образования селей. Отмечается время максимального нарастания кормовой массы и время засыхания трав.

В агрометеорологических информациях и прогнозах осеннего периода характеризуются условия для перегона и выпаса, условия водопоя, даются предупреждения о сроках закрытия перевалов, о возможном гололеде и других неблагоприятных явлениях погоды.

При организации агрометеорологического обслуживания учитывается, насколько то или иное пастбище используется различными группами животных. Так, полынные и солянковое пастбища хорошо используются овцами и верблюдами, но непригодны для крупного рогатого скота и лошадей. Для последних непригодны также пастбища с крутыми склонами и каменными россыпями. Мало пригодны для крупного рогатого скота пастбища с глубоким снежным покровом, потому что крупный рогатый скот не разгребает снег, а только поедает ту часть растений, которая находится над снегом.

Зимние пастбища при наличии снега значительно лучше используются овцами и козами.

Нередко зимой, даже в районах, считающихся по средним климатическим условиям благоприятными для круглогодичного выпаса скота, бывают периоды, когда неблагоприятный комплекс погоды создает большие трудности в выпасе скота, делает добычу корма для скота недоступным, а иногда и угрожает самим животным, вызывая травму ног и простудные заболевания.

Из опасных для отгонного животноводства явлений погоды можно назвать следующие:

плотный снежный покров больше 10 см или рыхлый более 20 см препятствует использованию пастбищного корма овцами и козами, затрудняет передвижение гуртов и отар;

гололед вызывает травматические повреждения скота и голодовку, так как обледеневшие кормовые растения становятся недоступными для поедания скотом;

иней и изморозь обуславливают желудочные заболевания животных, простуду;

ледяная корка затрудняет добычу корма, а находясь на поверхности или внутри снежного покрова, ранит ноги животных и затрудняет использование скотом пастбищного корма;

снежные вихри, вьюги, метели вызывают простудные заболевания и нередко прекращают полностью выпас;

продолжительные обложные дожди осенью затрудняют перегон и выпас скота;

морозы до  $-20^{\circ}$  без ветра и  $-10^{\circ}$  при сильном ветре затрудняют выпас всех видов скота, повышают потребность в корме, понижают упитанность.

В зависимости от характера пастбища, состава скота, сезона и других условий степень отрицательного влияния перечисленных опасных явлений погоды может быть выражена различно. Поэтому строгих границ показателей опасных явлений погоды установить нельзя.

#### **§ 58. Производственное обслуживание гидрометеорологической станцией ближайших колхозов и совхозов**

Помимо метеорологических и агрометеорологических наблюдений, а также информации об их результатах в вышестоящие подразделения гидрометеорологической службы, на обязанности каждой станции лежит производственное обслуживание ближайших к станции колхозов и совхозов.

Как показывает опыт передовиков гидрометеорологической службы, непосредственное обслуживание станцией колхозов и совхозов может быть весьма эффективным. Оно бывает таковым, когда работники станции ведут обслуживание не урывками, не от случая к случаю, а планомерно и систематически.

Одним из видов обслуживания является активное участие станции в составлении колхозом или совхозом производственных и рабочих планов хозяйства, в которых определяется структура севооборотов, намечаются участки под различные культуры, устанавливаются ориентировочные сроки полевых работ, взвешиваются возможности отдельных бригад и звеньев в получении высоких урожаев.

Для оказания конкретной помощи в составлении такого плана станция должна располагать материалом, характеризующим основные агроклиматические и микроклиматические особенности территории. Источником к накоплению такого материала служат указания, имеющиеся в литературе (справочники, описания климата и пр.), результаты собственных наблюдений станций, а по некоторым вопросам и устные показания местных краеведов и любителей природы.

Весь собранный материал должен быть предварительно систематизирован и обработан. Правильное использование этого материала может ориентировать хозяйство на лучшее расположение культур по участкам, на правильный выбор сроков сева и

на рациональное использование имеющихся в хозяйстве орудий производства.

Нельзя думать, что подобный материал может быть собран в короткий срок. Он подбирается в течение большого промежутка времени, постепенно обогащаясь все новыми и новыми данными. Важно, чтобы сведения о климате и микроклимате постепенно накапливались и систематизировались.

Весь собранный материал должен быть по возможности сведен в таблицы, графики и картограммы. В конечном итоге должен быть сформирован альбом, наглядно иллюстрирующий все особенности климата и микроклимата территории обслуживаемых хозяйств.

Некоторый минимум метеорологических сведений может быть получен из обычных климатических справочников. Этот минимум включает следующие сведения: среднюю температуру воздуха по месяцам, среднюю температуру почвы на различных глубинах, даты перехода температуры через различные пределы (0, 5, 10° и т. д.), число дней с различными по уровню температурами, среднюю относительную влажность воздуха по месяцам, высоту снежного покрова, даты последнего и первого осеннего заморозка, число ясных и пасмурных дней, сумму осадков по месяцам и за год, число дней с осадками различной интенсивности, повторяемость различных направлений ветра, глубину промерзания почвы и некоторые другие данные.

Значительное пополнение материала, характеризующего климат местности, может дать выборка и обработка материала самой станции. Особый производственный интерес представляет сопоставление хода метеорологических условий отдельных лет со средним многолетним. Такое сопоставление позволит выявить вероятность и повторяемость отдельных явлений, крайние величины и крайние даты их наступления.

Обычные климатические показатели могут постепенно дополняться специально агроклиматическими показателями, более подробно о которых излагается в следующем разделе данного курса.

Однако одной общей характеристики агроклимата местоположения станции еще недостаточно для конкретного обслуживания всей производственной деятельности хозяйств. Одновременно со сбором общих сведений по агроклимату местности должно проводиться изучение и сбор материала, характеризующего микроклиматические особенности отдельных полей, а также участков под плодовыми и овощными культурами. Знание микроклимата, безусловно, необходимо в районах с резко выраженным разнообразием топографических условий, но оно также необходимо и в равнинной местности, где на микроклимат отдельных полей (участков) может оказывать влияние близость лесных полос, больших водоемов, высохших торфяников и пр., а также физические свойства почвы, уклон и рельеф самих полей.

Из большого комплекса возможных вопросов микроклиматического освоения территории следует выделить имеющие наиболее важное значение для решения задач, стоящих перед производством. Прежде всего необходимо установить, какие из полей севооборота или участки территории имеют наилучшую термическую обеспеченность и наибольший продолжительный безморозный период, т. е. наименее морозобойные. Микротермическая оценка полей и участков в первом приближении может быть дана путем введения поправок на основании уже известных положений об изменении температурного режима в зависимости от высоты местности, близости лесных насаждений, экспозиции, склона и т. д. Однако более полное суждение о микроклиматических особенностях местоположения можно получить лишь путем постановки специальных наблюдений. К числу таких простейших наблюдений, доступных станциям, относятся наблюдения по минимальному термометру, проводимые одновременно на различных участках в течение некоторого времени. При оценке термических условий отдельных участков не следует пренебрегать и спросам местных старожилов, которые в силу долголетнего практического опыта иногда хорошо знают термические условия различных местоположений, степень морозобойности, а также степень вероятности удачи выращивания на них теплолюбивых культур.

Не менее важным является определение разнохарактерности участков в отношении условий увлажнения. Количество выпадающих осадков (за месяц, за год) для всех полей севооборота одного хозяйства, естественно, надо считать примерно одинаковым, однако содержание влаги в почве на различных участках в одни и те же календарные сроки может сильно варьировать. Разнообразие в увлажнении зависит от высоты положения участка, наклона, условий снегонакопления, стока и физического состояния почвы.

Для уточнения этого вопроса желательно сопоставить результаты наблюдений над влажностью почвы и снегомерных съемок на различных участках территории и в итоге изучения составить план-карту с отметкой участков большого и малого снегонакопления, величины стока и степени увлажнения.

Существенную помощь в этом вопросе могут оказать данные по агрогидрологическим свойствам почвы на наблюдательных участках там, где соответствующие работы были уже проведены. Весь собранный агроклиматический и микроклиматический материал будет служить источником самых разнообразных справок и консультаций, содействующих хозяйству в вопросах размещения культур и выбора лучших агротехнических приемов их возделывания.

Вторая группа мероприятий активного производственного обслуживания заключается в информации или предупреждении о наиболее важных явлениях погоды в связи с производством текущих полевых работ, а также в связи с ростом и развитием

посевов. Эта информация или предупреждение имеет прямой целью содействовать рациональному использованию сельскохозяйственных машин и орудий, правильному выбору сроков полевых работ, охране урожая от повреждения особо неблагоприятными метеорологическими условиями.

На пути разрешения этой задачи необходимо организовать составление и выпуск ежедневного информационного метеорологического бюллетеня, а также наладить регулярный прием радиопередач о погоде.

В содержание ежедневного бюллетеня входят следующие разделы:

- 1) «Метеорологическая характеристика истекшего дня»,
- 2) «Сообщение о прогнозе погоды на ближайшее время»,
- 3) «Агрометеорологические сведения».

В разделе «Метеорологическая характеристика истекшего дня» ежедневно даются данные о средней за истекшие сутки температуре, выпавших осадках, влажности воздуха, направлении и скорости ветра, облачности и особых явлениях (туман, гроза, иней и пр.).

В разделе «Сообщение о прогнозе погоды на ближайшее время» сведения даются в соответствии с принятым по радио прогнозом погоды. Если в передаче содержится предупреждение об опасных явлениях погоды (заморозки, сильный снегопад, гололед, туман и пр.), то, не ожидая времени выпуска бюллетеня, необходимо оповестить об этом администрацию хозяйства для учета при установлении распорядка дня и для принятая мер к охране урожая от повреждения (если это представляется возможным). Особо важным является предупреждение об ожидающемся в ближайшую ночь заморозке. Полученное предупреждение по радио необходимо уточнить одним из ранее рассмотренных способов определения заморозка по наблюдениям на одном пункте. Сделанный расчет ожидаемой интенсивности заморозка должен быть дифференцирован по отдельным участкам в зависимости от микроклиматических особенностей.

Если после уточнения прогноза вероятность заморозка на ближайшую ночь оказывается реальной, станция не должна ограничиваться только предупреждением, а совместно с руководителями хозяйства обязана принять активное участие в организации мер борьбы с этим вредным явлением. Совет станции может быть полезен в отношении определения мест раскладки дымовых куч (или расстановки грелок), а также в отношении времени их разжигания. На следующий день после заморозка нужно произвести учет эффективности предупреждения и проанализировать ошибки прогнозирования, а также отметить на плане места, оказавшиеся наиболее морозобойными.

В разделе ежедневного бюллетеня, идущем под заголовком «Агрометеорологические сведения», регулярно помещаются основные характеристики вредных для сельского хозяйства ме-

теорологических явлений (заморозки, суховей, град, ливни и др.), а также результаты наблюдений за ростом и развитием растений.

Ранней весной внимание станции должно быть приковано к вопросу быстрого осуществления колхозом весенних полевых работ и сева ранних яровых. В «Агрометеорологических сведениях» за этот период должна даваться исчерпывающая характеристика снеготаяния, замерзания почвы, ее просыхания, освещаться вопрос о запасах влаги в почве, о степени ее прогревания, сообщаться результаты наблюдений над фено явлениями, характеризующими ход весны, указываться условия погоды, благоприятные или неблагоприятные к производству лесопосадочных работ, выпасу скота и пр.

В более поздний период весны особое внимание должно уделяться вопросам, связанным с высадкой рассады и посевом теплолюбивых культур, с работами по уходу за культурами в поле, саду и огороде, с мероприятиями по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, с работами по прополке.

Летом в «Агрометеорологических сведениях» даются соображения об ожидаемых сроках наступления сенокосения и уборки зерновых культур, характеризуется состояние травостоя, которое полезно учесть при организации уборочных работ. Ближе к осени в «Агрометеорологических сведениях» освещается вопрос о накоплении влаги на пару и состоянии увлажненности верхнего горизонта почвы. Осенью характеризуются метеорологические условия и влажность почвы в связи с производством сева озимых, уборкой поздних зерновых, корнеклубнеплодов и других культур.

Зимой внимание станции сосредоточивается на условиях естественного и искусственного снегонакопления, перезимовки озимых культур, многолетних трав, плодовых и лесопосадочных насаждений.

Приведенный список далеко не исчерпывает всех возможных вопросов, которые могут освещаться в информации и которые могут быть рационально использованы в производственной деятельности хозяйств.

Усиление и расширение круга вопросов зависит от инициативы станции и ее делового контакта с руководителями хозяйств, агрономом, зоотехником, а также с бригадирами, звеньевыми, рядовыми колхозниками и рабочими совхозов. Большой помощью в развитии производственного обслуживания станцией окружающих хозяйств служит привлечение к этому делу колхозных домов сельскохозяйственной культуры, а также создание сети метеорологических корреспондентов. С этой целью станция должна популяризировать свою работу, организовывать беседы, экскурсии, участвовать по своему разделу в сельскохозяйственных кружках, помещать статьи в местные органы печати. Особое внимание должно быть уделено изучению опыта стахановцев земледелия, ведущих активную борьбу с неблагоприятными условиями погоды.



## § 59. Агрометеорологические ежегодники

Выпуск агрометеорологических ежегодников преследует задачу дать производственным организациям и исследовательским учреждениям материал, позволяющий учесть роль метеорологических факторов в процессе формирования урожая различных культур за каждый конкретный сельскохозяйственный год.

Этот материал может быть использован для самых разнообразных целей. Он может быть использован в работе по сортоиспытанию, в планировании вопроса о рациональном размещении культур, в изыскании новых агротехнических приемов и новых методов борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и, наконец, он может быть полезным в работе мелиораторов и ирригаторов и во многих других случаях.

Подготовка агрометеорологических ежегодников является одним из больших разделов работы местных управлений гидрометеорологической службы, которому в последние годы уделяется большое внимание. Систематизация и критическая проверка публикуемого в ежегодниках материала способствует улучшению качества наблюдательской работы сети станций, исправлению недочетов в самой методике наблюдений, повышению уровня агрометеорологического обслуживания.

Накопление материалов в процессе подготовки агрометеорологических ежегодников подводит базу для агроклиматической работы и выпуску агроклиматических справочников, нужда в которых остро ощущается в сельском хозяйстве.

В агрометеорологическом ежегоднике помещается цифровой материал, характеризующий результаты параллельных метеорологических, фенологических и специальных агрометеорологических наблюдений, а также текстовая часть (обзор) с анализом влияния погоды на основные сельскохозяйственные культуры по зонам Советского Союза.

Агрометеорологический ежегодник готовится местными управлениями гидрометеорологической службы под общим научно-методическим руководством отдела агрометеорологических ежегодников Центрального института прогнозов.

Метеорологические сведения помещаются в ежегодник по прошедшим критический просмотр метеорологическим таблицам ТМ-1. Таблицы с фенологическими сведениями заполняются на основании первичных записей полевой книжки КСХ-2.

Во всех случаях отсутствия цифровых данных (пропуск в наблюдениях или брак) ставится знак тире, а в случае отсутствия самого явления (не было осадков, снега и т. д.) ставится нуль.

Основным отрезком времени, охарактеризованным в метеорологическом отношении, является декада, и только по некоторым элементам сведения даются по месяцам или пятидневкам.

Температура воздуха и почвы представлена на макете агрометеорологического ежегодника в нескольких таблицах.

В первых трех таблицах даются величины средней, максимальной и минимальной температуры воздуха по декадам за год. В четвертой таблице содержатся данные о числе дней со средними суточными температурами воздуха в различных пределах (от 0,1 до 5,0°, от 5,1 до 10,0° и т. д.).

Сведения, помещаемые в эту таблицу, позволяют подсчитать, сколько дней в году было с температурой выше или ниже того или иного предела (например, число дней с температурой выше 5°, выше 10°, ниже —20° и т. д.). В одной из таблиц, характеризующих температурный режим, приводятся данные по суммам положительных температур воздуха по пятидневкам за весенние и осенние месяцы.

Температура почвы представлена двумя таблицами. В одной из них дается средняя минимальная температура почвы на глубине узла кущения за пятидневку по минимальному термометру, установленному в коробке Низенькова. Другая содержит данные о средней температуре почвы на глубине 5, 10, 20, 40 и 80 см за декаду.

Влажность воздуха представлена также двумя таблицами. Левая часть первой таблицы включает сведения по средней относительной влажности воздуха в 13 часов за декаду, а правая — число дней, в которые, хотя бы в один из сроков наблюдения, относительная влажность воздуха была равна или была ниже 30%. В другой таблице, характеризующей влажность воздуха, помещаются сведения по среднему дефициту влажности за декаду ( $E - e$ ).

Для характеристики осадков отведены три таблицы. Две первые включают данные о сумме осадков в целых миллиметрах по декадам за год, число дней за декаду с осадками 1 мм и больше и с осадками 5 мм и больше. Третья таблица имеет графический вид. Горизонтальными отрезками против названия каждой станции изображаются периоды без осадков. Начало и конец каждого отрезка соответствуют началу и концу бездождного периода.

За бездождный период принимается такой интервал времени, когда в течение не менее 10 дней не было осадков (при этом дни с осадками меньше 1 мм также считаются днями без осадков).

В тех случаях, когда после бездождного периода продолжительностью не меньше 10 дней в один из последующих дней наблюдается 1 день с осадками больше 1 мм, но меньше 5 мм, линия не прерывается и продолжается дальше, причем на месте дня с осадками ставится значок X. Перерыв линии обязателен только в том случае, если наблюдается 2 дня с осадками от 1 до 5 мм при интервале между ними менее 10 дней или 1 день, имевший осадки 5 мм и больше.

В агрометежегоднике даны две комплексные таблицы, характеризующие неблагоприятные метеорологические явления. В первой из них, характеризующей зимний период, содержится не-

сколько разделов. В первом разделе приводятся данные о дате начала и конца периода с устойчивым снежным покровом и общей его продолжительности, в одной из граф указывается, на талую или мерзлую почву лег снег, в двух других дается максимальная высота снежного покрова и плотность снега на день отметки максимальной высоты снежного покрова, при этом максимальная высота выбирается по средним данным снего-съемок. Под устойчивым снежным покровом условно принимается такой снежный покров, который сохранился в течение всей зимы или держался на полях не менее одного месяца, включая пере-рывы без снежного покрова продолжительностью не более 3 дней. Если же в течение зимы имелось несколько периодов со снеж-ным покровом продолжительностью более одного месяца и с пе-рерывом между ними более 3 дней, то за дату установления устойчивого снежного покрова принимается дата установления первого периода, а за дату схода — дата схода снежного покрова в последний период.

Во втором разделе первой комплексной таблицы показы-ваются дни (начиная с декабря предыдущего года), когда тем-пература воздуха поднималась выше  $0^{\circ}$  хотя бы в один из сро-ков наблюдения. В третьем разделе даются сведения о притертой ледяной корке (дата образования, дата исчезновения и тол-щина). В четвертом разделе указывается число дней со средней суточной температурой  $-20^{\circ}$  и ниже при бесснежье или при снежном покрове не выше 5 см; весь четвертый раздел запол-няется путем выборки соответствующих дней из таблицы ТМ-1. В пятом разделе помещаются сведения о глубине промерзания почвы на первое число каждого месяца. Наконец, в шестом (последнем) разделе этой таблицы даются сведения о дате ве-сеннего оттаивания почвы на 5, 10, 30 см и на полную глубину.

Вторая комплексная таблица также состоит из нескольких разделов. В первом разделе показываются данные о числе жарких, сухих дней с максимальной температурой  $30^{\circ}$  и выше при относительной влажности воздуха до 20% и ниже в один из сроков наблюдений. Второй раздел содержит данные о числе дней, когда максимальная температура была  $35^{\circ}$  и выше. В третьем разделе отведены две графы для указания дней с гра-дом. В четвертом разделе характеризуется наиболее сильный дождь в течение вегетационного периода (дата его наблюдения, продолжительность ливня и сумма осадков за время его выпадения).

Под наиболее сильным дождем подразумевается наиболее интенсивный дождь, давший в среднем за 1 час наибольшее коли-чество осадков. Как правило, такой дождь сопровождается теми или иными повреждениями в сельском хозяйстве (полегание культур, смывание посевов и пр.).

В пятом разделе той же таблицы даются даты с сильным вет-ром ( $15$  м/сек и более) и, наконец, в шестом — даты с пыльной бурей.

Одна таблица метеорологической части агрометежегодника отведена на характеристику весенних и осенних заморозков. В первом разделе этой таблицы приводятся данные о числе дней с заморозками с марта по октябрь, включая сюда все дни с минимальной температурой  $0^{\circ}$  или ниже на поверхности почвы (или в будке). Во втором разделе приводятся сведения о дате и интенсивности всех наблюдавшихся заморозков в период, когда декадные температуры были  $10^{\circ}$  и выше. По каждому заморозку указывается дата его наблюдения, минимальная температура воздуха в будке и на поверхности почвы. В третьем разделе той же таблицы помещаются даты последнего весеннего и первого осеннего заморозка.

Одна таблица агрометежегодника включает сведения по характеристике состояния поверхностного слоя почвы (до 12 см) на последний день пятидневки по данным записей полевой книжки «О результатах визуальных наблюдений над влажностью почвы». Характеристика увлажнения почвы дается в условных обозначениях: избыточно увлажненная — 1, сильно увлажненная — 2, хорошо увлажненная — 3, слабо увлажненная — 4, сухая — 5, мерзлая — 6, покрытая снегом — 7, покрытая льдом — 8, покрытая водой — 9.

Большое место в агрометежегодниках занимает характеристика влажности почвы. Соответствующая таблица с данными по влажности почвы заполняется для каждой станции по каждой культуре в отдельности. В верхней части таблицы помещаются данные о влажности почвы (в процентах от абсолютной сухой навески) по глубинам 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 см, а в нижней части — запасы продуктивной влаги на те же календарные сроки (в миллиметрах водного столба) по горизонтам 0—20, 0—50 и 0—100 см. Справа проставляются данные об объемном весе, коэффициенте увядания и предельной полевой влагоемкости для каждого 10-сантиметрового слоя. Сведения о влажности почвы для каждой станции составляются не более чем по трем участкам (озимые, пар, одна из яровых культур).

Все таблицы по характеристике состояния культур включают фенологические данные, предусмотренные «Руководством по производству агрометеорологических наблюдений», и, за исключением двух, построены однотипно по следующему плану: название станции, сорт культуры, дата посева, даты массового наступления фаз развития (для каждого вида культур особые), дата уборки, высота роста в день отметки фазы развития, густота стояния культур (число растений и число стеблей на  $1 м^2$ ), балловая оценка состояния культур по всем фазам развития.

При указании сорта дается название только того сорта, который принят к районированию. Даты фаз развития тщательно проверяются с записями полевой книжки КСХ-2; о данных, вызывающих сомнение, делается особая оговорка в пояснениях. При заполнении граф по высоте роста проверяется последовательность

увеличения высоты роста от одной фазы к другой. При выписке данных о густоте стояния обращается внимание на правильность выведения числа растений и числа стеблей в пересчете на 1 м<sup>2</sup>. Для каждого случая снижения балловой оценки дается особое примечание с указанием признаков ухудшения состояния растений, побудивших наблюдателя снизить оценку, а также причин, вызвавших это ухудшение.

В двух таблицах дается материал по результатам наблюдений над перезимовкой озимых культур и трав. При проверке записи по результатам отращивания обращается особое внимание на данные о гибели кустов в пробе и в случае сомнения, не вызвана ли гибель неблагоприятной обстановкой самого опыта, дается соответствующее примечание.

При обработке данных о результатах весеннего и осеннего обследования озимых необходимо иметь в виду следующее:

1) нельзя допускать помещения сведений, показывающих увеличение числа растений и числа стеблей на 1 м<sup>2</sup>, а также повышение балловой оценки от осени к весне;

2) процент гибели растений при весеннем обследовании должен примерно соответствовать уменьшению числа растений на 1 м<sup>2</sup> от осени к весне;

3) во всех случаях снижения балловой оценки от осени к весне, а также в случаях констатации весной большого процента гибели озимых следует давать примечание о причинах, вызвавших ухудшение состояния посевов, а также характеристику внешнего вида озимых при весеннем обследовании.

Последняя таблица агрометежегодника отводится для характеристики агротехники и биологического урожая на наблюдательных участках. Сведения даются для каждой станции по каждой приведенной в ежегодниках культуре. В состав сведений входят: характеристика типа почвы, название предшественника, обработка почвы (с обязательным указанием дат), название и количество вносимых удобрений, биологический урожай (зерна и соломы). Сведения о биологическом урожае обязательно сверяются с показанием балловой оценки состояния и в случае несоответствия делается об этом особая оговорка.

К агрометежегоднику прилагается список помещенных в нем станций с указанием их координат и высоты над уровнем моря.

Текстовая часть ежегодника состоит из обзора с агрометеорологической характеристикой условий данного сельскохозяйственного года.

Обзор строится по следующему плану:

1) условия сева, роста и развития озимых в осенний период с анализом состояния озимых ко времени прекращения вегетации;

2) условия перезимовки культур с анализом причин ухудшения их состояния ко времени возобновления вегетации весной;

3) условия весенне-летнего периода вегетации озимых культур с подробной характеристикой состояния их ко времени уборки;

4) условия весеннего сева, роста и развития яровых культур с характеристикой состояния их ко времени уборки;

5) условия уборки.

Обзор должен быть составлен сжато, но с расчетом дать ответ на следующие основные вопросы:

1) отличительные агрометеорологические особенности рассматриваемого года (и отдельных его сезонов);

2) подробный анализ состояния озимых перед уходом под снег со вскрытием причин плохого состояния их (если это имело место);

3) анализ условий перезимовки культур с подробной характеристикой размеров гибели посевов за зимний период и вскрытием причин, повлекших за собой гибель или изреженность;

4) анализ условий весенней вегетации с обязательным указанием, в какой мере оправдись озимые культуры от неблагоприятных условий зимы, был ли произведен пересев и с какими показателями вышли к уборке;

5) подробный анализ условий влагообеспеченности и теплообеспеченности яровых культур в период весенне-летней вегетации с подробной характеристикой показателей состояния каждой культуры в отдельности ко времени уборки.

Совершенно необходимым является указание в обзорах на конкретные примеры стахановских приемов преодоления неблагоприятных условий погоды и получения ими высоких урожаев.

## ГЛАВА VIII

### АГРОКЛИМАТОЛОГИЯ

#### § 60. Задачи и методы агроклиматических исследований

Планирование мероприятий, направленных на наиболее полное использование всех природных ресурсов страны, базируется на познании физико-географических особенностей территории, в том числе и климатических.

Всестороннее изучение климата осуществляется системой гидрометеорологической службы.

За период существования метеорологической сети накоплен многолетний материал метеорологических наблюдений. Обработкой этого материала Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова было положено начало общеклиматическому изучению территории СССР. В качестве основных показателей климата были приняты: средняя месячная, максимальная и минимальная температуры воздуха, даты перехода температуры через 0, 5, 10 и 15°, сумма осадков по месяцам и за год, вероятность осадков различной интенсивности, высота и продолжительность залегания снежного покрова, средняя относительная влажность воздуха, число ясных и пасмурных дней, повторяемость ветров, температура почвы на различных глубинах и некоторые другие.

Изданные по этой схеме климатические справочники оказывали и оказывают существенную помощь в планировании различных отраслей народного хозяйства. Они служат нормативным материалом, по которому дается сравнительная оценка климата различных районов, определяется степень континентальности и увлажненности, устанавливается преобладающее направление ветра, характеризуются условия залегания снежного покрова и выявляется ряд других сторон климата изучаемой территории.

Но при всем большом значении данных, получаемых в результате такой общеклиматологической обработки, в настоящее время они не удовлетворяют возросших запросов народного хозяйства. Недостаточность этих данных особенно остро ощущается в сельском хозяйстве, где для решения многих проблем требуется не общая характеристика климата, а дифференцированный анализ условий применительно к культурам и отдельным приемам их возделывания.

В силу изложенного мысль ученых была направлена на поиски новых методов обработки материала и именно таких, которые позволили бы с большей уверенностью и большей полнотой производить сельскохозяйственную оценку климата.

Отсюда возникла и затем развилась особая ветвь агрометеорологии — сельскохозяйственная климатология, или агроклиматология.

Агроклиматология рассматривает климат как совокупность факторов внешней среды, которые оказывают существенное влияние на сельскохозяйственные растения и животных и правильный учет которых может обеспечить лучшее использование природных ресурсов и более эффективную борьбу с неблагоприятными явлениями.

В круг агроклиматических исследований входит:

- 1) выявление климатических особенностей территории для целей рационального размещения объектов сельскохозяйственного производства, а также оценка климата с позиций возможности продвижения культур и сортов в новые районы;
- 2) агроклиматическое обоснование новых способов агротехники, обеспечивающих повышение урожайности культур;
- 3) изучение климата и микроклимата в направлении возможности его улучшения для целей сельскохозяйственного производства;
- 4) учет изменений, вносимых в микроклимат поля, создание защитных лесных полос, каналов, введение травопольных севооборотов, а также организация других крупных агротехнических мероприятий.

Правильное решение перечисленных задач возможно при наличии трех основных условий:

первое условие заключается в необходимости иметь биоклиматические показатели, дающие представление о требовательности культур к свету, теплу и влаге;

второе — в необходимости иметь по изучаемой территории накопленный за длинный ряд лет материал общеметеорологических и специально агрометеорологических наблюдений;

третье — в необходимости иметь и тот и другой материал в сопоставимых между собой величинах.

Только при наличии этих трех условий обеспечивается возможность дать правильную оценку климата территории в отношении перспектив возделывания той или иной культуры.

Накопление знаний по биоклиматическим характеристикам сельскохозяйственных культур шло давно и постепенно. Однако найденные показатели не оставались неизменными, так как с выведением новых сортов и введением новых приемов агротехники в корне менялось представление о биологических свойствах культур и их требовательности к климатическим факторам.

Так, старые сорта хлопчатника могли культивироваться только в жарких районах Средней Азии, в условиях искусственного орошения, новые же сорта, менее требовательные к теплу и более засухоустойчивые, были продвинуты в более северные широты.

В области плодоводства величайшие достижения в изменении биологических свойств культур связаны с именем И. В. Мичурина.

Новые морозоустойчивые сорта яблонь, груш, персиков и других культур, выведенные И. В. Мичуриным, позволили расширить границы плодоводства далеко на север и восток.

Огромные успехи в получении засухоустойчивых и морозоустойчивых сортов пшеницы были достигнуты Т. Д. Лысенко и его учениками.

Из изложенного следует, что для каждого сорта культур должны быть получены свои биоклиматические показатели. Кроме того, должны учитываться и новые приемы возделывания.

Для целей выявления отношения культур к климатическим условиям пользуются полевым, вегетационным или лабораторным методом.

При полевым методе идут тремя путями:

первый путь — накопление на одном пункте за много лет материала, характеризующего поведение данной культуры (сорта) в зависимости от меняющихся ежегодно условий погоды при неизменности почвенных, агротехнических и других условий;

второй путь заключается в использовании метода географических посевов, при котором наблюдения над культурой (сортом) ведутся одновременно на нескольких географических точках в различных условиях климата и почвы, но при равных условиях агротехники;

наконец, третий путь полевого эксперимента заключается в постановке наблюдений на одном пункте с различными сроками сева. В этом случае посевы различных сроков сева оказываются в течение вегетационного периода в различных условиях погоды при неизменности и постоянстве всех прочих факторов среды.



Вегетационный метод определения биоклиматических показателей заключается в постановке специальных опытов выращивания растений в вегетационных сосудах с возможностью искусственно создавать тот или иной водный режим и почвенную среду. Ставя параллельные наблюдения над ходом температуры и влажностью воздуха, этим методом удается получить в относительно короткий срок нужный ответ о требовательности растений к свету, теплу и влаге.

Еще более эффективным является лабораторный метод, при котором в камерах искусственного климата или специально оборудованных лабораториях воспроизводится любое сочетание метеорологических условий и достигается строгий учет воздействия на растение всех факторов среды.

Накопление материала по биоклиматическим показателям позволяет классифицировать все имеющиеся виды и сорта культур на группы. Попытки такой классификации были сделаны Г. Т. Селяниновым, П. И. Колосковым и В. Н. Степановым.

В качестве основных показателей для отнесения культур к той или иной группе брались следующие:

- 1) средняя продолжительность вегетационного периода;
- 2) требуемая сумма тепла за вегетационный период;
- 3) критически низкие и критически высокие температуры, убивающие растение или его органы;
- 4) требовательность культур к продолжительности светового дня;
- 5) минимум, максимум и оптимум увлажнения;
- 6) общая потребность во влаге за весь вегетационный период;
- 7) устойчивость растений к засухе.

Продолжительность вегетации является не только решающим признаком в определении северной границы возможного произрастания, но также и указывающим на возможность использования культуры в качестве пожнивной.

В своей классификации (для условий Казахской ССР) П. И. Колосков делит культуры по этому признаку на 5 групп, а именно: А — ультраскороспелые (эфемеры) с продолжительностью вегетации менее 85 дней; В — скороспелые с продолжительностью вегетации от 85 до 115 дней; С — среднеспелые с продолжительностью вегетации от 115 до 145 дней; Д — позднеспелые с продолжительностью вегетации от 145 до 175 дней и Е — особо позднеспелые с продолжительностью вегетации более 175 дней.

В итоге изучения биологических особенностей роста и развития сельскохозяйственных растений В. Н. Степановым дана классификация полевых культур по требовательности к теплу и свету (продолжительности дня), отражающая как индивидуальные особенности каждого вида и сорта культур, так и естественно-историческую связь видов, возникшую в процессе их формирования в определенных условиях среды.

По общей требовательности к теплу и свету все сельскохозяйственные растения разделены В. Н. Степановым на два климато-экологических типа.

Тип А — растения, у которых в процессе исторического развития выработалась потребность к пониженным температурам для прохождения первой стадии при оптимуме температуры ниже  $10^{\circ}$ , отличающиеся высокой холодостойкостью и длинной световой стадией. Сюда относятся: рожь, пшеница, овес, ячмень, лен, гречиха и др.

Тип В — растения тропического климата, требующие для прохождения всех стадий развития высоких температур (оптимум  $20-30^{\circ}$ ), неустойчивые к заморозкам, с короткой световой стадией (растения короткого дня). Сюда относятся: просо, кукуруза, хлопчатник, клещевина, арбуз, дыня и др.

В пределах каждого типа растения делятся на формы по структуре и продолжительности жизненного цикла: однолетние, двулетние, многолетние с коротким или растянутым периодом роста, цветения и созревания.

Далее, растения делятся на классы по признаку требовательности к теплу в начале и конце вегетации. По этому признаку установлено 5 классов: класс I — с температурой в начале вегетации  $3-5^{\circ}$ , класс II —  $6-8^{\circ}$ , класс III —  $8-10^{\circ}$ , класс IV —  $10-12^{\circ}$  и класс V —  $12-15^{\circ}$ .

Следующим признаком для классификации служит степень холодостойкости, по которому растения делятся на расы: раса 1 — яровые, выносящие заморозки от  $-6$  до  $-8^{\circ}$ , от  $-4$  до  $-6^{\circ}$ , от  $-1$  до  $-2^{\circ}$  и от 0 до  $-1^{\circ}$ , и раса 2 — озимые растения, выносящие понижение температуры до  $-20^{\circ}$ , от  $-15$  до  $-20^{\circ}$ , от  $-10$  до  $-15^{\circ}$ .

Последним признаком, принятым для классификации, служит длина вегетационного периода, определяемая общей потребностью к теплу. По этому признаку установлено 7 групп: первая группа — до  $1000^{\circ}$ , вторая — до  $1000-1500^{\circ}$ , третья — до  $1500-2000^{\circ}$ , четвертая — до  $2000-2500^{\circ}$ , пятая — до  $2500-3000^{\circ}$ , шестая — до  $3000-3500^{\circ}$ , седьмая — до  $3500-4000^{\circ}$  и более. Наиболее вероятная продолжительность вегетационного периода колеблется от 60—80 дней у культур и сортов первой группы до 180—200 дней и более у последней группы, с интервалом между группами в 20 дней.

В качестве примера даем характеристику проса согласно классификации В. Н. Степанова: тип В, форма однолетняя, яровая, класс IV, раса 1 (выносит заморозки до  $-1, -2^{\circ}$ ), вторая группа по раннеспелым сортам и третья по среднеспелым и позднеспелым.

Таким образом, отношение сельскохозяйственной культуры (сортов) к факторам климата может быть выражено некоторыми числовыми показателями. Если в тех же количественных выражениях охарактеризовать климатические особенности данной тер-

ритории, то станет возможным произвести сельскохозяйственную оценку климата территории, т. е. определить, насколько климат данной территории благоприятствует произрастанию изучаемой культуры при современном уровне агротехники и существующих сортах, а также решить ряд других поставленных производством вопросов.

#### § 61. Агроклиматические показатели обеспеченности сельскохозяйственных культур теплом

Для агроклиматической оценки термических условий территории пользуются различными показателями. Выбор того или иного показателя определяется характером запроса, масштабом работы и материалом, которым располагает исследователь. Наиболее распространенным и весьма удобным является показатель в виде числа дней с температурой выше определенного предела (выше 0, 5, 10 и 15°).

Соответствующие средние многолетние данные могут быть найдены в имеющихся климатических справочниках. Использование этого показателя для агроклиматической оценки территории позволяет ответить на ряд интересующих сельское хозяйство вопросов.

Прежде всего представляет интерес сама по себе дата перехода температуры через указанные пределы весной и осенью.

Дата устойчивого перехода температуры через 0° весной указывает на конец зимы, на начало дружного снеготаяния и разморзания почвы. Дата устойчивого перехода температуры через 0° осенью является последним днем незамерзшего состояния почвы и днем прекращения полевых работ (вспашки на зябь). Число дней за время от перехода температуры через 0° весной до перехода температуры через 0° осенью определяет общую продолжительность теплого периода.

По средним многолетним данным, на севере (Вологда) теплый период длится около 200 дней, в Москве — 215, в Воронеже — 230, в Харькове — 240, а на юге он достигает 315 дней и более.

Переход температуры через 5° весной и осенью в зоне умеренного климата весьма близко совпадает с возобновлением и прекращением вегетации озимых культур и большинства пород древесной растительности. Поэтому число дней с температурой 5° и выше может служить показателем общей продолжительности вегетационного периода.

По Г. Т. Селянинову и Ф. Ф. Давитая, активизация ростовых процессов большинства культур начинается при более высоких температурах (10° и выше). Поэтому число дней с температурами 10° и выше может служить выражением продолжительности активного роста растений и надежным показателем теплообеспеченности многих культур средних и южных широт.

Заморозки, падающие на период, когда температура уже устойчиво перешла через  $10^{\circ}$  (весной) и не опускалась ниже  $10^{\circ}$  (осенью), являются наиболее губительными.

Продолжительность периода с температурой выше  $15^{\circ}$  может служить показателем благоприятствования климата территории возделыванию теплолюбивых культур (хлопчатника, риса и др.).

Продолжительность периода весной от перехода температуры через  $0^{\circ}$  до перехода через  $10^{\circ}$  также является показателем, имеющим определенное сельскохозяйственное значение. За этот промежуток времени происходит сход снежного покрова, размораживание почвы и ее просыхание, производятся весенние полевые работы и сев ранних яровых культур. Для западных и северо-западных районов Европейской территории СССР этот интервал исчисляется 40—45 днями, в то время как в более континентальных районах востока он сокращается до 25—30 дней.

Весьма распространенным показателем теплообеспеченности является сумма температур за вегетационный период.

При использовании метода суммирования температур для целей агроклиматического районирования Габерланд ограничивался подсчетом сумм положительных температур (т. е. средних суточных температур выше  $0^{\circ}$ ).

Г. Т. Селянинов указывает, что основной недостаток такого суммирования заключается в том, что в сумму положительных температур включаются температуры порядка  $0—10^{\circ}$ , которые не оказывают на ростовые процессы существенного влияния, а являются лишним балластом, искажающим истинное положение теплообеспеченности культур. Поэтому Г. Т. Селянинов и Ф. Ф. Давитая применили для целей агроклиматологии суммирование лишь активных температур, т. е. температур выше  $10^{\circ}$ , выражая потребность в тепле различных культур (сортов) также суммой активных температур.

В табл. 33 приводятся данные, взятые из различных литературных источников, по потребности культур в тепле, выраженные в суммах температур выше  $10^{\circ}$ .

При использовании приведенных в таблице цифр следует учитывать, что выведение новых сортов, яровизация и другие агротехнические приемы изменяют длину вегетационного периода культур в сторону его сокращения, а тем самым уменьшают сумму потребного тепла.

Как видно из таблицы, ряд культур мало требователен к теплу (сумма активных температур укладывается в пределах  $1000—1600^{\circ}$ ). Сюда относятся: из полевых — гречиха, скороспелые сорта ячменя, лен, ранний картофель; из овощных — репа, турнепс, столовая свекла, морковь. Все эти культуры идут далеко на север, почти до северных границ Советского Союза.

Особо следует сказать об озимой ржи, период вегетации которой делится на два подпериода (осенний и весенне-летний), что позволяет возделывать эту культуру в северных широтах.

Таблица 33

## Потребность культур в тепле за весь вегетационный период

| Культура                                  | Сумма температур выше 10° | Культура                        | Сумма температур выше 10° |
|---|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Резьба . . . . .                          | 700—900°                  | Виноград (ранние сорта)         | 2 500—2 800               |
| Картофель ранний . . . . .                | 900—1 000                 | Хлопчатник (ранние сорта)       | 2 700—3 000               |
| Столовая свекла, морковь . . . . .        | 1 200—1 500               | Виноград (поздние сорта)        | 3 000—3 500               |
| Гречиха . . . . .                         | 1 200—1 500               | Хлопчатник (среднеспелые сорта) | 3 200—3 600               |
| Лен . . . . .                             | 1 500—1 700               | Хлопчатник (поздние сорта)      | 3 600—4 000               |
| Картофель поздний . . . . .               | 1 500—1 800               | Цитрусовые . . . . .            | 4 000—4 500               |
| Яровая пшеница, овес . . . . .            | 1 700—1 900               | Финики . . . . .                | 4 500—5 000               |
| Томаты (для полного созревания) . . . . . | 1 800—2 000               |                                 |                           |
| Огурцы (для полного созревания) . . . . . | 1 900—2 100               |                                 |                           |

Более ограничены в своем распространении культуры, требующие обеспечения суммой тепла в пределах 1500—2100°. Сюда входит большинство яровых зерновых культур, томаты и огурцы, некоторые сорта проса и подсолнуха. Все эти культуры распространены в средней полосе территории СССР и, как правило, ежегодно обеспечиваются здесь необходимым для вызревания количеством тепла. Однако культуры, вегетация которых протекает при суммах тепла более 1700°, например огурцы и томаты, в отдельные годы не добывают необходимого тепла, и урожай их в этих случаях бывает неполноценным. Так, по А. М. Алпатьеву, на Урале (Свердловская область), в зоне, где сумма активных температур по многолетним данным составляет 1600—1800°, созревание теплолюбивых овощных культур не во все годы гарантировано. В табл. 34 приведено снижение урожая огурцов и томатов в зависимости от условий погоды.

Таблица 34

## Снижение урожая томатов и огурцов из-за недостатка тепла в процентах от наилучшего урожая (Урал)

| Культура         | 2 000° | 1 900° | 1 800° | 1 700° | 1 600° | 1 500° |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Огурцы . . . . . | 0      | 20     | 42     | 54     | 65     | 73     |
| Томаты . . . . . | 0      | 0      | 0      | 35     | 52     | 66     |

Отсюда видно, что в районах близ северной границы распространения огурцов и томатов на Урале (в открытом грунте) недобор урожая колеблется от 50 до 75%. Это указывает на значи-

тельный риск посева теплолюбивых овощных культур в этих районах и на необходимость вести активную борьбу с недостатком тепла. К таким мероприятиям относится подбор скороспелых сортов, специальные приемы агротехники, выбор наиболее защищенных от холодных ветров участков и т. д.

Еще более ограничены в своем распространении культуры, вегетация которых осуществляется при суммах тепла в пределах 2000—3000°. К ним относятся: кукуруза, сахарная свекла, бахчевые, некоторые сорта винограда. Зоной их распространения являются южные степные и лесостепные районы Советского Союза.

В северной части этой зоны вероятность полной обеспеченности теплом колеблется около 50—75%, что ставит перечисленные культуры в отдельные годы под риск неполного вызревания.

Еще более требовательные в отношении тепла культуры (хлопчатник, рис, табак и др.) могут возделываться только в южных районах, обеспеченных большей продолжительностью теплого периода и высокими температурами (Средняя Азия, Закавказье, Крым и др.).

Общее представление о термических ресурсах на Европейской территории СССР дано на рис. 42, где

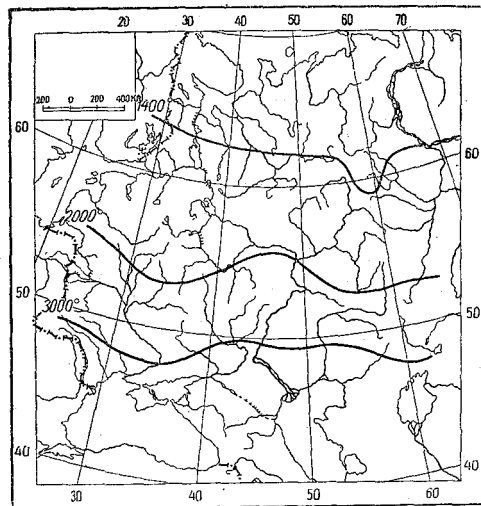


Рис. 42. Схема распределения суммы активных температур (по Г. Т. Селянинову).

грубо схематично изображены изолинии сумм активных температур в 1400, 2000 и 3000°. Как видно из рисунка, суммы тепла планомерно уменьшаются с севера на юг. На Урале, по данным Г. Т. Селянинова, на каждый градус широты сумма активных температур изменяется на 100°, увеличиваясь к югу и уменьшаясь к северу.

При рассмотрении термических условий горных районов следует учитывать особенности в распределении суммы тепла также и по вертикали. По данным Г. Т. Селянинова, на Урале с повышением местности на 100 м сумма активных температур уменьшается на 100—150°, однако неравномерно в различных зонах.

Ограничивающим возделывание теплолюбивых культур при существующих способах агротехники фактором термического порядка может быть не только недостаток общей суммы тепла, но и другие условия: например, падение температуры ниже биоло-

гического нуля, заморозки, вредные высокие температуры и пр. Поэтому при использовании метода сумм температур в агроклиматических исследованиях необходимо вносить коррективы, учитывающие число дней с температурой выше того или иного предела, продолжительность периода без заморозков, число дней с крайне высокими температурами и некоторые другие термические показатели. В некоторых случаях нельзя ограничиться выявлением суммы тепла за весь период вегетации, а требуется разбить его на две или больше частей. Необходимость такого деления видна из следующего примера. Сумма тепла и в Ялте, и в Фергане составляет более 4000°, но в то время как в Ялте с успехом развиваются субтропические культуры, в Фергане они не произрастают, так как зимы здесь холодные и температура опускается до пределов, губительно действующих на теплолюбивые культуры.

#### § 62. Агроклиматические показатели обеспеченности влагой

Прямым и наиболее верным показателем благоприятствования климата возделыванию сельскохозяйственных культур в отношении влагообеспеченности могут служить только данные о запасах влаги в почве, взятые по узловым моментам вегетации культур. Именно на этот путь характеристики территории в отношении обеспеченности влагой встали в последние годы советские агрометеорологи, успешно использующие постепенно накапливающийся материал по результатам наблюдений над влажностью почвы. Некоторые выводы, полученные в этой области, были уже изложены выше (см. § 18). Следует, однако, иметь в виду, что, в силу отсутствия многолетних рядов наблюдений над влажностью почвы, задача агроклиматической характеристики влагообеспеченности по способу оценки динамики почвенной влаги не всегда может быть разрешена. Вследствие этого, в настоящее время в большинстве агроклиматических исследований при характеристике влагообеспеченности сельскохозяйственных растений прибегают к анализу метеорологических данных, оперируя отдельными членами уравнения водного баланса, а не результирующей его величиной (запасами влаги в почве).

Наиболее элементарными и наименее совершенными показателями, дающими лишь первую ориентацию в вопросе влагообеспеченности, является сумма осадков за год.

На большей части территории Советского Союза сумма осадков за год составляет от 400 до 600 мм. На юго-востоке, в Средней Азии и в северо-восточных районах Сибири количество годовых осадков падает до 250 мм и ниже, а в горных районах Закавказья и особенно на юго-восточном побережье Черного моря оно поднимается до очень большой величины — 1000—1500 мм.

Годовая сумма осадков составляется из жидких и твердых осадков, неравнозначных по использованию их сельскохозяйственными растениями. Поэтому при агроклиматической характеристике условий влагообеспеченности необходимо дифференцировать годовую сумму осадков на осадки холодного и теплого периода года.

В свою очередь осадки теплого периода года имеют различное значение в зависимости от времени их выпадения и той культуры, в отношении которой они рассматриваются. Для ранних яровых

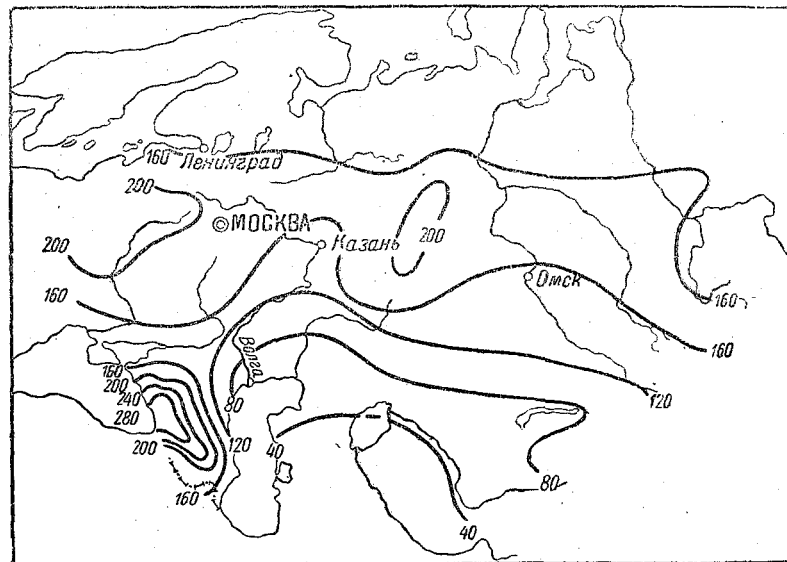


Рис. 43. Схематическая карта средней многолетней суммы осадков за май, июнь и июль в миллиметрах (по И. А. Гольцберг).

культур существенное значение имеют осадки, выпадающие в период интенсивного роста (май—июль). Общее представление о суммах осадков за указанные месяцы дается на рис. 43.

Само собой понятно, что одними данными о количестве выпадающих осадков нельзя ограничить характеристику влагообеспеченности растений по изучаемой территории. Об этом красноречиво свидетельствуют исследования В. П. Попова на Млеевской опытной станции (Украина). Из полученных им данных видно, что за теплый период года (апрель—июль) на испарение непосредственно с поверхности почвы, при прежнем уровне агротехники, по черному пару тратилось воды до 70—75% от общего количества выпадающих осадков. Таким образом, непосредственно сельскохозяйственными растениями использовалась относительно небольшая доля летних атмосферных осадков (примерно 25—30%).



Отсюда становится очевидным огромное значение учета расходной части водного баланса. Необходимость такого учета в настоящее время признается совершенно бесспорным фактом. Однако поскольку фактического материала по испарению с почвы еще не накоплено, то для определения величины испарения за тот или иной отрезок времени прибегают к косвенным методам, путем установления эмпирических связей испарения с атмосферными условиями.

Наиболее простым является способ Г. Т. Селянинова. Этот способ исходит из предположения, что расход влаги на испарение в теплые месяцы года приближенно равен сумме температур, уменьшенной в 10 раз ( $P = \frac{\sum t}{10}$ ).

Беря отношение суммы осадков за теплый период года к сумме испарения воды с почвы за тот же период, Г. Т. Селянинов получает так называемый гидротермический коэффициент, или «условный баланс влаги», характеризующий степень увлажненности территории:

$$k = \frac{P \cdot 10}{\sum t},$$

где  $k$  — гидротермический коэффициент (условный баланс влаги),  $P$  — сумма осадков за период с температурами выше  $10^\circ$ ,  $\sum t$  — сумма температур за те же месяцы.

Следовательно, чтобы получить величину условного баланса влаги для интересующего района, достаточно взять сумму осадков за теплые месяцы, увеличить ее в 10 раз и разделить на сумму активных температур за тот же период. Например, если сумма осадков за период с температурами выше  $10^\circ$  равна 176 мм, а сумма температур за тот же период составляет  $2200^\circ$ , то

$$k = \frac{176 \cdot 10}{2200} = 0,8.$$

Реальность этого показателя в известной мере подтверждается совмещением некоторых его значений с границами естественно-географических ландшафтов. Так, согласно данным Г. Т. Селянинова, северная граница степной полосы на всем пространстве Европейской территории СССР хорошо совпадает с прохождением изолинии условного баланса влаги  $k$ , равного единице, а северная граница полупустыни — с изолинией условного баланса влаги, равного 0,5.

Приводим значение условного баланса влаги для некоторых районов Советского Союза:

|                      |     |                      |     |
|----------------------|-----|----------------------|-----|
| Слуцк . . . . .      | 1,6 | Каменная Степь . . . | 0,9 |
| Москва . . . . .     | 1,4 | Тбилиси . . . . .    | 0,8 |
| Свердловск . . . . . | 1,4 | Одесса . . . . .     | 0,7 |
| Сочи . . . . .       | 1,2 | Ташкент . . . . .    | 0,1 |

Расчет влагообеспеченности может вестись и другими способами (Вериго, Шашко и др.), указанными в главе III.

В последнее время ряд исследователей делает попытку определить влагообеспеченность территории исходя из реальной потребности в воде самих растений и связывая эту потребность с конечной продукцией — урожаем.

Так, П. И. Колосков для условий Казахстана дает формулу:

$$R = \frac{H_a - (Q + A)}{T},$$

где символом  $H_a$  обозначено суммарное количество осадков за зимний период и период вегетации культуры,  $Q$  — бесполезный расход воды на сток,  $A$  — бесполезный расход на физическое испарение с поверхности земли,  $T$  — величина хозяйственного транспирационного коэффициента, представляющая собой количество воды в миллиметрах, израсходованное с площади в 1 га путем транспирации на 1 ц товарного продукта, являющегося целью культуры. По Колоскову, для получения 1 ц воздушно-сухого (кондиционного) зерна пшеницы расходуется в течение вегетации 10 мм воды с 1 га.

В процессе анализа статистических данных об урожае суммарное значение величины  $Q + A$  для условий Казахстана определено П. И. Колосковым в 130 мм. Отсюда ожидаемый урожай яровой пшеницы при среднем уровне агротехники может быть выражен формулой

$$R = \frac{H_a - 130}{10}.$$

Искусственное орошение увеличивает значение  $H_a$  и повышает, следовательно, величину урожая. В этом же направлении действует и повышение агротехнического уровня, способствующее уменьшению величины  $Q + A$ .

Совершенно очевидно, что приведенные эмпирические формулы влагообеспеченности не могут заменить по точности получаемых выводов данные по динамике запасов продуктивной влаги в почве. Только последние отображают реальный ход изменения условий влагообеспеченности культур в различные стадии и фазы развития и дают ясное представление о тех затруднениях, которые может встретить в данном районе та или иная культура (сорт). Поэтому накопление материалов по динамике влажности почвы и определение необходимых для вычисления запасов почвенной влаги агрогидрологических свойств почвы является первейшей и неотложной задачей агрометеорологии, о чем уже говорилось выше (см. § 18).

### § 63. Микроклиматическая характеристика территории

Запросы планового социалистического земледелия выдвигают задачу детального изучения микроклиматических особенностей небольших территорий. Большую значимость эти исследования

имеют в районах с пересеченным рельефом и, следовательно, с большой пестротой термического, водного и ветрового режима. Они необходимы для целей нахождения благоприятных местоположений под многие теплолюбивые плодовые, овощные и технические, а также субтропические и особенно цитрусовые культуры.

Как показали работы ряда исследователей, с известным приближением микроклиматическую характеристику можно получить на основе данных общеметеорологических наблюдений, если сопоставить результаты наблюдений станций, расположенных на различной высоте от уровня моря и в различных топографических условиях. Однако более точный и более правильный ответ дают непосредственные микроклиматические исследования. Они уточняют и детализируют общие климатические характеристики и позволяют перейти к составлению крупномасштабных агроклиматических карт, могущих быть использованными при детальном сельскохозяйственном районировании.

В состав микроклиматических наблюдений входят наблюдения над температурой приземного слоя воздуха, минимальной температурой на поверхности почвы, влажностью воздуха, скоростью ветра, испарением и распределением снежного покрова.

Основные требования, которые предъявляются к термометрической аппаратуре для целей изучения микроклимата по С. А. Сапожниковой, сводятся к следующему:

- 1) приборы должны быть достаточно малыми для того, чтобы своим присутствием не искажать изучаемые процессы;
- 2) приборы должны быть защищены от непосредственного нагрева солнечными лучами;
- 3) приборы должны обладать достаточной инерцией, так как при малой инерции наблюдения осложняются;
- 4) во избежание нарушения в процессе наблюдений растительного покрова, приборы должны быть дистанционными, т. е. позволяющими вести наблюдения на некотором расстоянии от установки.

Указанным требованиям почти полностью удовлетворяют электрические установки: термометры сопротивления и термометры с термоэлементами. Однако ряд технических трудностей, возникающих при применении этих термометров, привел к тому, что до последнего времени электротермометры не применялись для систематических наблюдений и использовались преимущественно лишь в исследовательских и методических работах.

Единственным прибором, имеющим широкое распространение при изучении микроклимата, является аспирационный психрометр, описание которого здесь опускается, так как оно дается в курсе общей метеорологии. Психрометром пользуются как для измерения температуры, так и для наблюдений над влажностью воздуха.

Двойная защита резервуаров термометров в психрометре блестящими никелированными цилиндрами при наличии вентиляции

освобождает показания термометров от радиационных ошибок. Перед производством наблюдений психрометр (весь прибор) должен иметь температуру, близкую к температуре воздуха; для этого обычно достаточно 20-минутного пребывания психрометра на воздухе. Следует иметь в виду, что, находясь длительный период времени на солнце без вентиляции, психрометр может перегреться. В таких случаях перед наблюдением его следует предварительно провентилировать в течение 10 минут. Вода для смачивания также должна иметь температуру, близкую к температуре воздуха.

При соблюдении этих условий психрометр можно отсчитывать через 3 минуты после смачивания и заправки. Одного смачивания хватает днем на 8—10 минут, ночью — на 20 минут.

При использовании в термометрических наблюдениях ртутных и спиртовых термометров требуется установка специальных защит.

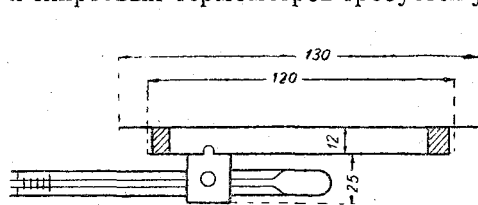


Рис. 44. Упрощенная защита Борисова.

Одна из таких защит (защита Борисова) показана на рис. 44. Она состоит из двух дисков диаметром 8—12 см, помещенных над резервуаром термометра. Предотвращая от непосредственного радиационного обмена между резервуаром

термометра и верхними слоями атмосферы, защита Борисова препятствует радиационному обмену между резервуаром и поверхностью почвы. Это обстоятельство способствует более близкому приближению показаний термометра к действительной температуре воздуха. Особенно хорошие результаты защита Борисова дает при наблюдениях над минимальной температурой среди травостоя.

Имеются и другие виды защиты, на устройстве которых здесь не останавливаемся (рис. 45).

В некоторых случаях при микроклиматических наблюдениях считается необходимым применение самопишущих приборов. Естественно, что такие большие приборы, как термограф, гидрограф и др., требуют еще более сложной установки по их затенению.

В последние годы мысль ученых направлена на конструирование специального метеорографа для микроклиматических съемок и изучения климата среди растений (фитоклимата). Так, метеорограф конструкции В. И. Виткевича имеет малые размеры и одновременно регистрирует температуру и влажность воздуха, скорость ветра и освещенность.

Обычным прибором для микроклиматических наблюдений над скоростью ветра служит ручной анемометр. Принцип его устройства дается в курсах метеорологии.

Счетчик анемометра может быть включен и выключен на расстоянии нескольких метров, что дает возможность устанавливать его на шестах до 5 м и выше. Так как с помощью ручного анемометра возможно лишь измерение скорости ветра, превышающее 1,0—1,4 м/сек, то использование его для наблюдений в приземном слое воздуха весьма ограничено. Во избежание лишних ошибок, анемометр обычно устанавливается так, чтобы счетчик был перпендикулярен ветру. Точность измерения прибором в пределах скорости до 10 м/сек составляет 0,1 м/сек.

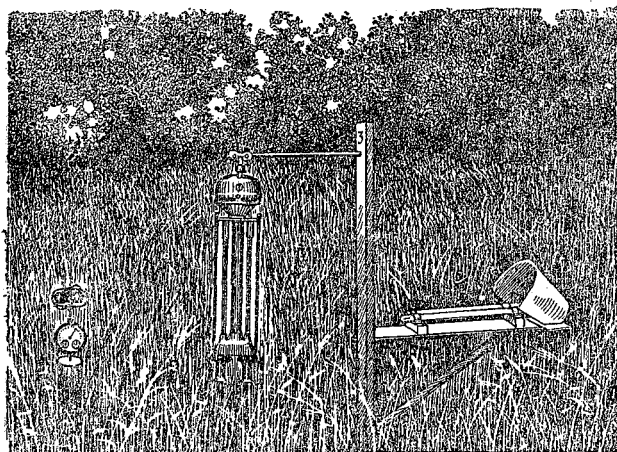


Рис. 45. Установка приборов при микроклиматическом изучении территории.

Направление ветра определяется по вымпелу — узкой полоской белого батиста длиной в 70 см, укрепленной на 2-метровом щесте.

На рис. 46 дана фотография, где показано производство микроклиматических наблюдений в совхозе «Гигант».

Систематические наблюдения над микроклиматом ограничиваются двумя — четырьмя сроками. Кроме того, эпизодически проводятся круглосуточные наблюдения через каждые час или 2 часа.

При выборе сроков наблюдений необходимо иметь в виду, что общеметеорологические сроки 7 и 19 часов неприемлемы для наблюдений в приземном слое воздуха, так как большую часть года они приходятся на переходные моменты разрушения и установления инверсии и отличаются большой изменчивостью хода почти всех метеорологических элементов. По данным С. А. Сапожниковой и Н. Н. Транкевича, при двухсрочных наблюдениях наилучшими сроками являются 13 и 1 час. Последний срок может быть заменен наблюдениями на восходе солнца.

Походные микроклиматические наблюдения в определенных точках ранее выбранного маршрута являются дополнением к сети стационарных пунктов наблюдений.

В зависимости от способа передвижения маршрутные наблюдения могут быть пешеходными, автомобильными и верховыми.

Для того чтобы уменьшить ошибку за счет неодновременности наблюдений, при походных микросъемках на каждом пункте температура отсчитывается дважды: при ходе «туда» и «обратно».

В связи с этим и длина маршрута рассчитывается таким образом, чтобы за 1½ часа можно было, производя наблюдения, пройти его в оба конца.

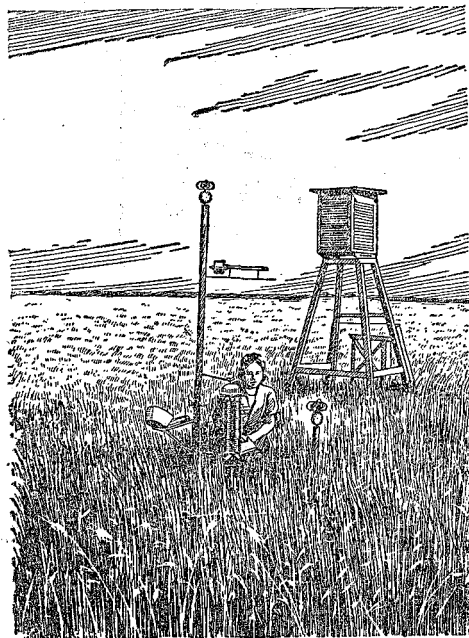


Рис. 46. Микроклиматическое изучение территории в совхозе „Гигант“.

Походные наблюдения при выявлении морозобойных мест производятся в утренние часы, за 1½ часа до восхода солнца и до начала подъема температуры. Для наблюдений выбираются ясные ночи при скорости ветра на открытом месте менее 3 м/сек, когда явно выражено сильное выхолаживание.

Для рекогносцировочных наблюдений на большой территории незаменимы автомобильные термометрические съемки.

Полученные данные по результатам микроклиматических наблюдений

для практического их использования подвергаются специальной обработке и в обработанном виде наносятся на крупномасштабную карту. Такая карта для субтропических районов Грузии была впервые составлена Г. Т. Селяниновым. На карту были нанесены данные по абсолютным годовым минимумам температуры, которые являются наиболее характерным признаком степени морозоопасности данного местоположения.

Перспективы микроклиматических исследований весьма велики. Они открывают новые резервы к расширению площадей под наиболее ценные культуры и вместе с тем создают предпосылку для рационального использования агротехнических мероприятий, способствующих повышению урожайности всех сельскохозяйственных культур.

#### § 64. Агроклиматическая характеристика территории для целей сельскохозяйственного районирования

Сельскохозяйственное производство постоянно сталкивается с необходимостью оценки той или иной территории в отношении возможности использования ее для размещения различных сельскохозяйственных объектов, т. е. с вопросом сельскохозяйственного районирования. В основу такого районирования кладется в первую очередь перспектива развития изучаемого района в разрезе задач общегосударственного планирования, далее производственно-хозяйственная специфика района и, наконец, его почвенно-климатические особенности.

Таким образом, очевидно, что агроклиматическая характеристика территории служит необходимым звеном в общей цепи работ по сельскохозяйственному районированию.

В зависимости от поставленной задачи и масштаба работы, такая характеристика может охватывать большую или меньшую территорию, больший или меньший набор сельскохозяйственных культур.

Сельскохозяйственная оценка климата в масштабе всего земного шара дана в «Мировом агроклиматическом справочнике», составленном группой специалистов-агрометеорологов под общим научным руководством Г. Т. Селянинова. Сложность подготовки такого справочника заключалась в том, что трудно было найти для всех районов земного шара однородный климатический материал, обеспечивающий сопоставимость всех разнообразных условий. Поэтому составители справочника ограничились приведением в нем лишь наиболее важных агроклиматических показателей, основные из которых следующие: температура наиболее теплого и наиболее холодного месяца; средний из абсолютных минимумов; даты перехода температуры через 5, 10 и 15°; число дней с температурой выше 5, 10 и 15°; средние и крайние даты безморозного периода, общая его продолжительность; сумма осадков за год (в том числе твердых осадков); даты начала и конца засушливого периода; сумма температур выше 10°.

Приведенные в справочнике по каждому пункту числовые данные позволяют в первом приближении дать сельскохозяйственную оценку климата каждой страны, определить природные условия мест происхождения сельскохозяйственных растений, взвесить ожидаемый успех возделывания при перенесении культуры из места ее происхождения на ту или иную часть территории.

Общее агроклиматическое описание территории Советского Союза дано также в работах Г. Т. Селянинова. В качестве основных показателей степени благоприятствования климата в отношении возделывания сельскохозяйственных культур положены те же данные, что и в «Мировом справочнике», с некоторым видоизменением и дополнением.

По обеспеченности сельскохозяйственных культур теплом территория СССР разделена в первом приближении на пять зон:

Первая зона — зона северного огородничества или исключительно кормовая, где сумма активных температур за вегетационный период составляет от 1000 до 1400°. В открытом грунте здесь могут возделываться ранние сорта картофеля, корнеплодов, некоторые сорта зерновых культур.

Вторая зона — зона северных зерновых культур. Сумма активных температур составляет здесь от 1400 до 2200°. В этой зоне при хорошей агротехнике обеспечиваются наивысшие урожаи зерновых. С успехом возделываются картофель, лен и другие малотребовательные к теплу культуры.

Третья зона — зона основного распространения кукурузы, масличных растений и частично сахарной свеклы. На юге этой зоны значительное распространение имеют бахчевые культуры, а также соя, виноград.

Сумма активных температур за вегетационный период составляет от 2200 до 3500°. Эту зону Г. Т. Селянинов называет зоной интенсивного плодоводства.

Четвертая зона — зона хлопка, табака, клещевины, кенафа и других культур с очень длинным вегетационным периодом. Сумма активных температур за вегетацию составляет здесь более 3500°.

Пятая зона — зона возделывания субтропических многолетников (инжир, лавр, чай и др.) с суммой активных температур за вегетационный период более 4000°. В пределах этой зоны выделяется подзона, где возможно возделывание цитрусовых культур.

Указанное распределение термических зон с севера на юг с довольно большой точностью повторяется в горах сверху вниз.

Давая оценку территории в отношении влагообеспеченности, Г. Т. Селянинов замечает: «С сожалением, мы должны констатировать, что в условиях СССР термические и гидрологические богатства являются как бы антагонистами, т. е. по мере нарастания термических возможностей гидрологические ресурсы уменьшаются, и там, где находится максимум тепла, влага оказывается в минимуме». Добавим, что исключением из этого правила являются районы влажных субтропиков.

Используя в качестве показателя обеспеченности осадками гидротермический коэффициент, Г. Т. Селянинов делит территорию Советского Союза по степени влагообеспеченности на следующие зоны:

- 1) зона избыточного увлажнения, где величина коэффициента более 1,3;
- 2) зона обеспеченного увлажнения, с балансом влаги от 1,3 до 1,0;
- 3) зона засушливая, с балансом влаги 1,0—0,8;
- 4) зона сухого земледелия, с балансом влаги 0,7—0,5;
- 5) зона сухая или зона ирригации с балансом влаги менее 0,5 (полупустыня и пустыня).



Беря в основу те же показатели, можно произвести разбивку крупных зон на более мелкие (подзоны, провинции).

Именно такую разбивку сделал Г. Т. Селянинов в отношении территории Урала; при этом им было выявлено четыре агроклиматические зоны:

- 1) теплая,
- 2) умеренно теплая,
- 3) умеренная и
- 4) умеренно холодная.

Приводим характеристику умеренно холодной зоны Урала: сумма активных температур не превышает 1500—1600°, продолжительность теплого периода составляет менее 100—110 дней, средняя температура июля 15—16°, число дней с температурой выше 15° не превышает 40 дней.

Указанный термический режим умеренно холодной зоны неблагоприятен для произрастания требовательных к теплу растений (огурцов, томатов).

Тормозящим фактором к получению высоких урожаев этих культур является не только общий недостаток тепла, но и резкие колебания температуры в летний период, с частыми переходами от сильной жары к сильному похолоданию, причем легкие заморозки в приземном слое воздуха и на почве возможны во все летние месяцы. Культурами, наиболее обеспеченными здесь в климатическом отношении, являются: капуста, корнеплоды и картофель. Капуста ранних сортов удается на 100%, картофель — с яровизацией, свекла и морковь в прохладные годы дают низкий урожай, вполне обеспечены теплом репа, редька, салат, лук на перо. Репа может идти на семена. Осадками эта зона обеспечена удовлетворительно; условный баланс влаги достигает 1,4—1,5. Тем не менее в периоды жаркой погоды, которая здесь бывает нередко, верхние слои легких почв пересыхают. Поэтому для устойчивых урожаев капусты необходимо искусственное орошение.

Дальнейшая детализация агроклиматической характеристики может идти в самых разнообразных направлениях. Она может выражаться в увеличении числа анализируемых явлений, в уточнении и расшифровке средних многолетних показателей, во внесении поправок на местоположение, рельеф, высоту над уровнем моря и, наконец, в уточнении показателей по отдельным культурам и отдельным периодам вегетации.

Сама по себе средняя многолетняя величина (дата, продолжительность) еще не характеризует всего многообразия тех значений, из которых она выводится, и, следовательно, не дает ясного представления о тех условиях, которые могут встретиться в реальной обстановке во все последующие годы.

Поэтому теперь все чаще и чаще прибегают к расшифровке многолетней средней величины путем вычисления вероятности (повторяемости) и обеспеченности явлений.

Под вероятностью понимают частоту случаев (лет) с тем или иным значением рассматриваемого явления, выраженную в процентах от общего числа случаев (лет).

Под обеспеченностью понимают частоту случаев (также выраженную в процентах от общего числа случаев), когда рассматриваемые явления имеют значение большее или меньшее одного из заданных значений.

Уяснение этих понятий достигается лучше всего на конкретных примерах.

При анализе материала по Свердловску за 100 лет выявлено, что средняя месячная температура мая колеблется по годам в широких пределах (от 0 до 13°) при среднем многолетнем значении 9,5°. Табл. 35 дает представление о вероятности и обеспеченности мая средними месячными температурами различных значений по отдельным годам (по С. А. Сапожниковой).

Таблица 35

Вероятность и обеспеченность средними месячными температурами мая (в процентах)

|                          | Интервалы температур |       |       |       |       |       |       |         |         |         |         |         |
|--------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                          | 3—3,9                | 4—4,9 | 5—5,9 | 6—6,9 | 7—7,9 | 8—8,9 | 9—9,9 | 10—10,9 | 11—11,9 | 12—12,9 | 13—13,9 | 14—14,9 |
| Вероятность . . . . .    | 1                    | 2     | 3     | 8     | 12    | 11    | 24    | 10      | 16      | 7       | 6       | —       |
| Обеспеченность . . . . . | 100                  | 99    | 97    | 94    | 86    | 74    | 63    | 39      | 29      | 13      | 6       | 0       |

Наибольшую вероятность в мае по Свердловску имеет температура порядка 9—9,9° (24%). Обеспеченность того, что температура будет 9—9,9° или выше, составляет 63%. Температура порядка 12—12,9° встречается редко, и ее обеспеченность составляет 13%.

Еще более изменчиво выпадение осадков. В отдельные годы, в любой из месяцев, возможно почти полное бездожде и возможны осадки, достигающие 300% нормы. Поэтому определение вероятности различных количеств осадков по месяцам является весьма существенным дополнением к средним многолетним выводам.

В табл. 36 приводится пример вероятности различного количества осадков, выведенной для степной и лесостепной полосы СССР за май.

Таблица показывает, что при средней сумме осадков за май в 40 мм наиболее часто следует ожидать месячную сумму осадков от 20 до 40 и от 40 до 60 мм (вероятность 30%), но в отдельные дождливые годы месячная сумма осадков может подниматься до 80 мм, а в сухие годы (в 10 лет из 100) — опускаться до 10 мм.

Для дат наступления и окончания периодов с определенными температурами указывается обеспеченность времени наступления и окончания их ранее (или позже) заданного срока.

Таблица 36

## Вероятность осадков (в процентах)

| Среднее<br>многолетнее<br>количество<br>осадков<br>(в мм) | Количество осадков в отдельные годы (в мм) |       |       |       |       |        |         |
|---|--|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
|   | 0—10                                       | 10—20 | 20—40 | 40—60 | 60—80 | 80—100 | 100—150 |
| 30  | 15   | 15    | 40    | 20    | 10    | 25     | —       |
| 40  | 10   | 15    | 30    | 30    | 10    | 5      | —       |
| 50  | 5  | 10    | 30    | 30    | 15    | 10     | —       |

В табл. 37 приведены данные по обеспеченности дат наступления безморозного периода при трех различных средних многолетних датах.

Таблица 37

Обеспеченность начала безморозного периода в отдельные годы после указанной даты при определенных значениях средней даты (в процентах)

| Средняя<br>дата<br>начала<br>безмо-<br>розного<br>периода | Дата начала безморозного периода |    |     |     |        |    |    |    |    |     |    |    |    |    |      |     |     |
|---|----------------------------------|----|-----|-----|--------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|------|-----|-----|
|   | март                             |    |     |     | апрель |    |    |    |    | май |    |    |    |    | июнь |     |     |
|   | 11                               | 16 | 21  | 26  | 1      | 6  | 11 | 16 | 21 | 26  | 1  | 6  | 11 | 16 | 21   | 26  | 1   |
| 11/IV   | 100                              | 96 | 92  | 85  | 75     | 65 | 50 | 35 | 25 | 15  | 8  | 5  | 2  | 0  |      |     |     |
| 21/IV   |                                  |    | 100 | 96  | 92     | 85 | 75 | 65 | 50 | 35  | 25 | 15 | 8  | 5  | 2    | 100 |     |
| 1/V   |                                  |    |     | 100 | 96     | 92 | 85 | 75 | 65 | 50  | 35 | 25 | 15 | 8  | 5    | 2   | 100 |

Из табл. 37 следует, что при средней многолетней дате начала безморозного периода 21/IV обеспеченность наступления безморозного периода после 11/V составляет всего 8%, т. е. такое положение наблюдается весьма редко и может осуществиться из 100 лет только 8 раз.

Аналогичные таблицы вероятности и обеспеченности могут быть получены и в отношении других показателей (числа дней с тем или иным явлением, общей продолжительности периода и т. д.).

Практическое значение данных о вероятности и обеспеченности весьма велико. Так, установление вероятности наступления дат средних суточных температур разных уровней используется для определения наиболее рациональных сроков начала и конца полевых работ, наиболее рациональных сроков сева теплолюбивых культур, наиболее вероятного начала вегетационного периода и т. д.

Вторым шагом по детализации агроклиматической характеристики является внесение поправки на высоту местоположения и рельеф, о чем частично уже говорилось в предыдущих разделах.

При характеристике термического режима трасс государственных защитных лесных полос применялись следующие поправки к месячным температурам. В холодное время года (ноябрь—март) поправка на падение температуры с высотой не превышает  $0,2—0,3^{\circ}$  на каждые 100 м подъема; в теплое время года (май—сентябрь) поправка увеличивается до  $0,6—0,7^{\circ}$ . В небольших долинах и оврагах дневные температуры в июле—августе должны быть повышены сравнительно с ровной местностью на  $1^{\circ}$ , ночные же температуры — понижены на  $1—1,5^{\circ}$ .

На основе всех учтенных показателей производится деление территории на агроклиматические зоны, подзоны и районы, составляется описание их особенностей по комплексу всех признаков, дается наглядное изображение выделенных зон и районов на карте.

Наряду с общей агроклиматической характеристикой часто прибегают к оценке климата в отношении какой-либо одной культуры. Такая оценка имеет то преимущество, что делает агроклиматический анализ более конкретным, имеющим большую производственную значимость.

Глубокая теоретическая обоснованность такого подхода дана в работе Ф. Ф. Давитая «Климатические зоны винограда в СССР». Автор этой работы указывает, что «прогноз возможного размещения культуры в пространстве по признаку климатической целесообразности (при существующих сортах и агротехнике) предполагает наличие следующих основных условий:

1) знания биоклиматической характеристики культур, т. е. знание их отношений к климату, выраженного в объективных показателях;

2) знания распределения этих последних по изучаемой территории».

В частности, для культуры винограда, по Ф. Ф. Давитая, необходимо знать:

1) температуру, при которой начинается и заканчивается вегетация культуры;

2) крайние высокие и низкие температуры, вредные для винограда;

3) отношение винограда к термическим условиям в период вегетации:

а) потребную сумму тепла и средний уровень температур по отдельным периодам вегетации винограда;

б) требовательность винограда к продолжительности безморозного периода;

4) требовательность винограда к интенсивности освещения;

5) отношение винограда к продолжительности дня и ночи;

6) потребность винограда во влаге за периоды главного роста и репродукции;

7) температуру начала повреждения и полной гибели винограда от низких температур в условиях различных приемов агротехники (закрытие лозы на зиму или оставление ее на зиму открытой).

После выявления биоклиматических показателей переходят к характеристике климатических особенностей изучаемой территории в тех же показателях, т. е. к определению условий климатического «благоприятствования», или, что то же самое, к характеристике климатической обеспеченности.

Сначала выявляется климатическая обеспеченность территории в отношении светового и теплового режима, затем производится дифференциация территории по признаку обеспеченности влагой, далее детализируются условия перезимовки и т. д. Границы климатической обеспеченности каждого признака вычерчиваются на картах и таким образом устанавливаются районы, лучше или хуже обеспеченные. После этого определяются микроклиматические поправки, указываются пути агрономического преодоления недостатков климата и обрисовываются перспективы расширения зоны возделывания изучаемой культуры.

## ЛИТЕРАТУРА

### ВВЕДЕНИЕ

- Максимов С. А. и Петунин И. М. К истории развития сельскохозяйственной метеорологии в Советском Союзе. Метеорология и гидрология, № 5, 1949.
- Максимов С. А. П. И. Броунов — основоположник сельскохозяйственной метеорологии. Гидрометеоздат. Л. 1952.
- Сельскохозяйственная гидрометеорология. Под ред. А. В. Федорова. М. 1936.

### Глава I

- Гейгер Р. Климат приземного слоя воздуха. Сельхозгиз, 1931.
- Небольсин С. И. Затухание ветра среди полевой растительности. Труды Моск. обл. с.-х. оп. ст., вып. I, 1922.
- Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. Гидрометеоздат. 1950.

### Глава II

- Иванов Л. А. Физиология растений. М. 1931.
- Иванов Л. А. Свет и влага в жизни наших древесных пород. М. 1946.
- Кароль Б. П. Снежный покров. Гидрометеоздат, Л. 1949.
- Костин С. И. Основы метеорологии и климатологии. Гидрометеоздат, Л. 1951.
- Лысенко Т. Д. Влияние термического фактора на продолжительность фаз развития растений. М. 1949.
- Максимов Н. А. Краткий курс физиологии растений. М. 1948.
- Тимирязев К. А. Жизнь растений. М. 1908.

### Глава III

- Качинский Н. А. О влажности почвы и методах ее изучения. М. 1930.
- Костяков А. Н. Основы мелиорации. 1938.
- Процеров А. В. Полевая влагоемкость почв европейской части Союза ССР. Труды по с.-х. метеорологии, вып. XXVI, 1948.
- Разумова Л. А. Основные итоги агрогидрологических исследований гидрометслужбы. Труды ЦИП, вып. 18, 1949.
- Руководство по определению агрогидрологических свойств почв на гидрометстанциях. М. 1949.
- Черкасов А. А. Мелиорация и сельскохозяйственное водоснабжение. Сельхозгиз, 1951.

### Глава IV

- Белохонов И. В., Курьин И. И. и др. Плодоводство. Сельхозгиз, 1939.
- Иванов П. К. Яровая пшеница. М. 1948.
- Кружилин А. С. Физиология орошаемых полевых культур. Сельхозгиз, 1944.

- Лисицин П. М. Вопросы биологии красного клевера. М. 1947.  
 Лорх А. Г. Картофель. М. 1948.  
 Лорх А. Г. Динамика накопления урожая картофеля. М. 1948.  
 Лысенко Т. Д. Агробиология. М. 1949.  
 Носатовский А. И. Пшеница (биология). М. 1950.  
 Смирнов А. И. Растениеводство. М. 1947.  
 Соколов А. А. Просо. ОГИЗ, 1939.  
 Эдельштейн В. И. Овощеводство. М. 1944.  
 Якушкин И. В. Растениеводство. Сельхозгиз, 1948.

#### Глава V

- Агроклиматические условия степи Украинской ССР и пути их улучшения. Сборник АН Укр. ССР, 1950 (статьи А. М. Алпатьева, П. К. Евсеева, С. И. Костина, М. С. Кулика, В. П. Попова, А. В. Процерова, Е. А. Цубербиллер).  
 Бодров В. А. Влияние лесных полос на микроклимат прилегающей территории. Изд. ВАСХНИЛ, 1935.  
 Будыко М. И., Дроздов О. А., Львович М. И. и др. Изменение климата в связи с планом преобразования природы засушливых районов СССР. Под ред. Х. П. Погосяна. Гидрометеиздат, Л. 1952.  
 Венцкевич Г. З. Предвидение весенних заморозков. Свердловгиз, 1948.  
 Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М. 1938.  
 Высоцкий Г. Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. М. 1938.  
 Гольцберг И. А. Климатическая характеристика заморозков и методы борьбы с ними в СССР. Труды ГГО, вып. 17, Л. 1949.  
 Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. 1892.  
 Измайльский А. А. Как высохла наша степь. Полтава, 1893.  
 Костычев П. А. О борьбе с засухами в Черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега. 1893.  
 Лысенко Т. Д. Озимую пшеницу на поля Сибири. Агробиология, № 2, 1948.  
 Мосолов В. П. Агротехника в борьбе с гибелью озимых культур. Казань. 1938.  
 Петунин И. М. К вопросу вымерзания озимых посевов пшеницы и ржи. Труды ЦИП, вып. 18, 1949.  
 Салтыковский М. И. Гибель озимых хлебов под ледяной коркой. Труды Саратовской с.-х. генетической станции, 1934.  
 Степанов В. Н. Характеристика сельскохозяйственных культур по устойчивости их к заморозкам. Советская агрономия, № 4, 1948.  
 Туманов И. И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. М. — Л. 1940.  
 Чудновский А. Ф. Заморозки. Гидрометеиздат, 1949.  
 Ярославцев И. М. Заморозки. Гидрометеиздат, Л. 1949.

#### Глава VI

- Временное руководство по производству агрометеорологических наблюдений на пастбищах и сенокосах отгонного животноводства. М. 1950.  
 Инструкция по составлению декадных и ежедневных агрометеорологических телеграмм. Л. 1950.  
 Инструкция по производству агрометеорологических наблюдений в государственных защитных лесных полосах, полезащитных лесных насаждениях и лесных питомниках. Л. 1950.  
 Руденко А. И. Руководство к однообразному определению фаз развития сельскохозяйственных растений. М. 1950.  
 Руководство по производству агрометеорологических наблюдений. М. 1951.

#### Глава VII

- Мостинская С. Б. Особенности расходования почвенной влаги многолетними травами. Информ. сборник, 1950.
- Поляков Б. В. Измерение влажности почв и прогноз их просыхания. Труды ЦИП, вып. 4, 1947.
- Разумова Л. А. Основные итоги агрогидрологических исследований гидрометслужбы. Труды ЦИП, вып. 18, 1949.
- Щербиновский Н. С. Сезонные явления в природе. М. 1947.
- ШигOLEв А. А. Руководство по обработке фенологических наблюдений и составлению фенологических прогнозов. М. 1941.
- Шульгин А. М. Температурный режим поверхностных слоев почвы в зимний период на разных агрофонах в лесостепи Алтайского края. Труды ЦИП, вып. 18, 1949.

#### Глава VIII

- Алпатъев А. М. Борьба с неблагоприятными явлениями погоды. Свердловгиз, 1947.
- Давитая Ф. Ф. Климатические зоны винограда в СССР. Л.—М. 1938.
- Мировой агроклиматический справочник. Под ред. Г. Т. Селянинова. Л.—М. 1937.
- Селянинов Г. Т. К вопросу о классификации сельскохозяйственных культур по климатическому признаку. Труды по с.-х. метеорологии, вып. 21, 1930.

---

Редактор *В. В. Синельщиков.* Техн. ред. *Л. Б. Кононова.*  
Корректоры *К. И. Розина, Б. Л. Хасин.*

---

Сдано в набор 23/VII 1952 г. Подписано к печати 27/VIII 1952 г.  
Изд. № 97. Индекс УМ-Л-97. Бумага 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 6<sup>1</sup>/<sub>4</sub>. Печ. л. 20<sup>1</sup>/<sub>4</sub>.  
Уч.-изд. л. 20,67. Печ. зн. в 1 бум. л. 81700. Тираж 10 000 экз.  
Гидрометеиздат, г. Ленинград, 1952 г. Заказ № 1093.  
М-42715. Цена 8 руб. 75 коп.

---

2-я типо-литография Гидрометеоздата, г. Ленинград, Прачечный пер., д. 6.

