Ф. ШНЕЛЛЕ

# ФЕНОЛОГИЯ растений

# PFLANZEN-PHÄNOLOGIE

VON

DR. FRITZ SCHNELLE

BAD KISSINGEN

Mit 46 Abbildungen und 14 Karten

LEIPZIG 1955

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT

GEEST und PORTIG K.-G.

Ф. ШНЕЛЛЕ

# ФЕНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Перевод с немецкого
М. Д. ДЕНИСОВОЙ и Е. В. ЭЛЛАДИ

Под редакцией
доктора геогр. наук
И. А. ГОЛЬЦБЕРГ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
*Ленинград · 1961*

## *АННОТАЦИЯ*

Книга с исчерпывающей полнотой знакомит с предметом, историей развития, методами сбора и обработки материалов по фенологии. Приводятся данные по региональной фенологии, выявляются и анализируются климатологические и физико-географические причины фенологических различий. Показано практическое значение и применение фенологии растений.

Книга рассчитана на специалистов агрометеорологов, климатологов, агрономов, преподавателей географии и ботаники, а также на краеведов и всех любителей природы.

# 1. ЗАДАЧИ И СУЩНОСТЬ ФЕНОЛОГИИ

Под «фенологией» понимается наука о явлениях роста и развития растений или животных, которые следует наблюдать (фенология растений или животных). Фенология животных до настоящего времени еще не достаточно развита. В данной работе для краткости автор часто пользуется словом «фенология», говоря о фенологии растений.

Термин «фенология» был предложен Морраном — ботаником, работавшим в средине XIX в. в Люттихе. Несмотря на то что этот термин не вполне удачен, он все же привился. Новое, филологически правильно построенное слово, которое неоднократно пытались создать, не смогло бы вытеснить прежде принятое название.

Основной задачей фенологии являются наблюдения различных изменений в годовом цикле развития растений и ежегодная регистрация времени наступления их. Данные, собранные в разных областях или хотя бы и в одном и том же пункте, но в разные годы, сравниваются между собой. Однако фенология занимается не только наблюдениями; перед ней, кроме того, стоит задача выявления закономерностей в ходе периодического развития и определения зависимости его от условий окружающей среды, в частности определения влияния почвы и климата на периодические явления жизни растений. Прикладная фенология показывает возможности применения данных наблюдений и исследований в науке и практике. Фиксируются все ясно различимые, заметные явления развития растений, о которых можно уверенно сказать, что они наступили в определенный день. К таким явлениям, например, относится начало цветения, т. е. тот момент, когда на дереве, за которым ведется ежедневное наблюдение, открылись первые цветки. Этот день отмечается как дата начала цветения. Менее доступна для фенологических наблюдений равномерно увеличивающаяся толщина или длина ствола, ветки, соломины, стебля или постепенный рост пластинки листа и плода. Для того чтобы проследить за ходом такого прироста, требуется применение специальных приборов или каких-либо вспомога-

тельных средств. Специальная область фенологии, производящая наблюдения за ходом роста растений с помощью измерительных приборов, носит название фенометрии.

Иногда такие наблюдения можно делать на глаз или с помощью простых приспособлений; так, например, для определения суточного увеличения длины соломины зерновых в период быстрого прироста измерения можно производить с помощью рулетки. Для определения увеличения объема растущего плода приходится пользоваться более сложными приборами. Поэтому подобные исследования и в дальнейшем смогут проводиться лишь на специальных станциях.

Для общих фенологических наблюдений хорошо подходит определение появления первых листьев весной, момента, когда лопаются почки и развертывается лист (зеленение). Внимание наблюдателя привлекают также следующие заметные явления: созревание плодов, осенняя раскраска листьев, листопад или (при наблюдении за сельскохозяйственными культурами) посев, всходы, появление колосьев и метелок, уборка и т. д. Эти явления называются также фенологическими фазами, или фазами развития (т. е. ступенями развития).

Так можно проследить развитие деревьев, кустов, злаков и трав в течение всего года. У каштана конского, например, с весны наблюдают набухание почек до наступления того дня, когда появятся первые листья, через некоторое время — появление первых цветков, осенью фиксируется дата, когда плоды растрескиваются и спелые коричневые каштаны осыпаются; затем наблюдается изменение окраски листьев и начало листопада. У сельскохозяйственных культур весной можно отметить дату посева овса, появление первых заметных зеленых листьев на темно-коричневой пашне; в начале лета фиксируется увеличение длины соломины, появление первых метелок из верхних листовых влагалищ, а в середине лета записывается дата уборки овса.

Следовательно, фенология растений занимается наблюдением за заметными, легко распознаваемыми явлениями (фазами) развития, определением ритма роста и развития, свойственного отдельным видам растений, и с их помощью устанавливает годовой ход развития растений.

В книге сохранена применяемая автором устаревшая географическая терминология. В соответствии с актом капитуляции нацистской Германии б. Восточная Пруссия отошла к Польской Народной Республике (северная часть Гданьск) и к СССР (Калининградская область), б. Силезия отошла к Польской Народной Республике (южная часть Польши — г. Вроцлав). Территория Германии в данной книге рассматривается как единая в физико-географическом, а не в политическом отношении—*Ред.*

# 2. РАЗВИТИЕ ФЕНОЛОГИИ

## 2.1. НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

### 2.1.1. Линней и его последователи (1750—1826 гг.)

Основоположником фенологии является известный шведский ботаник Карл Линней. В 1751 г. в книге «Философия ботаники» [1] Линней впервые дал четкое изложение цели и методики фенологических наблюдений, описал основные фазы развития растений, которые и в настоящее время принимаются за основу при составлении руководств по ведению фенологических наблюдений. Указанная им главная цель фенологии осталась до сих пор неизменной. Календарь растений, фиксирующий в каждой провинции зеленение листьев, зацветание, созревание плодов и листопад, сопоставленный с одновременно проведенными наблюдениями за климатом, дает возможность определить различие между отдельными областями.

К. Линней впервые организовал в Швеции сеть наблюдательных пунктов в 18 точках. Эта сеть просуществовала только с 1750 до 1752 г. До первой четверти XIX в. она являлась образцом и стимулом для организации подобных фенологических наблюдений в разных странах.

В истории первого периода развития фенологии, написанной Ине [2], упоминается, что пионерами внедрения фенологии в своих странах были англичанин Стеллингфлит (в 1755 г. составлен «Календарь флоры» для его родины Страттон в Норфолке), ботаник Скополи, опубликовавший в 1762 г. Calendarium Florae Carniolicae, Генке (в 1786 г. опубликованы данные о ходе цветения в Праге). В 1780 г. Палатинское метеорологическое общество в Мангейме одновременно с метеорологической сетью создало первую международную сеть пунктов фенологических наблюдений и организовало ряд точек в Европе. Были опубликованы данные наблюдений за период с 1781 по 1792 г., проводившихся в Мангейме, на горе Пейсен, на оз. Тегери, в Праге и Регенсбурге [3]. Фенологические наблюдения в других пунктах,

проводившиеся в это же время, были недостаточно точными, т. е. плохо определялись даты наступления фаз, и, кроме того, велись нерегулярно, хотя еще Линней требовал регулярности наблюдений.

### 2.1.2. Мартиус — Шублер — Квателет — Фритч (1827—1881 гг.)

Качество наблюдений улучшилось с 1827 г., после того как Мартиус на съезде натуралистов и врачей в Мюнхене предложил наблюдать время цветения повсеместно распространенных растений и опубликовал список таких растений. Профессор ботаники в Тюбингене Шублер развил и успешно продолжил это начинание. По его инициативе с 1827 г. было положено начало регулярному опубликованию данных фенологических наблюдений в метеорологическом ежегоднике. В 1828 г. в Богемии патриотическое Экономическое общество тоже создало сеть наблюдательных пунктов. С 1839 г. в Бельгии директор Брюссельской астрономической обсерватории Адольф Квателет стал неутомимо и целеустремленно внедрять фенологические наблюдения. Квателет собирал примерно из 80 пунктов в Бельгии, Голландии, Германии, Италии, Франции, Англии и Швейцарии сообщения наблюдателей, которые работали по составленной им инструкции и высылали ему результаты наблюдений с 1841 по 1872 г.

Значительное развитие фенологические исследования получили в Германии и Австро-Венгрии благодаря работам видного ученого фенолога Карла Фритча, который сначала был адъюнктом, затем вице-директором Центрального управления по метеорологии и земному магнетизму в Вене. На основании личных фенологических наблюдений и исследований в течение длительного периода он издал в 1853 г. от имени Центрального управления по метеорологии и земному магнетизму инструкцию по наблюдению за растительностью для метеорологических станций. Начиная с этого года по всем метеорологическим станциям и адресам добровольных наблюдателей ежегодно рассылались бланки для записи наблюдений. Наблюдатели должны были в конце года возвращать их заполненными. Фритч пропагандировал организацию таких же центральных управлений в других странах.

Когда в 1857 г. на Международном конгрессе статистиков в Вене Квателет предложил выработать инструкцию для ведения международных фенологических наблюдений, составление ее было поручено Фритчу. Хотя эта инструкция и была утверждена на ближайшем конгрессе в Лондоне (1860 г.), однако никто, кроме Фритча, по ней не работал. На этом закончился первый этап развития фенологии.

## 2.2. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ФЕНОЛОГИИ В ГЕРМАНИИ

### 2.2.1. От Гофмана — Ине до Гильтнера (1882—1923 гг.)

В 1882 г. профессору ботаники в Гисене Гофману удалось создать сеть фенологических наблюдений в Германии. В течение 40 лет Гофман сам вел фенологические наблюдения, а позднее работу продолжил его ученик Ине. Они опубликовали обращение [4], которое было распространено по всей Европе и нашло соответствующий отклик. С этих пор ежегодно от большого числа добровольных наблюдателей стали регулярно поступать материалы. Это обращение, которое до сих пор служит основой для составляемых инструкций, рекомендует вести наблюдения за 34 видами растений, отмечая начало их цветения. Для некоторых растений отмечаются еще другие фазы развития, например появление первых листьев, начало созревания плодов, общее изменение окраски листьев. Данные этих наблюдений публиковались Ине [5] в ежегодниках, издававшихся в течение 59 лет, с 1883 г. по 1941 г. Они являются очень ценным материалом для дальнейшей обработки, особенно для фенологических исследований в пределах Германии.

Из многочисленных работ по фенологии обоих авторов две заслуживают особого внимания. В 1881 г. Гофман впервые составил фенологическую карту Средней Европы [6]. На этой карте показано, на сколько дней раньше или позже, чем в Гисене, начинается весна в Средней Европе. В 1905 г. появилась работа Ине «Фенологическая карта наступления весны в Средней Европе» [7]. В ней Ине обобщил материалы наблюдений нескольких сотен станций, входивших в созданную им сеть, а также другие представляющие интерес наблюдения.

Наряду с наблюдательной сетью, организованной Гофманом и Ине, были созданы и некоторые другие. Стоит упомянуть о лесной фенологической сети из 240 наблюдательных пунктов, данные которых были в 1897 г. обработаны в Гисене Виммеnауэром [8], о наблюдениях на нескольких точках в Мекленбург-Шверине с 1867 г., в Шлезвиг-Гольштейне и Любеке с 1869 по 1883 г. (обработаны профессором физики в Киле Карстеном); в Саксонии наблюдения велись с 1864 по 1897 г. (обработаны Громаном). Кроме того, наблюдения велись в Вюртемберге, в б. Силезии (с 1899 по 1903 г.), в Восточной и Западной Пруссии, а также в Баварии (по лесным округам с 1863 по 1883 г.). Директор Ботанического сада в Дрездене Друде в своей работе «География растений Германии» особо подчеркнул ценность фенологических данных.

В Баварии в период с 1912 по 1923 г. существовала служба фенологических наблюдений, в организации которой принял участие проф. Лоренц Гильтнер, начальник Баварского упра-

вления растениеводства и защиты растений. Его сын, Е. Гильтнер [9], в большом труде по фенологии использовал данные наблюдений за рожью. К этому времени стало ясно, что для растениеводства и защиты растений данные по фенологии крайне необходимы и полезны. Карты Ине с датами наступления весны в Средней Европе и Гессене вызвали интерес к фенологии не только у ботаников и метеорологов, но также и у работников сельского хозяйства. Эти карты способствовали установлению более тесной связи между фенологией и исследованиями в области климатологии и географии.

### 2.2.2. Государственная фенологическая служба (Государственная биологическая служба и Служба погоды 1922—1944 гг.)

После первой мировой войны отдел биологии Министерства земледелия и лесоводства в Берлине организовал Государственную фенологическую службу, охватившую с 1922 по 1935 г. сетью своих наблюдательных пунктов всю Германию. До сих пор обработаны только результаты наблюдений, сделанных за первые три года, с 1922 по 1924. Гэрле [10] произвел выборочную обработку материалов по озимой ржи и озимой пшенице. Следует отметить также работы Шрепфера [11].

Наряду с пунктами наблюдений, организованными Государственной биологической службой, в 1935 г. имелись еще сети специального назначения: западногерманская сеть б. Института климатологии в Трире, сети, обслуживавшие местные службы сельскохозяйственной метеорологии. Специальная сеть была создана в районах виноградарства на Рейне и в Баварии с центром в Вюрцбурге, где помещалась центральная станция по защите винограда. В 1936 г. все эти сети наблюдательных пунктов со всем обслуживающим персоналом были объединены и переданы в ведение вновь организованной Государственной фенологической службы, которая была подчинена Службе погоды в Берлине и с этих пор стала обслуживать всю Германию.

После объединения в системе Фенологической службы значительно возросло количество наблюдателей и увеличилась программа наблюдений. Для удовлетворения запросов разных потребителей наблюдения производились над дикорастущими и культурными растениями, овощами, виноградом, сорными травами, а также над вредителями и болезнями растений. В 1939 г. по всей Германии насчитывалось 10 000 наблюдателей-фенологов. Так было до 1944 г.

Материалы фенологических наблюдений за 1936 и 1937 гг. [12] были опубликованы перед войной в виде таблиц, дополненных несколькими фенологическими цветными картами. Сравни-

мые данные фенологических наблюдений в Германии за период до 1944 г. тоже опубликованы [13]. Во время войны материал за последние годы работы сети был, к сожалению, утерян.

### 2.2.3. Фенологическая служба в Германии после 1945 г.

После 1945 г. Фенологическая служба снова вошла в систему восстановленной Службы погоды, но разделенной по зонам.

В 1945 и 1946 гг. производилось мало наблюдений, только с 1947 г. стало возможным иметь данные наблюдений из всех районов Германии. Теперь они систематически публикуются в метеорологических ежегодниках. Из года в год расширяется и совершенствуется сеть наблюдательных пунктов в разных частях Германии, причем в основном отмечаются одни и те же фазы развития растений. Благодаря этому материал, поступающий из западной и средней областей Германии, является довольно однородным.

## 2. 3. РАЗВИТИЕ ФЕНОЛОГИИ В ДРУГИХ СТРАНАХ

### 2. 3. 1. Австрия

После Фритча (XIX в.) фенологией в Австрии не занимались в течение почти 40 лет, и только в 1926 г. в Верхней Австрии Вернек снова организовал сеть наблюдательных пунктов, которая просуществовала до 1930 г. В 1928 г. по инициативе Фридриха Розенкранца работа Фенологической службы была восстановлена по всей Австрии. С тех пор наблюдения без особенных пробелов ведутся до настоящего времени. Данные наблюдений за первые 10 лет (1928—1937 гг.) были обработаны Розенкранцем [15]. Он продолжал собирать материалы по фенологии Австрии до 1945 г. и публиковал их в ежегодниках Центральной службы метеорологии и геодинамики в Вене [16, 17].

В книге Розенкранца [18] обстоятельно обработаны данные, особенно по Австрии.

### 2. 3. 2. Чехословакия

В 1925 г. по всей Чехословакии была создана хорошо организованная сеть фенологических наблюдений. Руководство пунктами наблюдений осуществлялось четырьмя разными учреждениями. В ежегодно публикуемых материалах [19] проявляется особый интерес к изучению фаз развития сельскохозяйственных культур. Опубликование фенологических данных продолжается.

### 2. 3. 3. Польша

Фенологические наблюдения [20] проводятся в Польше с 1931 г. Изучается развитие дикорастущей флоры, полевых культур и лесных пород. По данным наблюдений составляются карты [21, 21а], которые публикуются в ежегодниках.

### 2. 3. 4. СССР

Следует особо упомянуть о фенологических наблюдениях в Европейской и Азиатской частях СССР (в двадцатых годах) Общества любителей мироведения и Центрального бюро краеведения. В тридцатых годах во многих областях Европейской части СССР были созданы местные фенологические службы, которые главное внимание уделяли наблюдениям за развитием сельскохозяйственных культур. В настоящее время фенологические наблюдения в СССР ведутся государственными агрогидрометеорологическими станциями. Достойно внимания также включение в школьную программу сведений по фенологии. Особенно большую работу по фенологии провели Б. Н. Кайгородов, Д. О. Святский, Н. П. Смирнов, Г. Э. Шульц и В. Б. Шамраевский. Для повышения качества и уточнения наблюдений были изданы разные, часто очень обстоятельные руководства для наблюдателей, например руководства Д. Годнева и А. А. Шиголева [23]. В 1950 г. вышел в свет учебник Н. В. Попова [24] по фенологии, предназначенный главным образом для школьников.

История развития фенологических наблюдений в России от Петра Великого до настоящего времени дана в книге А. И. Руденко [25], особо осветившего значение и задачи, стоящие перед советской фенологией. Организация фенологических наблюдений в настоящее время освещена В. В. Синельщиковым [26]. Фенологические наблюдения производятся различными государственными учреждениями и организациями, например агро- и гидрометеорологическими станциями Главного управления гидрометеорологической службы, государственными опытными станциями разных сельскохозяйственных организаций, а также ботаническими садами и парками. Добровольные сотрудники-любители, члены Фенологической комиссии Географического общества СССР, совместно с отделами Академии наук СССР также принимают участие в фенологических наблюдениях. Данные фенологических наблюдений вместе с параллельными метеорологическими данными используются Гидрометеорологической службой для учета состояния посевов и составления агрометеорологических прогнозов для разных областей страны.

В животноводческих районах особенно детально учитывается ход развития луговых трав, а там, где заложены лес-

ные полосы, ведутся фенологические и другие специальные биологические наблюдения за растениями защитных полос. С 1934 до 1941 г. и затем с 1945 г. издаются фенологические прогнозы (о времени цветения и уборки) с использованием параллельно ведущихся метеорологических наблюдений. В 1954 г. появилась книга Бейдеман [26а] о фенологических наблюдениях при геоботанических исследованиях.

### 2. 3. 5. Финляндия

Финское научное общество систематически собирало данные по фенологии за период больше 100 лет. С 1896 г. эти данные регулярно публикуются [27]. В 1954 г. издана книга О. Иогансона [28], в которой подведены итоги фенологических наблюдений в Финляндии до наших дней.

### 2. 3. 6. Швеция

Фенологические наблюдения регулярно ведутся в разных районах Швеции, родине фенологии, с 1873 г. Инициатором создания фенологической сети был профессор метеорологии в Упсала Гильдебрандсон. С 1881 г. сеть наблюдательных пунктов перешла в ведение Центрального управления метеорологии в Стокгольме. Материалы наблюдений для разных районов были обработаны в 1923, 1927 и 1930 гг. [29].

### 2. 3. 7. Норвегия

Наблюдения, которые велись в окрестностях Осло с 1843 по 1864 г., были обработаны и опубликованы Принтцем [29а]; Ф. Шубелер [29в] обработал данные наблюдений в этом районе за период с 1850 по 1886 г. Известны длительные наблюдения А. Моэ [29с] в окрестностях Ставангера с 1897 по 1926 г. В настоящее время в разных районах страны собраны длинные ряды наблюдений специальной фенологической сети, обработка которых ведется Лаушером. На основе имеющегося опыта служба метеорологии намеревается в будущем организовать фенологические наблюдения по всей стране.

### 2. 3. 8. Англия

Из ранних попыток заслуживает внимания ряд наблюдений, проводившихся с 1736 г. пятью поколениями одной семьи [30], проживавшей близ Норвика. В 1877 г. метеорологическое общество в Лондоне приняло решение организовать фенологиче-

ские наблюдения. Инструкция, принятая на конференции делегатов, была разработана в основном Престоном. Материалы фенологических наблюдений стали регулярно публиковаться в журнале «Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society».

Наблюдения велись (за исключением отдельных наблюдений за животными и насекомыми) только за дикорастущими растениями; сельскохозяйственные культурные растения совсем не были внесены в перечень растений, за которыми велись наблюдения. В 1924 и 1925 гг. Кларк [31] много потрудился, пытаясь организовать объединенную международную сеть наблюдательных пунктов и обобщить работы разных стран в области фенологии.

С 1946 г. фенологическая сеть Королевского метеорологического общества больше не существует. Однако во многих местах возобновились фенологические наблюдения и исследования, необходимые для практических целей.

### 2. 3. 9. Голландия

В Голландии с 1885 г. начали вести единичные фенологические наблюдения за дикорастущей флорой. С 1879 по 1888 г. велись регулярные наблюдения. Обзор материалов этих наблюдений был впервые опубликован В. Кеппеном [33] в «Фенологическом календаре» в 1888 г. [32].

Позднее Бос [34] начиная с 1896 г. опубликовал фенологические материалы отдельных станций в различных журналах. Он организовал Нидерландское общество фенологов. Небольшая сеть наблюдательных пунктов этого общества регулярно собирала фенологические данные со всех уголков страны. За последнее время сеть Метеорологического института [35] значительно расширена. В перечень объектов наблюдений были занесены следующие группы растений: дикорастущие, плодовые и садовые культуры, медоносы. О дальнейшем расширении круга фенологических наблюдений стали заботиться отделы экологии и фенологии Нидерландского общества сельского хозяйства.

### 2. 3. 10. Бельгия

В Уккле — Брюсселе давно ведутся систематические наблюдения примерно за 60 растениями, возделывающимися на небольших делянках опытного поля Метеорологического института. Материалы этих наблюдений ежегодно регулярно публикуются [36]. За последнее время в разных частях Бельгии организовано несколько точек фенологических наблюдений.

## 2. 3. 11. Франция

Центральным метеорологическим бюро в 1880 г. под руководством Маскара было издано руководство по ведению фенологических наблюдений и заложена фенологическая сеть по всей стране. Обширные материалы наблюдений, проведение которых началось в период 1880—1890 гг., были тщательно обработаны. А. Анго [37]. В последнее время, после 1942 г., появилась возможность расширить имеющуюся сеть.

## 2. 3. 12. Швейцария

После некоторых ранних попыток вести фенологические наблюдения в разных частях страны [37а] в 1951 г. Центральное метеорологическое управление в Цюрихе организовало единую сеть фенологических наблюдений, охватившую всю страну.

## 2. 3. 13. Испания

Климатологическим отделом Государственной метеорологической службы в 1942 г. по немецкому образцу была создана специальная служба фенологии. Регулярно публикуемые в периодической печати обзоры материалов фенологических наблюдений [39, 40] дают возможность следить за тем, что происходит в этой стране в области фенологии.

## 2. 3. 14. Италия

С 1922 г. ботаниками была заложена в Италии небольшая сеть фенологических станций. Собираемые материалы обрабатывались и регулярно печатались М. Минио [41]. Значительное развитие фенологические исследования в Италии получили в трудах А. Марцелло [42, 43, 44]. Он указывал, что следует вести наблюдения за ходом развития не только отдельных растений, но нужно также изучать ритм развития растительного сообщества. Эта новая отрасль фенологии получила название синфенологии. Ботаническое общество Италии провело в 1951 г. в Венеции конференцию [45], на которой был заслушан ряд сообщений по различным вопросам фенологии.

## 2. 3. 15. Югославия

В Хорватии фенологические наблюдения ведутся с 1946 г. С 1951 г. агрометеорологический отдел Гидрометеорологической службы создал сеть фенологических наблюдений по всей стране. Обширный материал наблюдений за большим количе-

ством фаз развития растений используется не только для обычной обработки, но находит применение в текущей работе и печатается в периодических изданиях. Срочные фенологические сообщения об ограниченном числе наиболее нужных растений помещаются в декадных бюллетенях агрометеорологической службы различных районов страны, а также в агрометеорологической части метеорологических ежемесячников, издаваемых в Белграде для всей страны и для отдельных ее областей.

### 2. 3. 16. Греция

Фенологические наблюдения в Греции ведутся за дикорастущей флорой и плодовыми деревьями. В списки внесены те же виды, что и в других странах. Кроме того, ведутся наблюдения и за многими видами растений средиземноморской флоры.

### 2. 3. 17. Турция

Повышается интерес к фенологии и в Турции. Материалы наблюдений публикуются в метеорологических ежегодниках [46].

### 2. 3. 18. Израиль

Фенологические наблюдения в том виде, как это принято в других странах, в Израиле не ведутся. Ими занимаются только на специальных станциях, где с помощью приборов измеряется прирост растений по системе Торнтвейт — Хиггинс [47]. Наблюдения проводятся за горохом (сорт Аляска) и кукурузой.

### 2. 3. 19. США

Еще в середине прошлого века (с 1851 по 1859 г.) в течение 9 лет в разных местах в США проводились фенологические наблюдения [48]. И. Смит [49] писал о наблюдениях, проводившихся в одном пункте в штате Огайо с 1873 по 1912 г. В 1896 г. было издано руководство для ведения фенологических наблюдений, составленное Л. Бейлеем [50]. Еще больше возрос интерес к фенологии после 1900 г., после издания трудов лесовода-энтомолога Хопкинса. На основе материалов 20-летних фенологических наблюдений, проводившихся по его указаниям в разных частях страны, А. Хопкинс разработал биоклиматический закон [51], который был впервые опубликован в 1918 г., а затем значительно дополнен и переиздан в 1938 г. [52].

В последнее время было опубликовано несколько работ по штату Айова [53a, в, с], в которых описывались данные наблюдений за кукурузой. Материалы эти использовались для специальных исследований. М. Ноттонсон [54, 55, 56а, в] указывает на практическое значение международных фенологических наблюдений для сравнения агроклиматических условий в разных странах, которые имеют особое значение для интродукции растений и экспорта семенного материала из США. Учитывая повышение интереса к вопросам фенологии во всех культурных странах, И. Бэлл [56с] призывает уделять больше внимания этой отрасли науки в США.

### 2. 3. 20. Аргентина

В Аргентине в последнее время фенология тоже начинает развиваться [57, 58]. Агрометеорологическим отделом Государственной метеорологической службы содержится обширная фенологическая сеть. Фенологические наблюдения за дикорастущей флорой ведутся в общественных парках разных городов; центром, обобщающим их работу, является Ботанический сад в Буэнос-Айресе. Большие экспериментальные исследования по фенологии проводятся на опытных полях агрометеорологических станций. Около 7000 наблюдателей обслуживают сеть наблюдательных пунктов, регистрирующих ход развития полевых культур и плодовых деревьев. Точные указания и руководства для ведения наблюдений издаются для работников агрометеорологических станций [59] и добровольных наблюдателей [60]. Результаты наблюдений за дикорастущей флорой ежегодно публикуются в специальном фенологическом бюллетене [61]. Использование данных фенологических наблюдений в разных отраслях хозяйства уже принесло значительную пользу.

### 2. 3. 21. Япония

В этой стране фенологические наблюдения велись с давних времен. В архивах императорского дворца хранятся материалы наблюдений за цветением вишни в Японии с 812 г. Однако фенологические наблюдения в современном понимании ведутся на метеорологических станциях только с 1886 г. Источником сведений об истории фенологии в Японии являются две книги: «Фенология в Японии» И. Даиго и М. Сузуки [64] и «Сельскохозяйственная метеорология» М. Сузуки [65]. О последних достижениях в области фенологии писал Х. Мизава [66].

Обработка обширных материалов по фенологии выполняется организованным в 1930 г. агрометеорологическим отделом Службы погоды. Они печатаются в ежемесячном метеороло-

гическом журнале «Киишиойоран», издающемся Центральной метеорологической обсерваторией. Кроме Центральной метеорологической обсерватории, фенологическими наблюдениями занимаются также другие государственные учреждения и частные объединения.

Отдельные работы в области фенологии преимущественно посвящены вопросу о наблюдениях за цветением вишни. Так, М. Накахара и М. Сузуки [67] в 1939 г. детально изучали цветение вишни, Х. Мизава и Кавазуми [68] описали результаты наблюдений, проводившихся в 1500 пунктах Японии. Мизава нанес на карты даты цветения *Prunus subhirtella* для двух небольших округов. Использовав обширный материал наблюдений за цветением *Prunus subhirtella,* Мизава и его сотрудники опубликовали ценную книгу [70, 70а]. О фенологических наблюдениях за ходом цветения вишни в Ниидзиме писал Х. Шинкара, а для района Канто — М. Койано [72]. Общий обзор, составленный Накахара, был опубликован в книге «Фенологические явления» в 1948 г. Согласно библиографии, составленной Даиго, за последние годы в Японии было опубликовано больше 60 статей и работ по фенологии. Заслуживает также внимания появившаяся в 1953 г. официальная «Инструкция для ведения фенологических наблюдений».

### 2.3.22. Австралия

До настоящего времени в Австралии не была учреждена официальная служба фенологии. Правда, в 1949 г. было намерение организовать фенологические наблюдения. Несмотря на пожелания ученых-натуралистов, сбор материалов фенологических наблюдений до сих пор не налажен. Фенологические наблюдения организованы только в Западной Австралии, где их проводят любители. В своей статье И. Джентилли [73] пишет, что фенология является широким полем применения деятельности натуралистов и любителей природы в Западной Австралии.

### 2.3.23. Южно-Африканский Союз

В Южно-Африканском Союзе также начинают вести фенологические наблюдения. В организации их возникают трудности из-за климатических различий между низменным жарким побережьем и возвышенными районами с умеренным климатом внутри страны, для которых трудно разработать единую программу наблюдений.

## 2.4. МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФЕНОЛОГИИ

Международной метеорологической организации, с 1950 г. называемой World meteorological organisation, в последние 10 лет удалось значительно оживить работу в области феноло-

гии. На заседании в Мюнхене [74] в 1932 г. из агрометеорологической комиссии была выделена особая фенологическая подкомиссия, по инициативе которой на следующей конференции в Данциге в 1935 г. Браак [75] внес предложение вести фенологические наблюдения в международном масштабе за небольшим числом растений по составленному им списку.

В 1947 г. съезд в Торонто (Канада) предложил создать частую сеть фенологических наблюдений во всех странах и собрать программы наблюдений, проводимых в разных странах [76]. В настоящее время комиссии, работающие в разных частях земного шара, разрабатывают списки растений [77, 78], наблюдения за которыми возможны на больших пространствах. На очередном заседании агрометеорологической комиссии в 1953 г. в Париже после доклада фенологической подкомиссии было решено включить фенологические наблюдения в рабочую программу по агрометеорологии и рекомендовать всем странам осуществить ее на местах. Это дало бы возможность создать фитофенологическую сеть со сравнимыми материалами наблюдений, которые требуются и для сельскохозяйственных работ [80].

# 3. ПРОВЕДЕНИЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

## 3. 1. ПРОГРАММА НАБЛЮДЕНИЙ

### 3.1.1. В Германии

В Германии руководство службой фенологии осуществляется Службой погоды. Употребляемые в настоящее время программы наблюдений лишь незначительно отличаются от программы, изданной в 1936 г. Государственной службой фенологии. Эта последняя была разработана на основе положений Гофмана и Ине [1] с последующим существенным расширением списка растений, произведенным бывшим государственным биологическим ведомством для сельского и лесного хозяйства в Берлине. Дальнейшая разработка бланков наблюдений производилась с учетом требований сельского хозяйства, плодоводства и виноградарства.

Наблюдения производятся над дикорастущими растениями, сельскохозяйственными культурными растениями, плодовыми культурами и виноградом. Многообразие растений и фаз развития их, включенных в немецкие бланки для фенологических наблюдений, показано в табл. 1. В ней для сравнения приведены списки некоторых растений и фаз развития, наблюдающихся в других странах Европы.

### 3.1.2. В других странах

В каждой стране имеется своя программа наблюдений, отвечающая местным запросам и учитывающая произрастающие растения. Между отдельными странами существуют довольно большие различия в определении списка растений, за которыми следует вести наблюдения. Как видно из данных табл. 1 для стран, прилегающих к Германии (Австрии, Югославии, Чехословакии, Польши, Швейцарии, Голландии и Франции), в список растений входят почти те же виды, что и для Германии. За теми же растениями ведутся наблюдения в Швеции и Финляндии. Следует отметить программы феноло-

гических наблюдений в СССР, где особое внимание уделяется наблюдениям за сельскохозяйственными культурами.

По сравнению с другими программами план работ, принятый в Англии, относительно прост. Там ведутся наблюдения лишь за дикорастущей растительностью, причем некоторые виды рекомендуются для международного списка.

В Испании программа наблюдений составлена с учетом запросов Средиземноморья — в список внесен ряд теплолюбивых культур, которые встречаются в средиземноморской флоре, например агава, мирта, опунция (индийская смоковница,) тамариск, инжир, оливковое дерево, цитрусовые и т. д. Но, кроме них, в списке имеется большое число дикорастущих растений, за которыми ведутся фенологические наблюдения и в других европейских странах.

Трудно составить общую программу международных наблюдений, пригодную как для одной, так и для нескольких стран. В программах, принятых в разных странах, можно выделить некоторые растения и фазы, общие для большей части Европы. Это относится и к списку растений, принятому в Испании. Судя по имеющемуся опыту, можно предполагать, что составление единообразной программы наблюдений для определенных климатических зон земного шара пройдет успешно.

Создание общей межконтинентальной программы фенологических наблюдений для разных климатических зон окажется весьма затруднительным, как это можно видеть на примере составления общей программы наблюдений для разных стран Южной Америки. Региональная комиссия (№ III) Международной метеорологической организации [2] рекомендует для фенологических наблюдений в Южной Америке растения, не встречающиеся в Европе. Но и в этом списке есть растения, за которыми ведутся наблюдения в северном полушарии. В табл. 1 виды растений, пригодные для наблюдений в большей части стран Европы или на всем континенте, выделены более жирным шрифтом. К ним относится около 45 видов дикорастущих и культурных растений, около 20 видов внесено в списки большей части европейских стран.

## 3.2. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ

### 3.2.1. Руководства для наблюдателей

Для того чтобы получать сравнимые материалы по фенологии растений, корреспондентов Фенологической службы необходимо снабжать четко составленными руководствами. При составлении современных пособий используется большой опыт, накопленный в прошлом [3, 4].

В дальнейшем остановимся лишь на самых существенных указаниях, которые наблюдатель должен точно соблюдать.

*Таблица 1*

**Растения, за которыми ведутся фенологические наблюдения в разных странах Европы (по новым и старым источникам; данные Великобритании до 1946 г.)**

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Дикорастущие растения** | | | | | | | | | | | | | | |
| Сокращенные обозначения: з — зеленение; нц — начало цветения; пц — полное цветение; сп — созревание плодов; ип — июньские побеги; ж — изменение окраски листьев; лп — листопад; кц — конец цветения; л — лес; к — колошение; + — известно только, что за этим видом растений ведутся фенологические наблюдения | | | | | | | | | | | | | | |
| **Лещина** *Corylus avellana* | нц, пц | нц | з, сп, пц, лп | нц, з | нц | + | нц, з, сп, лп | нц | нц, пц | нц, сп | з | нц | нц | + |
| **Подснежники** *Galanthus nivalis* | нц | нц | нц, пц | нц, з | нц | — | — | — | нц | нц | нц | нц | — | + |
| Белянка *Leucoium vernum* | нц | нц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| **Мать-и-мачеха** *Tussilaga farfara* | нц | пц | нц, пц | — | нц | — | нц | нц | нц | нц | нц | нц | нц | + |
| Кизил *Cornus mas* | нц, пц, сп | нц | з, нц | нц, з | — | + | — | — | — | нц | — | — | — | + |
| **Ива-бредина** (козья ива) (мужские цветы) *Salix caprea* | нц | нц | пц, сп, лп, з | нц, з | нц | + | — | нц | — | нц | — | — | нц | — |
| Ветреница белая *Anemone nemorosa* | нц, пц | — | — | — | нц | — | нц | нц | нц, пц | нц | нц | нц | — | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Синие подснежники *Anemone hepatica* | нц | нц | — | — | нц | — | нц | нц | — | — | нц | — | — | — |
| Первоцвет лекарственный *Primula officinalis (veris)* | нц | нц | нц, пц | — | — | — | нц | нц | — | — | — | — | — | — |
| Ольха черная (клейкая) *Alnus glutinosa* | з, нц, пц | — | з, пц, лп | — | — | + | з, нц, лп | нц | — | нц | — | — | нц | — |
| Ольха серая (белая) *Alnus incana* | — | — | — | — | — | + | з, нц, лп | нц | — | нц | — | — | нц | — |
| Вяз *Ulmus campestris* | нц | — | — | — | нц | + | — | — | — | — | — | — | — | + |
| Горный ильм *Ulmus montana* | — | — | — | — | — | — | з, нц | — | — | — | нц | — | — | — |
| **Терн** *Prunus spinosa* | з, нц, пц | — | з, нц, пц, сп, лп | з, нц | нц | — | нц, лп | — | з, нц, пц | нц | нц | нц | нц | — |
| Клен остролистый *Acer platanoides* | з, ип, нц, пц | з | нц, з, л, ж | — | нц, сп, ж | + | з, лп | з, лп | — | — | — | — | нц, з | — |
| Клен немецкий (явор) *Acer pseudoplatanus* | з | з | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + |
| **Каштан конский** *Aesculus hippocastanum* | з, нц, пц, сп, ж, лп | з, нц, сп | з, нц, пц, сп, лп | нц, з | нц, сп, ж | + | з, нц, лп | з, нц, сп, ж | з, нц, пц, сп, лп | нц, з, л, сп ж, лп | с, нц, сп, л, ж, лп | нц, з, сп, ж, лп | нц, з, сп, ж | + |
| **Береза бородавчатая** *Betula verrucosa* | з, нц, пц, сп, ж, лп | з, нц | з, нц, лп | нц, з, л, ж | нц, сп, ж | + | з, лп | з, нц, ж | з, нц, пц, сп, лп | ж, лп | — | — | нц, з | — |
| Летняя липа *Tilia grandifolia* | з, нц | нц | з, нц, пц, лп | — | — | + | — | — | — | — | нц | — | — | — |

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Липа зимняя** *Tilia parvifolia* | з, нц | з, нц, пц, лп | нц, з | нц | нц | + | з, нц, лп | з, нц, ж | — | нц, пц, кц | нц | — | — | — |
| **Красный бук** *Fagus silvatica* | з, л, нц, сп | з, сп, ж | з, пц, сп, лп | нц, з, л, ж | — | + | з, лп | — | — | з, л, ж | з, сп, лп | з, лп | з, ж | + |
| Пирамидальный (белый) граб *Carpinus betulus* | — | — | — | — | — | + | — | — | — | лп | — | — | з, ж | — |
| **Ясень обыкновенный** *Fraxinus excelsior* | з, нц, ж, лп | — | з, пц, лп | нц, з, ж | — | + | з, лп | — | — | — | лп | з, лп | з, ж | + |
| **Летний дуб** *Quercus pedunculata* (*robur*) | з, л, нц, сп, ж, лп | з | з, пц, сп, лп | нц, з, л, ж | нц | + | з, лп | з | з, нц, сп, лп | з, л, ж | лп | нц, з, лп | — | — |
| Дуб *Quercus sessiliflora* | — | — | — | — | — | + | — | — | — | — | — | з, лп | — | — |
| Зимний дуб *Quercus petrea* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | з, л, ж | лп | — | — | — |
| Красный дуб *Quercus rubra* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | з, л, ж | лп | — | — | — |
| **Акация белая** *Robinia pseudacacia* | з, нц, пц | нц | з, пц, лп | нц, з | нц | + | — | — | з, нц, пц | — | — | нц | — | + |
| Лиственница европейская *Larix europaea* | з, нц | з | — | нц, з, л, ж | — | — | — | — | — | нц | годовой прирост | — | — | — |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Черемуха *Prunus padus* | нц | — | — | з | нц | + | нц, з, лп | нц, сп | нц | нц, з, л, сп | — | — | — | — |
| Цикламен лесной *Cyclamen europaeum* | — | нц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Черника *Vaccinium myrtillus* | нц | нц, сп | нц, пц | — | — | — | сп | нц, сп | — | — | — | — | нц | — |
| Брусника *Vaccinium vitis idaea* | — | — | — | — | — | — | нц, сп | — | — | — | — | — | — | — |
| Медвежье ушко *Primula auricula* | нц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Ландыш *Convallaria majalis* | нц | нц | — | — | — | — | нц | нц | — | — | — | — | — | — |
| Одуванчик (*Taraxacum officinale*) *Leontodon taraxacum* | нц | — | — | — | нц | — | — | — | — | нц | нц | — | — | — |
| Калужница *Caltha palustris* | нц, пц | — | — | — | нц | — | нц | нц | — | нц | — | — | — | + |
| **Сирень** *Syringa vulgaris* | нц, пц | нц | з, нц, пц, лп | нц, з | нц | + | нц | нц | нц, пц | нц | нц | — | — | — |
| Лисохвост луговой *Alopecurus pratensis* | пц | — | нц, 1, 2, 3-й укосы | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Ежа озерная *Dactylis glomerata* | пц | пц | нц, 1, 2, 3-й укосы | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тимофеевка луговая *Phleum pratense* | пц | — | нц, 1, 2, 3-й укосы | нц | — | + | к, нц | — | — | — | — | — | нц | — |
| Златоцвет *Chrysantemum* | нц, пц | — | — | — | нц | — | нц | нц | нц | нц | нц | нц | — | — |
| Боярышник колючий *Crataegus oxyacantha* | нц, пц | — | — | нц, з | нц | — | — | — | нц, пц | нц | — | нц | — | + |
| Боярышник однопестичный *Crataegus monoguna* | — | — | з, нц, пц, сп, лп | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Ракитник *Cytisus laburnum* | нц, пц | — | з, пц, лп | — | нц | — | — | — | — | нц | — | нц | — | — |
| Рябина *Sorbus aucuparia* | ип, нц, пц, сп | — | з, нц, пц, сп, лп | нц, з | — | + | з, нц, сп, лп | нц, сп | — | нц, сп | — | — | нц, сп | + |
| **Сосна** *Pinus silvestris* | майский прирост нц | нц | з, пц | нц, майский прирост | — | — | нц | нц | — | нц | — | — | нц | — |
| **Ель обыкновенная** *Picea excelsa* | майский прирост | нц | з, пц | нц, майский прирост | — | — | — | нц | — | — | годовой прирост | — | — | — |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Пихта *Abies alba* | майский прирост | — | з, пц, сп | — | — | — | нц | — | — | — | — | — | нц | — |
| **Черная бузина** *Sambucus nigra* | нц, пц, сп | нц, сп | з, пц, сп, лп | нц, з | нц | + | нц | — | нц, пц, сп | нц, сп | нц | нц | нц, сп | + |
| Снежная ягода (американская жимолость) *Symphoricarpus racemosus* | нц, пц, сп | — | — | — | нц | — | — | — | з, нц, пц | — | — | — | — | — |
| Шиповник *Rosa canina* | нц, пц, сп | — | з, нц, пц, сп, лп | — | нц | — | — | — | нц, сп | нц | — | нц | нц | + |
| Цикорий *Cichorium intybus* | нц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Жасмин чубушник *Phidadelphus coronarius* | нц, пц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Волчьи ягоды *Ligustrum vulgare* | нц, пц, сп | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + |
| Золотая розга *Solidago canadensis* | нц, пц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Белая лилия *Lilium candidum* | нц | — | — | — | нц | — | — | — | нц | — | — | нц | — | — |
| Иван-чай *Epilobium angustifolium* | нц, пц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Царский скипетр *Verbascum thapsiforme* | нц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Дрок венчиковый *Sarothamnus scoparius* | нц, пц | — | — | — | — | — | — | — | — | нц | нц | — | нц | — |

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Дрок красильный *Genista tinctoria* | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | нц | — |
| Василек *Centaurea cyanus* | нц, пц | — | — | — | нц | — | нц | — | — | — | — | — | — | — |
| **Вереск** *Calluna vulgaris* | нц, пц | — | — | — | нц | — | нц | нц | — | нц | нц | — | нц | — |
| Колокольчики *Erica tetralix* | нц, пц | — | — | — | — | — | — | — | нц, пц | — | — | нц | — | + |
| Шафран дикий. Осенник безвременник *Colchicum autumnale* | нц, пц | нц | нц, пц | нц; з | нц | — | — | — | нц, пц | — | — | нц | — | + |
| Плющ *Hedera helix* | нц, пц | — | — | — | нц | — | — | — | нц, пц | нц | — | нц | нц | + |

## Сельскохозяйственные культурные растения

Сокращенные обозначения: п — посев, посадка; в — всходы; р — кущение; к — колошение или выметывание метелки; ц — цветение; у — уборка; пц — полное цветение; кц — конец цветения.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Озимые зерновые | | | | | | | | | | | | | | |
| Озимый ячмень *Hordeum vulgare* | в, р, п, к, ц, у | — | в, к, п, у | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Озимая пшеница *Friticum vulgare* | п, в, р, к, ц, у | п, к, ц, у | п, в, к, ц, у | п, в, к, ц, у | п, к, ц, у | + | п, у | п, у | п, в, к, у | п, в, к, ц, у | к, у | — | п, к, у | — |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Озимая полба *Friticum spelta* | п, в, р, к, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Озимая рожь *Secale cereale* | п, в, р, к, ц, у | п, в, к, ц, у | п, в, к, ц, у | п, в, кц, у | п, к, ц, у | + | п, к, ц, у | п, к, ц, у | п, в, к, у | п, в, к, ц, у | к, у | — | п, к, у | — |
| Яровые зерновые | | | | | | | | | | | | | | |
| Яровая пшеница *Friticum vulgare* | п, в, р, к, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | п, в, к, у | п, в, к, ц, у | — | — | — | — |
| **Яровой ячмень** *Hordeum vulgare* | п, в, р, к, ц, у | п, в, к, ц, у | п, в, к, у | п, в, к, у | п, к, ц, у | + | п, у | п, к, у | п, в, к, у | п, в, к, ц, у | к, у | — | п, к, у | — |
| **Овес** *Avena sativa* | п, в, р, к, ц, у | п, в, к, ц, у | п, в, к, у | п, в, к, у | п, к, ц, у | + | п, у | п, к, у | п, в, к, у | п, в, к, ц, у | к, у | — | п, к, у | — |
| Кукуруза *Zea mais* | п, в, ц, у | — | п, в, ц, у | п, ц, у | — | + | — | — | — | п, в, ц, у | к, у | — | п, к, у | — |
| Рис *Oryza sativa* | — | — | к, ц, у | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Полевые бобовые культуры | | | | | | | | | | | | | | |
| Горох *Pisum sativum* | п, в, ц, у | — | — | — | — | + | п, у | — | — | — | — | — | п, у | — |
| Бобы *Vicia faba* | п, в, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | п, у | — |
| Полевые овощные культуры | | | | | | | | | | | | | | |
| Зеленый горошек *Pisum sativum* | п, в, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | — | п, в, ц, у | — | — | — | — |

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасоль** *Phaseolus vulgaris* | п, в, ц, у | — | — | — | — | + | — | — | — | п, в, ц, у | — | — | п, у | — |
| Огурцы *Cucumis sativus* | п, в, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Пропашные культуры | | | | | | | | | | | | | | |
| **Картофель** *Solanum tuberosum* | п, в, ц, у | п, в, у | п, в, ц, у | п, в, у | п, в, у | + | п, у | п, у | п, в, ц, у | п, в, ц, у | п, ц, у | — | п, у | — |
| Сахарная свекла *Beta vulgaris var. saccharifera* | п, в, у | — | п, в, у | п, в, у | — | + | — | — | п, в, прорывка, у | — | п, в, у | — | п, у | — |
| Кормовая свекла *Beta vulgaris* | п, в, у | — | п, в, у | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Разные культуры | | | | | | | | | | | | | | |
| Озимый рапс *Brassica napus* | п, в, ц, у | — | — | — | — | + | — | — | п, в, ц, у | п, пц, цу | — | — | — | — |
| Озимая сурепица *Brassica rapa* | п, в, ц, у | — | — | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Мак *Papaver somniferum* | п, в, ц, у | — | п, в, ц, у | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Лен *Linum usitatissimum* | п, в, ц, у | — | п, в, ц, у | — | — | + | — | п, ц, у | п, в, ц, у | п, в, ц, у | — | — | п, у | — |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Конопля *Cannabis sativa* | п, ц, у | — | п, ц, у | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Люпин *Lupinus* | п, в, ц, у | — | — | — | п, ц, у | + | — | — | п, в, ц, у | — | — | — | — | — | |
| Подсолнечник *Helianthus annuus* | — | — | п, в, ц, у | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Соя *Gossypium herbaceum* | — | — | п, в, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Хмель *Humulus lupulus* | п, ц, у | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Табак *Nicotiana tabacum* | посадка, ц, у | — | посадка, ц, у | — | — | + | — | — | — | — | — | — | п, у | — | |
| **Кормовые культуры** | | | | | | | | | | | | | | | |
| Красный клевер *Trifolium pratense* | 1, 2-й укосы | ц | ц, 1, 2, 3-й укосы | — | — | + | — | — | 1, 2-й укосы | — | — | — | — | — | |
| Люцерна *Medicago sativa* | 1, 2-й укосы | — | ц, 1, 2, 3-й укосы | — | — | + | — | — | 1, 2-й укосы | — | — | — | — | — | |
| Эспарцет *Onobrychis sativa* | 1, 2-й укосы | ц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Инкарнатный клевер *Trifolium incarnatum* | 1-й укос | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| Луга (неорошаемые) | 1, 2-й укосы | 1-й укос | 1-й укос | 1-й укос | — | — | — | 1-й укос | 1, 2-й укосы | 1-й укос | 1-й укос | — | — | — | |
| Начало полевых работ | + | + | + | + | + | — | — | — | + | — | — | — | — | — | |

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Окончание полевых работ | + | + | + | + | + | — | — | — | + | — | — | — | — | — |
| Луговые травы | | | | | | | | | | | | | | |
| Английский райграс *Lolium perenne* | — | — | — | ц | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Луговая овсяница *Festuca pratensis* | — | — | — | ц | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Овечья овсяница *Festuca ovina* | — | — | — | ц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Желтый овес *Trisetum flavescens* | — | — | — | ц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Французский райграс *Arrhenatherum elatius* | — | — | — | ц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Пахучий колосок *Anthoxanthum odoratum* | — | — | — | ц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Мятлик *Poa pratensis* | — | — | ц, 1, 2, 3-й укосы | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Могар *Setaria germanica* | — | — | ц, 1, 2, 3-й укосы | ц | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Сокращенные обозначения: з — зеленение; ц — цветение; пц — полное цветение; кц — конец цветения; сп — созревание плодов; у — сбор плодов; ж — окраска листьев; лп — листопад.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Миндаль *Prunus amygdalus* | ц, пц, кц, сп, лп | — | з, ц, пц, сп, у, лп | — | ц | + | — | — | — | — | — | ц | ц, сп | + |
| Персик *Prunus persica* | ц, пц, кц, сп, лп | — | з, ц, пц, сп, у, лп | — | — | + | — | — | — | — | — | — | ц, сп | + |
| Абрикос *Prunus armenica* | ц, пц, кц, сп, лп | ц, сп | з, ц, пц, сп, у, лп | з, ц, сп | — | + | — | — | — | — | — | — | ц, сп | + |
| **Черешня** *Prunus avium* | ц, пц, кц, сп, лп | ц, сп | з, ц, пц, сп, у, лп | ц, з, сп | ц | + | з, ц, сп, лп | — | ц, пц, кц, сп, лп | ц, пц, кц, сп | у, сп | ц, лесная черешня | — | + |
| Вишня *Prunus cerasus* | ц, пц, кц, сп, лп | — | з, ц, пц, сп, у, лп | ц, з, сп | ц | + | з, ц, сп, лп | ц | ц, пц, кц, сп, лп | — | ц, сп | — | — | + |
| Ренклоды, мирабель и сливы *Prunus domestica* *Prunus insititia* | ц, пц, кц, сп, лп | ц, сп | з, ц, пц, сп, у, лп | — | — | + | — | — | ц, пц, кц, сп, лп | ц, пц, кц, сп | — | — | — | + |
| **Груша** *Pirus communis* | ц, пц, кц, сп, лп | ц, пц, кц, сп, ж, лп | з, ц, пц, сп, у, лп | ц, з, сп | ц | + | — | ц | ц, пц, кц, сп, лц | ц, пц, кц, сп | ц, сп | — | ц, сп | + |

| Вид растений | Германия | Австрия | Югославия | Чехословакия | Польша | СССР | Швеция | Финляндия | Франция | Голландия | Швейцария | Великобритания | Испания | Греция |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Яблоня** *Pirus malus* | ц, пц, кц, сп, лп | ц, пц, кц, сп, ж, лп | з, ц, пц, сл, у, лп | ц, з, сп | ц | + | — | ц | ц, пц, кп, сп, лп | ц, пц, кц, сп | ц, сп | — | ц, сп | + |
| Грецкий орех *Juglans regia* | ц, пц, кц, сп, лп | — | з, ц, пц, сп, у, лп | ц, з, сп | — | — | — | — | ц, пц, кц, сп, лп | — | — | — | ц, сп | + |
| Каштан *Castanea vulgaris* | ц, пц, кц, сп | — | — | — | — | + | — | — | ц сп | — | — | — | ц, сп | — |
| Смородина красная *Ribes rubrum* | з, ц, пц, кц, сп, лп | — | з, ц, пц, сп, у, лп | ц, пц, сп | ц | + | ц, сп | — | ц, пц. кц, сп, лп | п, пц, кц, сп | — | — | — | + |
| Крыжовник *Ribes grossularia* | | | | | | | | | | | | | | |
| Малина лесная *Rubus idaeus* | ц, пц, кц, сп, лп | — | — | — | ц | + | сп | ц, сп | ц, пц, кц, сп, лп | — | — | — | — | + |
| Ежевика *Rubus fruticosus* | ц, пц, кц, сп, лп | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Земляника *Fragaria vesca* | ц, пц, кц, сп, лп | — | — | — | ц | — | ц, сп | ц, сп | ц, пц, кц, сп, лп | ц, пц, кц, сп | — | — | — | — |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Виноград *Vitis vinifera* | п, ц, пц, у, лп | п, ц | п, ц, пц, сп, у | п, ц, кц, сп | — | + | з, ц, сп, лп | — | п, ц, пц, у, лп | — | — | — | ц, сп | + |
| Айва *Cydonia vulgaris* | — | — | — | ц, з, сп | ц | + | — | — | — | — | — | — | — | + |
| Инжир *Ficus carica* | — | — | з, сп, у, лп | — | — | + | — | — | — | — | — | — | ц, сп | + |
| Маслина *Olea europaea* | — | — | з, ц, пц, сп, у, лп | — | – | + | — | — | — | — | — | — | ц, сп | + |
| Лимон *Citrus limonum* | — | — | — | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Шелковица белая, шелковица красная *Morus alba, Morus nigra* | — | — | — | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Боярышник *Mespilus germanica* | — | — | — | — | — | + | — | — | — | — | — | — | — | — |

Примечание. Виды растений, выделенные более жирным шрифтом, пригодны для наблюдений по международной программе.

Только при этом условии можно получить пригодные материалы наблюдений.

Для наблюдения за дикорастущей флорой нужно прежде всего найти типичное место (лучше на равнине) и наметить нормально развитые растения. Целью фенологических наблюдений является изучение поведения растения в зависимости от местного климата, а также от различия в условиях погоды в разные годы. Поэтому нужно избегать нехарактерных для данной местности участков (например, южных склонов) или оговаривать это в примечаниях на бланке. Наблюдать наступление фаз в разные годы нужно, по возможности, на одном месте и на одних растениях. При наблюдении за каким-либо видом растений в определенном месте следует отмечать наступление фазы не на одном экземпляре, а на нескольких, так как при выделении отдельных растений выбор может пасть или на очень ранний, или, наоборот, на слишком поздний экземпляр и это исказит результат. Если наблюдатель всегда будет иметь в виду, что развитие растений определяется общим состоянием окружающей среды, то он не будет вносить в отчеты случайные явления.

В фенологических наблюдениях важно не то, чтобы отмечались первые растения (например, единичные), достигшие определенной фазы, а важно зафиксировать дату начала нормального цветения растений в разных точках района наблюдений. Для того чтобы правильно отмечать у дикорастущих растений наступление основных фаз развития (появление листьев, начало цветения, полное цветение, майский прирост, июньский прирост, созревание плодов, изменение окраски листьев, листопад), разработаны специальные инструкции, которыми необходимо руководствоваться для получения сравнимых материалов по времени наступления одной и той же фазы в разных районах.

Однако часто словесное объяснение не полностью достигает цели, тогда в помощь ему следует добавить иллюстрацию. В Западной Германии каждый наблюдатель Фенологической службы снабжен специальным атласом для фенологических наблюдений [5]. В атласе можно найти изображение каждой фазы развития. На рис. 1 и 2 в качестве примера показано цветение подснежника и развитие листа красного бука. Кроме основной фазы развития растений, в атласе приведены изображения некоторых предшествующих моментов развития растений, иногда ошибочно принимаемых наблюдателем за фазу. Полезно, кроме рисунков, использовать фотоснимки, на которых можно ясно различить ту или иную фазу. Брандхорст, Геерлинг и Бос [6] разработали точные указания, как различать действительное наступление фаз. Это руководство обеспечивает получение ценного и сравнимого материала для международных фенологических наблюдений.

Многим наблюдателям иногда трудно распознать и правильно выделить растения, обозначенные в бланках. Для того чтобы облегчить распознавание растений и фаз, необходимо снабжение Фенологической службы цветными фенологическими атласами, особенно для дикорастущих растений. Полезно иметь и хорошие изображения сельскохозяйственных культур. Новое обстоятельное руководство для наблюдателей

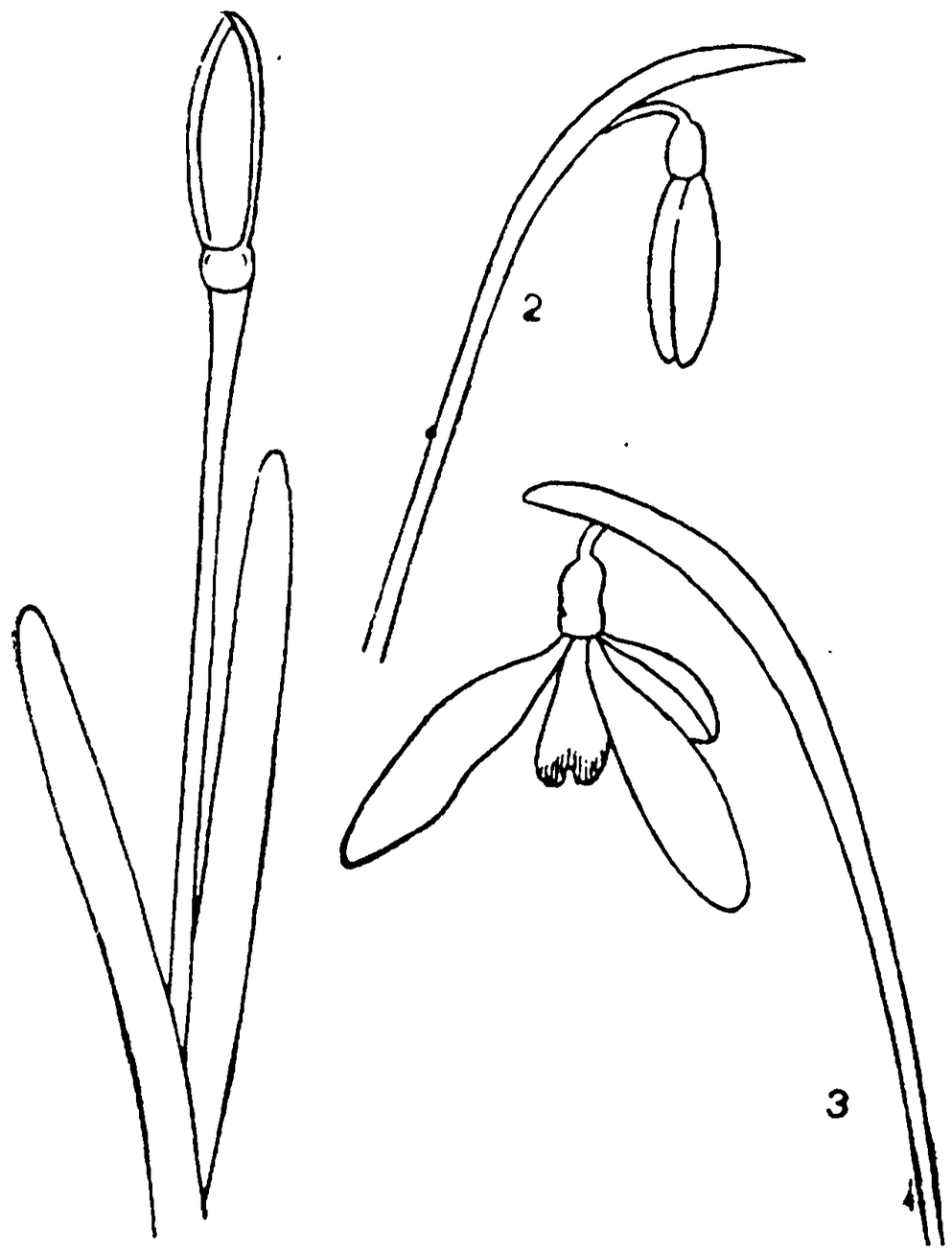



Рис. 1. Подснежники *Galanthus nivalis*)

*1* и *2* — цветки не раскрылись, *3* — цветки раскрылись (начало цветения).

Рис. 2. Красный бук (*Fagus silvatica*).

*1* — почки закрыты, *2* и *3* — листья появились, но не развернулись, *4* — первые листья вышли из почки и развернулись до основания (зеленение).

в ГДР [7] снабжено, кроме подробного описания, большим количеством красочных рисунков.

К материалам по наблюдению за сельскохозяйственными культурами предъявляются еще бóльшие требования. Требуется отметить не только дату, когда на данном поле значительное количество растений вступило в фазу, но и учесть состояние посевов на соседних полях и определить, когда большинство растений в районе достигает этой же фазы. Наблюдения должны дать среднюю дату начала фазы в районе. Само собой понятно, что регистрируется вступление в фазу только нормальных растений. При наблюдениях за сельскохозяйственными культурами особенно важно, чтобы отмечались фазы развития растений, находящихся в одинаковых или сходных условиях, т. е. когда почвы, относительные высоты и ориентировка склона сравнимы. Для получения сравнимых данных следует учитывать и сортовые особенности. Различие сортов очень сказывается в сроках созревания. Поэтому

необходимо указывать сорт растения. Если таких указаний нет, то материал не может быть полностью использован при обработке. Рекомендуется вести наблюдения за наиболее распространенными сортами. При наблюдениях за сельскохозяйственными растениями отмечаются основные фазы развития: посев, появление всходов (у зерновых, кроме того, колошение или выметывание метелки), цветение и уборка. Отмечается начало полевых работ весной и окончание их осенью, начало выпаса на пастбищах, начало сенокоса на лугах.

При наблюдениях за плодовыми деревьями необходимо отметить сорт, иначе материалы не будут использованы в исследованиях в области климатологии и при решении ряда хозяйственных вопросов (при определении времени завязывания плодов, начала уборки плодов с наиболее ранних сортов для распределения различных сортов при закладке садов). Наблюдения за плодовыми культурами надо производить только в садах или в поле при штамбовой культуре. Культура плодовых в шпалерах, кордонах или пальметтах с южной стороны дома не пригодна для наблюдений, потому что в условиях искусственного климата развитие растений идет значительно быстрее, чем в нормальных условиях сада.

Материалы наблюдений за ходом цветения плодовых деревьев имеют большое практическое значение, и поэтому желательно иметь сведения о начале цветения, полном цветении и окончании его. Чтобы отметить дату начала уборки плодов, надо зафиксировать не тот день, когда созрели первые плоды, а тот, когда на деревьях появилось большое количество спелых плодов. Если дело идет об особо раннем сорте, то важно указать, с какого дня спелые плоды появились на рынке. Большое значение имеет правильное определение даты начала листопада, по ней определяют время созревания древесины.

Близ северной границы разведения винограда виноградники обычно закладываются в местах, микроклиматические условия которых значительно отличаются от общих климатических условий местности. Такие небольшие участки бывают как бы вкраплены в общий ландшафт с обычными климатическими условиями. Наблюдателю должно быть известно, что последовательность в наступлении фаз при развитии винограда зависит не только от условий погоды данной местности, но определяется и другими факторами. Большое значение имеет характер и обработка почвы, способ обрезки лозы, уход за растением, сорт, способ подвязки лозы, удобрение. У винограда больше, чем у других растений, влияние агротехники может ослабить действие погоды на ход развития растений. При ведении фенологических наблюдений за виноградниками необходимо сообщать подробные сведения о росте, цветении, сборе плодов и листопаде. Для ведения наблюдений за виноградниками имеются специальные руководства.

### 3. 2. 2. Ошибки в записях наблюдателей и их предупреждение

Несмотря на желание наблюдателя вести наблюдения старательно и без промедления заносить на бланк даты наступления фаз, в подаваемых материалах всегда проскальзывает некоторое количество ошибок. Часто ошибка составляет 30 или 31 день, потому что день наблюдения обозначен правильно, а месяц указан следующий или предыдущий. Особенно часто такие ошибки наблюдаются в случае, когда месяц обозначается римской цифрой, потому что тогда особенно легко поставить лишнюю палочку или недописать. Рекомендуется при заполнении бланков фенологических наблюдений пользоваться только арабскими цифрами, например, 4. 5, а не 4 V или 13. 8, а не 13 VIII. Подобные ошибки чаще всего встречаются в конце или начале месяца.

Другим источником неточности записей является пристрастие к определенным числам. Когда, например, наблюдатель во время обхода сомневается, наступила ли данная фаза вчера или только сегодня утром, он часто заносит одну из этих дат и ставит в бланке четную дату. Реже встречаются записи, когда обозначены нечетные даты. Если наблюдения проводятся с интервалами в 3, 4 или 5 суток, то часто указываются даты, кратные пяти, т. е. 5, 10, 15 и т. д. Существует склонность отмечать даты последним или первым днем месяца. Кроме того, иногда фаза неправильно отмечается, если ее наступление связано с деятельностью человека. Начало уборки иногда переносится, если оно совпадает, например, с воскресеньем. Чтобы избежать подобной ошибки, наблюдатель должен ежедневно посещать свой участок и фиксировать фенологическую фазу независимо от того, когда приступили к уборке.

### 3. 2. 3. Точность фенологических наблюдений

При оценке материалов фенологических наблюдений нельзя забывать, что мы имеем дело с биологическим материалом. Требуется собрать данные о растениях на месте их произрастания, постоянно испытывающих действие большого количества изменчивых влияний, часто трудно, а иногда и совершенно неотделимые друг от друга. В этом заключается их существенное отличие от метеорологических наблюдений. Метеоролог старается производить наблюдения, например по температуре, по возможности в одинаковых условиях. Так, термометры из весьма изменчивой среды около почвы перенесены на высоту 2 м и установлены в будке. Путем специального устройства будки и тщательного выбора места для ее установки стремятся предупредить возможность каких-либо местных влияний на показания термометра, чтобы определить температуру воздуха, показательную для климатических условий большого района.

пригодную для сравнения с показателями из соседних областей.

Фенологические наблюдения, которые должны служить для углубленного исследования как макроклиматических, так и микроклиматических условий, не полностью соответствуют этому требованию сравнимости. Суть дела в том, что при наблюдениях, например, за зеленением нельзя везде иметь деревья, которые росли бы в совершенно одинаковых условиях. Часто сравниваемые деревья растут на неодинаковых почвах или неодинаково снабжаются водой и питательными веществами. Бывает, что почва вокруг этих деревьев неодинаково обрабатывается и т. д. Особенно большим затруднением является то, что приходится учитывать не только весьма трудно контролируемые условия окружающей среды, но также и то, что объектом наблюдения является живое растение, отличное от себе подобных благодаря внутреннему строению. В большом сообществе одинаковых растений всегда могут встретиться отдельные экземпляры, проходящие цикл развития скорее или медленнее остальных. Среди всех видов растений у отдельных растений наблюдаются индивидуальные отклонения от общего хода развития. У полевых культурных растений при помощи отбора удается, если не полностью устранить такие отклонения, то значительно уменьшить и добиться того, чтобы растения одного сорта созревали рано, в средние сроки или поздно, но одновременно. Поэтому в материалах наблюдений за сельскохозяйственными культурами неточных данных из-за индивидуальных различий растений сравнительно мало, если указан сорт.

При наблюдении за дикорастущими растениями, которые не подвергались селекции, можно встретить значительные неточности; так, если указана дата начала цветения каштана конского, то нельзя определить, был ли это ранний или, наоборот, поздний экземпляр. Подобные неточности еще больше увеличивают затруднения, возникающие при оценке и обработке фенологических наблюдений за дикорастущей флорой. Из-за своих внутренних различий растения могут и в течение одного вегетационного периода неодинаково реагировать на условия погоды. Но и такой материал наблюдений может явиться источником необходимых сведений. При обработке материала нужно правильно оценить полученные сведения, учесть предел возможного использования их. Правильно оценить материал фенологических наблюдений может только специалист, способный биологически мыслить. Для оценки же материала чисто климатологических наблюдений нет необходимости обладать какими-либо познаниями о характере биологических процессов.

Наблюдения метеорологических станций являются репрезентативными для окружающей местности, что не всегда

можно сказать о соответствующих фенологических наблюдениях. Надо всегда иметь в виду, что фенологическим материалам свойственна некоторая неточность. При обработке фенологического материала необходимо сравнить данные о времени наступления какой-либо даты с показаниями соседнего пункта и оценить, насколько полученные наблюдения отражают действительные условия района исследований. Для всех работ в области фенологии существует правило: результат наблюдений отдельной станции надо, по возможности, рассматривать в связи с данными, полученными на соседней станции. Если использовать данные наблюдений Фенологической службы с учетом указанного правила, то они во многих случаях могут оказаться очень полезным средством для исследования ряда смежных вопросов, так как используемые для наблюдений растения имеют некоторые преимущества перед приборами, применяемыми на метеорологических станциях. Во-первых, растения встречаются повсюду и, наблюдая за ними, можно познать и исследовать условия окружающей среды на пространствах между метеорологическими станциями. Необходимо лишь отобрать характерные растения, за которыми будут вестись фенологические наблюдения. Растения используются как специальные приборы, отсчеты по которым могут производиться во всех нужных точках опытным наблюдателем. Во-вторых, растения-приборы ничего не стоят, в то время как на метеорологических станциях Службы погоды высокая стоимость приборов ограничивает число создаваемых станций. В-третьих, растения-приборы реагируют на комплекс явлений погоды, в то время как метеорологические приборы регистрируют только один какой-либо элемент погоды (например, давление воздуха, осадки, температуру, влажность, ветер и т. д.). Растения в этом отношении являются идеальными приборами, так как они одновременно реагируют на все явления погоды, только не следует забывать, что, кроме погоды, на развитие растения оказывают влияние и другие местные факторы, в частности почвенные условия.

В зависимости от постановки вопроса могут быть более полезны то растения-приборы, то метеорологические приборы. Если надо определить влияние местных условий на растительный мир, то лучше всего использовать фенологические наблюдения. Если фенологические наблюдения проводятся с целью выяснить только влияние погоды или микроклимата местности на растительность, то использовать материал нужно осторожно, чтобы избежать ошибочных выводов.

Использование материала облегчается тем, что погода и климат в общем влияют на растения сильнее, чем почва. Измерения метеорологическими приборами более точны, но растения-приборы ценны тем, что их гораздо больше по количеству. Неточность, свойственная до известного предела всем

фенологическим датам, значительно уменьшается благодаря большому числу наблюдений.

Трудностей, возникающих из-за неодинакового поведения отдельных растений, можно избежать, если на выбранном для наблюдений месте вместо случайно растущих экземпляров посеять или посадить нужные для наблюдений наследственно однородные растения. Подходящий в этом отношении материал для наблюдений предоставляют, например, проведенные в разных частях страны опыты по сортоиспытанию культурных растений. Число подобных пунктов наблюдений, к сожалению, до сих пор остается незначительным. Еще шаг вперед может быть сделан, если при сортоиспытании избегать влияния неоднородности почвенных условий и все посевы делать на делянках с одинаковой почвой. Нидерландский метеорологический институт свои опытные участки сосредоточил в северной части Голландии, чтобы возможно более полно исследовать влияние климатических условий местоположения [7a]. Вследствие затруднений, возникающих при доставке одинаковой почвы на место работы, число пунктов таких наблюдений ограниченно. В упрощенном виде подобный опыт можно поставить в горшках или сосудах, наполненных одинаковой почвой, если высевать в них чистосортные семена одинакового качества и выставлять на тот участок, где предполагается вести наблюдения. Подобными фитометрами пользовался Клементс [7в] во время экологических исследований в США, а также Эйшель [7c] в период фенологических изысканий в районе Баар, для того чтобы как можно точнее определить влияние местных условий на скорость прироста испытываемых растений. Такое исключение побочных влияний, несомненно, повышает качество показаний растений-приборов.

Насколько велико может быть различие между отдельными растениями даже в пределах одного сорта, наглядно показал Цвейгельт на материале своих фенологических исследований виноградной лозы. Чтобы более полно исключить последствия существующих различий между отдельными экземплярами опытных растений, целесообразно вести наблюдения за растениями, размноженными вегетативно, обладающими большим однообразием наследственных свойств. К сожалению, такой метод редко осуществим. При изучении фенологии растений на больших пространствах используют данные отдельных станций.

Большей точности фенологических наблюдений можно ожидать в том случае, если явление протекает быстро, а не продолжается длительное время. Более точны наблюдения за деревьями и менее надежны данные о ходе развития травяных растений. Большая точность достигается, если растения широко распространены и хорошо знакомы наблюдателю. Полное использование фенологических материалов с прису-

щими им достоинствами и недостатками зависит от знаний, опыта и биологической подготовки специалиста, обрабатывающего их.

### 3.3. ФЕНОМЕТРИЯ

Желательно, чтобы при наблюдениях за ходом развития растений отмечались не только наиболее заметные фазы (развертывание листьев, начало цветения и т. д.), даты наступления которых можно легко зафиксировать, но также и ежедневные колебания прироста в промежутках между этими

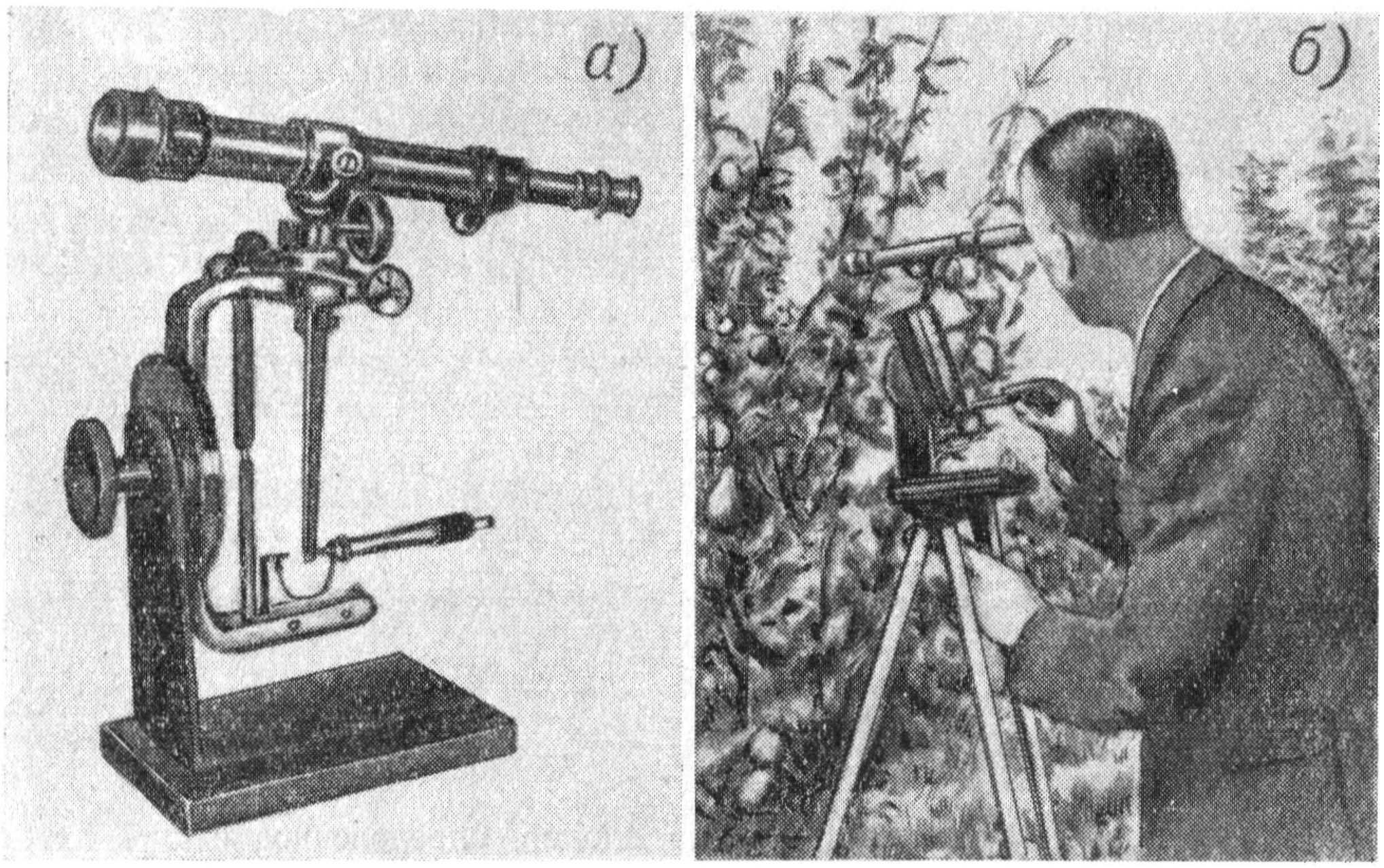



Рис. 3. Феномeтр для оптического измерения частей растения.
*а* — прибор, *б* — прибор в действии.

фазами. Различные способы измерений, применяемые для учета изменения размеров частей растения в период его роста, и составляют то, что носит название фенометрии. По определению, предложенному Моргеном [8], фенометрия охватывает все явления живого растения, которые можно измерить.

Ботаники давно применяли, особенно после работ Юлиуса Сакса [9], различные способы измерения растений, только тогда не было введено название «фенометрия». Начиная с Гофмана [10] стали придавать особое значение систематическим измерениям растения во время роста. В учебнике ботаники Вальтера [11] методы фенометрии упоминаются как имеющие прямое отношение к новейшим способам исследования роста растения. За последнее десятилетие методика фено-

метрии была значительно развита в исследованиях отдела агрометеорологии и биоклиматологии Германской службы погоды в Трире Кэмфертом [12] и Моргеном [8].

До сих пор главное внимание обращалось на вес растения и его рост в длину. Для измерения роста растения легко пользоваться мерной тесьмой, которая прикладывается к измеряемому органу, что не отражается на его дальнейшем развитии. Очень удобно, например, систематически производить измерения прироста соломины у зерновых; это позволяет в дальнейшем установить зависимость между колебаниями суточного прироста и изменением условий погоды. Подобные исследова-

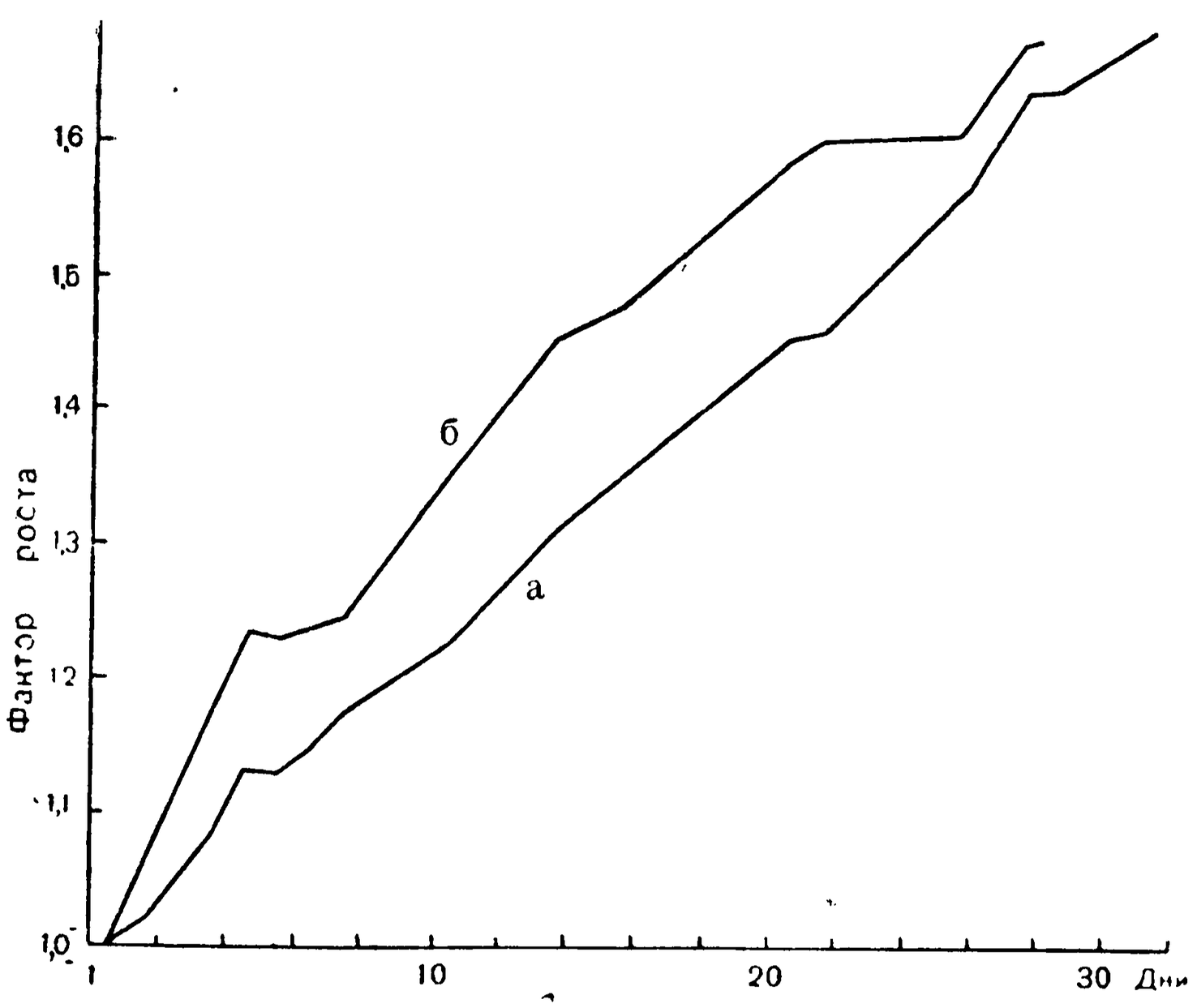



**Рис. 4. Увеличение объема плодов, определенное с помощью фенометра (по Кэмферту).**

*а* — груша, исходная величина 24,55 мм, *б* — персик, исходная величина 18,69 мм.

ния проводились Кретчмером [13] над рожью, пшеницей, кукурузой и льном.

Труднее зафиксировать постепенное утолщение плодов или увеличение набухающей почки. Правда, такие измерения можно делать с помощью передвижного калибра, снабженного микрометрическим винтом, но этот метод имеет ряд трудностей. Плоды от ежедневных измерений сильно страдают. Метод измерения усовершенствован после изобретения Кэмфертом оптического прибора, названного фенометром.

Как видно на рис. 3, прибор этот представляет нечто среднее между теодолитом и катетометром. К трубе старого теодолита перпендикулярно к ее оптической оси прикрепляется длинное плечо медного рычага, конец которого примыкает к подвижному зажиму для измерения толщины. Рама

с трубой и микрометром устанавливается и закрепляется по горизонтальной оси. Размер оптически измеряемого объекта определяется по повороту микрометрического винта и изменению длины плеча рычага. Прибор устанавливается в 2 м от объекта. Измерение начинается с того, что перекрест в окуляре совмещается с одной стороной плода или почки. Затем перекрест переводится на другую сторону его. Путем вычисления разницы между тем и другим положением находится толщина исследуемого органа.

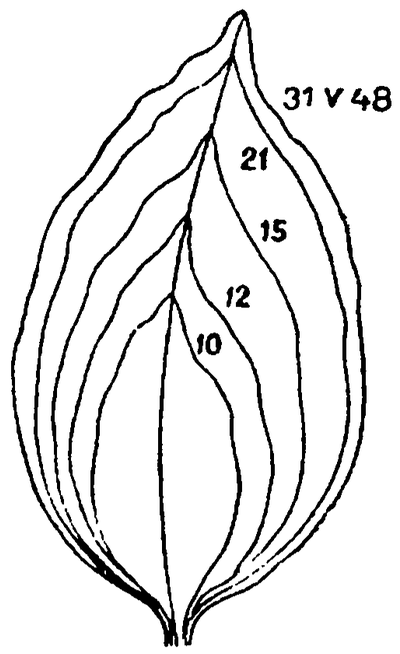



Рис. 5. Увеличение размера листа яблони (по Моргену).

При измерениях, которые часто проводятся в течение нескольких недель, важно соблюдать одинаковое расстояние до объекта исследования. При этом существенно обратить внимание и на характерные особенности измеряемого органа, определить рисунок кожицы, пятен на ней, степень опушенности и т. д. Метод Кэмферта, результаты измерения которым иллюстрируются рис. 4 [12], оказывает большую помощь при измерениях величины небольших органов растений. Он особенно полезен для работ по плодоводству, потому что дает возможность измерить плод на дереве. Раньше такие измерения не достигали результата, так как от частого прикосновения нормальный прирост плода нарушался.

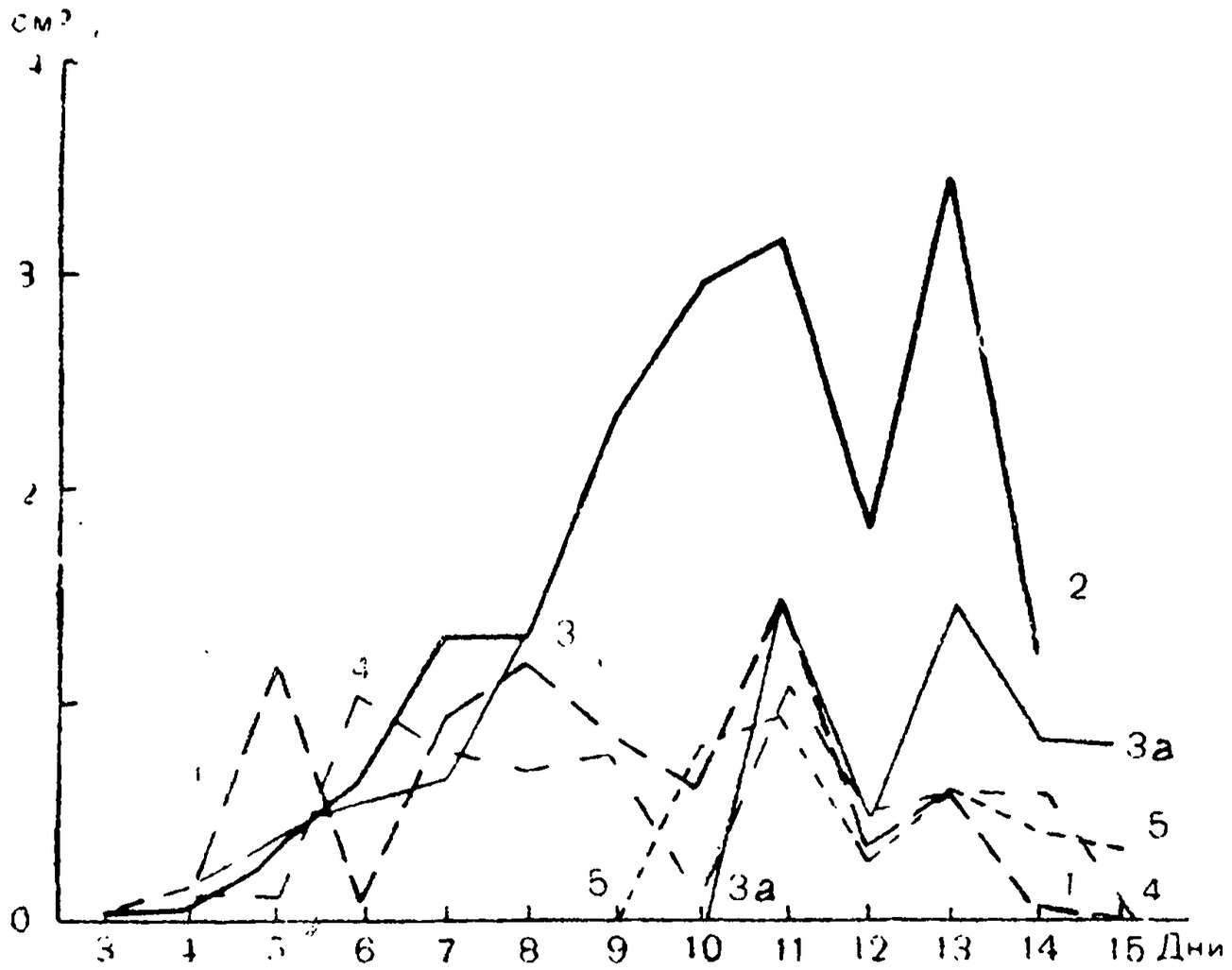



Рис. 6. Ежедневное увеличение размера листьев (по Моргену).

*1* — лист шпината, *2, 3* и *3 а* — лист яблони, *4* — лист вишни, *5* — лист груши.

Для определения увеличения поверхности части растения, например пластинки листа, недостаточно использовать мерную

тесьму или феноментр. Применимым для этой цели является предложенный Моргеном [8] метод планиметросветокопии (Lichtpaus-Planimeter-Methode). Под лист подводится светочувствительная бумага на целлюлозной пластинке, к которой с одной стороны на петлях прикреплено стекло, слегка прижимающее лист к бумаге. Дневной свет проникает через стекло и освещает светочувствительную бумагу. После проявления на ней ясно обозначена листовая пластинка в натуральную величину, размер которой измеряется планиметром. Несмотря на то что лист зажимают между двумя пластинками, он не повреждается даже при сильном ветре. Этот метод оказался очень подходящим для систематического измерения прироста пластинки листа. На рис. 5 показан прирост листа яблони с 10 до 31 мая 1948 г. На рис. 6 показан суточный прирост листьев различных растений. С помощью этого метода возможно дальнейшее изучение хода роста растений и определение влияния отдельных факторов роста. Так, например, Морген [14] отметил влияние искусственного орошения на прирост листьев молодых яблонь. Точность подобных измерений настолько велика, что удается отметить прирост за сутки. Эти измерения могут оказаться полезными и в практике при разведении растений и уходе за ними.

Желательно было бы, кроме известных в настоящее время способов измерения, изобрести способ точного измерения объема растущих органов растения. Для этого, например, можно было бы растущие плоды систематически погружать в жидкость. По материалам измерений, особенно производимых по методам Кэмферта и Моргена, можно получить средний суточный прирост растений, характеризующий развитие всего растительного сообщества данной местности. Исследования Моргена [51] показали, что это возможно. Судя по наблюдениям в Трире, для измерения прироста листьев особенно пригодны яблони, четко реагирующие на изменение условий погоды. На яблонях новые листья появляются до конца лета, что дает возможность долго продолжать наблюдения.

По данным Унру [61], развитие листа происходит по-разному в зависимости от положения его на дереве. На осторожность, необходимую при обработке и использовании данных феноментрических измерений, указывают последние исследования Бергер-Ландефельда и Буша [17], а также Зимана и Унру [18, 19]. Нужно быть особенно внимательным, если данные феноментрических измерений предполагается использовать при изучении влияния условий погоды на факторы роста. Чтобы избежать неверных выводов, необходимо учитывать биологические особенности растений, за которыми ведется наблюдение.

В последние годы были разработаны фенологические методы, позволяющие определить и количественно зафиксиро-

вать размер суточного прироста растения или прироста за короткий отрезок времени. Для этого используются визуальные наблюдения за быстро развивающимися растениями, у которых можно заметить суточные изменения. Хиггинс [20] считает, что наиболее подходящим растением для таких исследований является английский скороспелый садовый горох. Было издано подробное руководство для ведения подобных наблюдений. В нем указывалось, что основными этапами развития этого растения может считаться образование узлов на стебле (ступени от 1 до 10). Для более детального изучения хода развития гороха отрезок времени между появлением двух узлов делится еще на десять частей (от 0,1 до 1), которые могут быть относительно легко определены. При наличии подобных материалов развитие гороха на заданный момент обозначается двузначным числом (например, 4,6 или 8,8).

Флекингер [21] на Центральной станции сельскохозяйственной биоклиматологии в Версале разработал сходный способ определения отдельных фаз развития цветочных почек фруктовых деревьев. Период от начала роста совсем маленьких почек в конце зимы до опадения лепестков в конце цветения делится им на девять главных этапов, которые обозначаются заглавными буквами A, B, C и т. д. Время между двумя основными этапами делится еще на четыре отрезка, так что для точного обозначения состояния хода развития можно отмечать еще три отдельных периода, например C, $C_1$, $C_2$, $C_3$, Д, $Д_1$ и т. д. Применение таких визуальных феноменологических методов позволяет еще более детально, чем это принято в Голландии, отмечать этапы цветения плодовых деревьев.

Еще один метод был предложен работником агрометеорологического отдела Аргентинской метеорологической службы Ледесма [22]. Он предложил фиксировать одновременно активность роста нескольких органов растения в течение короткого промежутка времени и отмеченные фенологические явления обозначать специальными значками (точка, черточка, волнистая линия), записывая их условно в форме квадрата. По числу подобных значков можно определить интенсивность роста и степень развития опытного растения. Такой способ наблюдения и фиксирования получаемых данных хорошо подходит для многолетних растений. Необходимо провести еще ряд обстоятельных исследований в этом направлении.

# 4. СБОР МАТЕРИАЛОВ НАБЛЮДЕНИЙ

## 4.1. СЛУЖБА ФЕНОЛОГИИ

Для сбора материала по фенологии служба фенологии организует более или менее густую сеть пунктов наблюдений, размещенных равномерно по площади своей страны. В большинстве случаев служба фенологии работает в составе Службы погоды своей страны.

В разных странах густота сети фенологических наблюдений различна. На каждый наблюдательный пункт сети, которую заложила служба фенологии в неразделенной Германии, в среднем приходилось 8,4×8,4 км (около 70 км$^2$). По данным Розенкранца, в Австрии на одного наблюдателя приходилось (т. е. он «представлял ареал») около 200 км$^2$, причем нужно учесть, что на вершинах Альп почти не было пунктов наблюдений. Значительно плотнее была прежняя сеть в Нижней Австрии, где один наблюдательный пункт приходился в среднем на 60 км$^2$. В Чехословакии в 1937 г. на одного наблюдателя приходилась площадь 56 км$^2$, в Польше в первые годы существования Фенологической службы (1935 г.) было по одному наблюдателю на каждые 1000 км$^2$ площади. Качество фенологических материалов в значительной степени зависит от плотности сети наблюдений. Чтобы получить действительно показательные фенологические данные, на равнинах необходимо наличие одного наблюдательного пункта примерно на каждые 50—100 км$^2$. На возвышенностях сеть должна быть более густой, так как там на небольшом расстоянии фенологические различия бывают значительными. При вычерчивании фенологических карт, однако, бывает желательно, чтобы и на ровных местах сеть была гуще, особенно когда отмечается неоднородность почвенных условий.

Сотрудниками службы фенологии являются часто люди самых различных профессий.

Опыт показал, что самыми лучшими наблюдателями являются натуралисты, друзья природы, ведущие наблюдения как добровольные корреспонденты. Известно, однако, что состав наблюдателей-фенологов меняется из года в год гораздо

больше, чем состав наблюдателей-метеорологов. При подборе состава наблюдателей перед службой фенологии стоят значительно бо́льшие затруднения, чем перед работниками в области климатологии, потому что отдельные наблюдатели менее ответственно относятся к своим обязанностям, чем метеорологи, которым порученные Службой погоды приборы постоянно напоминают об обязанностях наблюдателя.

В большинстве стран наблюдатель-фенолог получает бланк и программу наблюдений в начале года и возвращает его в службу фенологии в конце года заполненным. Использование материала в этом случае возможно лишь в следующем году. Для того чтобы использовать данные наблюдений в том же году, заполненные бланки в течение года должны собираться по частям (как это, например, делается Германской фенологической службой). Заполненные бланки со сведениями о наступлении ранних фаз весны и начала лета должны возвращаться в конце июня, чтобы еще в течение лета были собраны материалы за первую половину года. Второй бланк поступает к наблюдателю в мае и заполняется в течение лета и осени; он должен быть возвращен в ноябре, после окончания периода вегетации. Такое деление по периодам позволяет центральному пункту иметь тесную связь с наблюдателем и лишний раз напомнить ему о выполнении принятых на себя обязательств. Оказалось целесообразным снабдить наблюдателей записной книжкой, в которую заносятся наблюдения за появлением фазы в поле. Набело их переписывают в присланный специальный бланк. Записная книжка остается у наблюдателя, а это отвечает часто высказываемым пожеланиям иметь у себя записи о произведенных наблюдениях.

Каждый наблюдатель, прежде чем начать работу, получает руководство из местного отдела службы фенологии. Он пользуется им при выполнении своих обязанностей и находит указания, как поступить в затруднительных случаях. О содержании руководств, принятых в Германии, и о прилагаемых к ним наглядных изображениях, облегчающих распознавание отдельных фаз, упоминалось в предыдущем разделе (3.2.1). Такие иллюстрированные руководства следует уточнять и выпускать в большем количестве, так как это способствует получению более точных и годных для сравнения фенологических материалов из разных частей страны. Большую помощь в этом случае могла бы оказать цветная фотография.

В рассылаемых наблюдателям бланках содержится обычно ряд вопросов, относящихся к особенностям местоположения точек наблюдения (к высоте района наблюдений над уровнем моря, характеру почвы в месте, где ведутся наблюдения, описанию местоположения участка). Эти сообщения в дальнейшем помогают понять, чем вызваны те или иные особенности в фазах развития растений, обнаруженные в присланных записях.

В некоторые бланки (как, например, в Австрии) внесены вопросы, относящиеся к наблюдениям за климатом. В них говорится, что наряду со сведениями по фенологии наблюдатель должен указывать характер погоды в переходные периоды (весной в начале вегетационного периода и осенью в конце его), что является дополнением к основному материалу. Следует упомянуть об интересном опыте Брандхорста и Пинкгофа. Вместо бланков наблюдений они собирали серии фотографических снимков определенных фаз развития растений в разных точках, сравнивали и использовали их.

## 4.2. СЛУЖБА СРОЧНЫХ УВЕДОМЛЕНИЙ

Все чаще бывают необходимы срочные сведения о ходе развития растений. Получая фенологические материалы два раза в год, можно составить представление о ходе весеннего развития растительности еще летом. Однако и такие поступления сведений иногда не удовлетворяют разносторонним запросам. Для этого необходимы более частые сообщения. В Германии создана специальная служба срочных фенологических уведомлений, сотрудники которой подают сведения за предыдущий месяц в начале текущего. Отчет о развитии растительности за истекший месяц высылается на почтовой карточке. Этим способом собираются данные лишь о ходе развития ограниченного количества наиболее характерных растений. Результаты работы сети срочных уведомлений в Германии оказались положительными, и создание ее вполне себя оправдало. Эти материалы используются при составлении ежемесячных бюллетеней погоды (в графе, показывающей ход развития растений). В Западной Германии до сих пор лишь незначительное число наблюдателей общей фенологической сети привлечено для выполнения этих заданий. Однако все больше ощущается стремление перейти от отчета за год к отчетам за более короткие периоды, т. е. к ежемесячной подаче сведений. В Германской Демократической Республике уже перешли на подачу ежемесячных сообщений от всех наблюдателей.

Там, где это возможно, практикуется передача сведений о явлениях за еще более короткий период по телефону, по телеграфу или открытками. При благоприятных условиях сообщение о наступлении той или иной фазы поступает в центр в один день; это позволяет представить ход развития растений в разных районах на данный момент. В некоторых случаях сведения поступают еженедельно.

Подобные краткосрочные сообщения были введены в Польше еще в тридцатых годах и очень успешно [3]. Несколько сотен наблюдателей сообщали шифрованными телеграммами в Метеорологический институт в Варшаву о текущем состоянии культурных растений в период вегетации и о ходе полевых

работ. Через день сводка обработанного материала объявлялась по радио и печаталась в газете; это давало возможность всем административным и хозяйственным учреждениям, которых это касалось, знать о состоянии развития растений по всей стране.

В последнее время декадные сообщения по агреметеорологии стали издаваться и в Югославии [4]. В них сообщается о том, как протекало развитие растений за истекшие 10 дней.

В еженедельные метеорологические бюллетени, выпускаемые Германской службой погоды, регулярно включаются сведения о ходе развития растений во всех областях Западной Германии [5]. Такие же материалы публикуются в агрометеорологических еженедельниках.

Само собой разумеется, что только незначительное количество наблюдателей участвует в срочной подаче материалов наблюдений. Для составления подобного обзора достаточно собрать сведения от небольшого числа опытных наблюдателей. Сообщения из разных частей страны, поступающие сразу после наступления какой-либо фенологической фазы, являются материалом, на основе которого выпускаются радиообозрения для работников сельского хозяйства, а также разрабатываются специальные извещения, посылаемые органам, ведающим защитой растений.

## 4.3. СПЕЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ НАБЛЮДЕНИЙ

Иногда возникает необходимость более детально изучить ход развития растений в каком-либо небольшом районе. Материалы, собираемые обычной фенологической сетью, в таких случаях недостаточны. Приходится закладывать дополнительно более густую сеть в этом месте. В гористых местностях один наблюдатель не может обслужить большой район. Каждое особое местоположение требует особого наблюдателя. В местностях с изрезанным рельефом рекомендуется сокращать количество отмечаемых фаз, а число наблюдателей значительно увеличивать. Для исследований пригодны описанные выше фитометры (3.2.3) — растения, высаженные в горшки с одинаковой почвой и выставленные на те участки, где предполагается вести наблюдения, или делянки с одинаковыми растениями в разных местоположениях.

## 4.4. ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА МЕСТНОСТИ

Для получения более детального представления о различиях внутри ландшафта прибегают к фенологической съемке местности. Обычные фенологические наблюдения в каждом отдельном месте проводятся разными наблюдателями. При фенологической съемке, наоборот, один наблюдатель отмечает

фазы развития растений в разных местах района исследований. Подобные съемки еще прежде проводились лицами, которые вели фенологические наблюдения во время своих поездок и путешествий. Такие наблюдатели отмечали особенности развития растений по отдельным профилям в разных ландшафтах. Используя поезд, автомобиль или велосипед, в течение суток можно легко обследовать большое пространство с точки зрения фенологии.

Кроме случайных наблюдений в каком-либо направлении, один наблюдатель может провести систематическое исследование большого района, пролагая ряд параллельных маршрутов. Такое обследование местности необходимо произвести в возможно короткий срок, желательно в один день. Пригодность стдельных фаз для феносъемки различна. На основании имеющегося опыта и результатов исследований Улига [9] считается, что самой удобной для такого обследования фазой является время уборки зерновых хлебов. Труднее сделать съемку, наблюдая за началом цветения хотя бы яблони, так как сроки его меняются в зависимости от сорта яблони, учесть который при объезде местности не всегда можно. Без учета такого различия в материал могут вкрасться ошибки. Собранные фенологические данные наносятся на карту во время поездки. Поскольку подобные исследования выполняются одним наблюдателем, то нет необходимости строго придерживаться учета лишь одной какой-либо фазы. Часто наблюдателю удается заметить и промежуточные явления. Если в течение одного года производится несколько съемок на одной и той же местности, то можно заметить характерные различия в ходе развития растительности.

Такую фенологическую съемку провел Крееб [10] в районе юго-восточнее Штутгарта. Он не ставил перед собой задачу определить средние даты наступления отдельных фаз, его интересовали только относительные термические условия в данной местности. Определялись только градиенты температуры и зоны с ранними и поздними фазами развития растений. Почти такой же метод исследования применил Элленберг [11] при составлении карты фенологического состояния местности. Этот метод применим и для обследования большого пространства.

## 4.5. САДЫ ДЛЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Сроки развития растений в значительной степени определяются условиями местности (экспозицией, характером почвы, удобрениями), и поэтому все громче раздаются голоса, требующие для правильной организации наблюдений создания специальных фенологических садов, где опытные растения будут высаживаться и содержаться в одинаковых условиях.

В садах на специально выбранных участках, не отличающихся от окружающей местности, можно будет получать сравнимые фенологические материалы. Кроме того, в таких садах одновременно можно будет проводить метеорологические наблюдения и собирать таким образом очень ценный материал для сопоставления фенологических и метеорологических данных.

Часто и раньше в ботанических садах проводились такие фенологические наблюдения. Они и в будущем будут служить для фенологических исследований. Но наряду с этим все более необходимым становится создание специальных опытных участков для ведения фенологических наблюдений. На территории Бельгийского метеорологического института в Уккле такой сад заложен давно. Метеорологические наблюдения в этом саду проводятся на площадке, окруженной полосой деревьев и кустарников — объектами фенологических наблюдений. В 1938 г. при организации агрометеорологического опытного участка Германской службы погоды в Трире был заложен специальный сад для проведения фенологических наблюдений. В одном сельскохозяйственном институте в западной Шотландии в 1945 г. был заложен специальный участок для фенологических наблюдений. На нем наблюдения за ходом развития растений проводятся одновременно с метеорологическими наблюдениями и наблюдениями за заболеваниями растений. В других странах также начато создание садов для фенологических наблюдений. На III региональной ассоциации Международной метеорологической организации [13] на первом же заседании в Рио-де-Жанейро в сентябре 1953 г. было вынесено решение заложить такие сады в Южной Америке и на других континентах, по нескольку садов в каждой стране. Стандартная коллекция в каждом саду должна состоять из набора местных растений, а также растительных видов, завезенных из других климатических зон.

Закладка опытных ботанических садов насущно необходима как для более детального изучения фенологии своей страны, так и для выполнения работ в области международной фенологии. На первое время в каждой обширной климатической области достаточно иметь один сад. Получение действительно сравнимых фенологических материалов может быть обеспечено, если разведение растений, за которыми ведется наблюдение, окружающая их среда, удобрение и уход будут унифицированы. Растения должны быть одного возраста, одной высоты, одинаковой интенсивности развития. По возможности следует вести наблюдения за растениями, размноженными вегетативно, имеющими одинаковую наследственность. Недалеко от сада, где ведутся фенологические наблюдения, должна быть расположена метеорологическая станция. В числе наблюдаемых растений должно быть определенное количество растений с других континентов, чтобы собрать материал наблюдений

для создания международной программы. Кроме того, такие сады очень ценны и для проведения в них обычных фенологических наблюдений.

## 4.6. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЛУЖБЫ ФЕНОЛОГИИ

В будущем служба фенологии должна развиваться в направлении ускорения сдачи материалов наблюдений, расширения сети наблюдательных пунктов, увеличения программы наблюдений и объединения с международной сетью фенологических наблюдений.

Для удовлетворения первого запроса о более быстром обнародовании материалов наблюдений необходимо развивать и укреплять службу срочных фенологических сообщений. В настоящее время сообщения задерживаются наблюдателями вследствие заполнения ими огромных бланков наблюдений. Но при дальнейшем развитии службы фенологии наблюдатели будут значительно больше участвовать в срочных сообщениях, для чего они будут заносить в еженедельные или месячные бланки наблюдения только по основным фазам развития растений. Лишь часть самых опытных наблюдателей будет, как и до сих пор, продолжать присылать обстоятельные материалы наблюдений. Эти кадры наблюдателей будут обеспечивать работу опорной фенологической сети, а материалы работников краткосрочной сети будут использоваться для заполнения пробелов. Небольшое число наиболее опытных наблюдателей будет, кроме того, сообщать по телефону, письменно или по телеграфу заинтересованным учреждениям о ходе развития растений.

Сокращение количества фаз в месячных отчетах наводит на мысль, что сеть наблюдательных пунктов должна быть при этом уплотнена. Это облегчит изучение территории между наблюдательными пунктами, которое до сих пор затруднялось из-за сравнительно больших расстояний между ними. Поскольку произвести одновременное и равномерное уплотнение всей сети наблюдательных пунктов не представляется возможным, предполагается это делать постепенно. Сначала надо уплотнить сеть в части страны, изучение которой представляет наибольший интерес, и продержать ее в таком состоянии несколько лет. После того как подробные данные об особенностях этой местности будут собраны и изучены, уплотненная сеть будет создаваться в другом месте.

Таким путем в течение нескольких лет можно подробно изучить всю Германию, а также и другие страны. Основная сеть пунктов фенологических наблюдений будет продолжать работать как прежде, сохранится и сеть срочных наблюдений. Для того чтобы подробно изучить какую-либо часть страны, кроме создания временной уплотненной сети наблюдательных

пунктов, проводятся повторные в течение нескольких лет фенологические съемки всей местности в целом. Повторность съемок нужна для исключения случайных величин, которые наблюдаются в отдельные годы и не являются характерными для района. После детального изучения фенологических особенностей района и картирования их уплотненную сеть и феносъемки можно перенести в другое место. По окончании работы должна составляться детальная фенологическая карта района, обслуживаемого Фенологической службой. Карта должна удовлетворять предъявляемым запросам разных организаций.

В последнее время выявляется еще одно направление работ по фенологии. Все бóльшие требования предъявляются к ежедневным фенометрическим измерениям. Должны быть разработаны новые методы, позволяющие легко получить количественные значения суточного прироста растений. Удобнее всего эту работу проводить в специально посаженных фенологических садах.

Кроме того, необходима организация еще особых учреждений, фенологических главных станций, основной частью которых будет специальный сад для наблюдений. На этих станциях будут разрешаться вопросы усовершенствования методики фенологических наблюдений и особенно разработки и проверки новых методов наблюдений.

Поскольку и в других странах растет интерес к фенологическим наблюдениям, нужно разработать международную программу наблюдений, что позволит собирать сравнимые данные с больших пространств. Для проведения согласованных международных наблюдений особенно нужны опорные сады, играющие ту же роль, что и триангуляционные пункты при межевании.

Для того чтобы удовлетворить всем предъявляемым фенологии требованиям при создании будущей фенологической сети, необходимо:

1) достаточное количество наблюдателей, представляющих подробные годовые или два полугодовых бланка наблюдений;

2) несколько большее число наблюдателей службы срочных сообщений, составляющих ежемесячные или еженедельные краткие отчеты;

3) небольшое число наблюдателей, сразу же сообщающих свои наблюдения в центр службы фенологии;

4) некоторое число фенологических садов в основных климатических зонах, особенно нужных для сбора хорошо сравнимых материалов для международной сети;

5) небольшое число опорных фенологических станций для разработки вопросов методики наблюдений и для текущих исследований в области фенологии.

# 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

## 5.1. ПРОВЕРКА И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Предпосылкой для дальнейшей обработки и использования материалов наблюдений является их проверка, пополнение, приведение в порядок и опубликование. Материалы наблюдений должны быть представлены в форме, удобной для пользования.

### 5.1.1. Пополнение неполных и проверка неточных записей

Бывает, что в материалах наблюдений оказываются неотмеченными некоторые фенологические фазы; такие пропуски требуют заполнения. Если же занесенные в бланк данные кажутся неточными, их нужно проверить. Пополнение таких неполноценных материалов (путем интерполяции) и проверка ненадежных записей могут быть произведены различными способами.

1. Можно просмотреть имеющиеся данные о наступлении других фаз на той же станции, наблюдаемых примерно в то же время. Из данных за все годы, за которые имеются параллельные наблюдения по обеим фазам, вычисляется средняя разность дат наступления этих фаз. Прибавляя эту разницу к имеющейся дате по другой фазе, можно вычислить дату начала фазы в году, имеющем пропуск в наблюдении, и таким образом приблизительно восстановить искомую дату. Такое определение разностей производится по нескольким смежным фазам.

2. Можно использовать материалы наблюдений одной, а лучше нескольких соседних станций, расположенных в одинаковых климатических условиях. Вычисляя среднюю разность по другим годам, когда фаза отмечалась на всех станциях, можно восстановить дату ее наступления в год с пропуском наблюдений. Когда на одной станции одна фаза была пропущена, а на других станциях фазы, наступающие примерно в то же время, были отмечены, можно по разности заполнить пропущенную фазу по материалам за один год.

3. Можно использовать фенологические карты, на которые нанесены даты наступления фаз, для пополнения недостающих или исправления неправильных данных.

4. Можно прибегать в отдельных случаях к помощи учета сумм температур (см. раздел 7.1.1.4) и по ним приблизительно определять время наступления пропущенной фазы. Аналогично тому как по подсчету сумм температур можно предсказать дату наступления какой-либо фазы, можно и восстановить ее. Для этого надо, чтобы метеорологическая станция была расположена в одинаковых условиях с пунктом фенологических наблюдений. В местностях с изрезанным рельефом этот метод нужно использовать с большой осторожностью. К нему можно иногда прибегать для дополнительной проверки вычислений.

5. Можно использовать обычную последовательность наступления фаз в отдельные годы для проверки ненадежных данных. Смена фаз происходит обычно в одном порядке из года в год. Если какое-либо явление заметно выделяется из обычного хода, можно предполагать, что запись неверна. Однако необходимо учитывать, что в некоторые годы (см. раздел 7.1.1.6) фазы могут наступать в несколько другой последовательности.

6. Полезна бывает фенологическая диаграмма для контроля и пополнения недостающих данных. Отклонения величин легче заметить на графике, чем при помощи вычислений. Так, с помощью диаграммы можно, например, заполнить пробелы в датах наступления фаз на разных высотах по склону горы.

7. Для пополнения недостающих и исправления неправильных записей по многолетним данным можно с успехом использовать те же приемы, что и для данных за один год.

Иногда по короткому ряду наблюдений, например за четыре года, приходится оценивать среднюю многолетнюю величину. Приведение короткого ряда к длинному производится так: подбирается ближайшая станция с длинным рядом наблюдений, включающим записи за те же четыре года. По этим четырем годам определяются разности дат наступления исследуемых фаз, по ним вычисляется средняя разность за четыре года. Эта разность прибавляется к средней многолетней величине длиннорядной станции. Так определяются средние многолетние по данным за четыре года. Пополненные и исправленные этим методом материалы вполне пригодны для дальнейшей обработки. Незначительные неточности вполне допустимы, так как известно, что фенологические даты всегда дают довольно большой разброс точек.

Перед дальнейшим использованием фенологических данных испытывается их надежность путем применения современных методов математической статистики. Такая «статистическая страховка» результатов исследования необходима.

Если, например, средние даты наступления какой-либо фазы, вычисленные для двух областей, расходятся всего на несколько дней, нужно доказать, что эта разность реальна. Такая разность могла получиться вследствие того, что вычисление средних для всего района в целом (включая и места. где наблюдений не велось) производилось по материалам, в которых случайно для одного района наблюдение велось за ранними сортами, а для другого — за более поздними. Полученная разность не будет соответствовать действительным условиям. Застраховать себя от подобных недоразумений можно только путем проверки наличного материала различными статистическими приемами. В специальной статистической работе, рассматривающей вопросы фенологии [1], Т. Арцт и В. Людвиг дали обзор этих новых методов (например, проверки нормального распределения, сравнения рассеивания, вариационного анализа) и указали, как применять их для проверки фенологических материалов.

### 5.1.2. Подготовка материалов наблюдений для печати

Для того чтобы сделать материалы фенологических наблюдений доступными, их надо регулярно печатать. Основным источником сведений по фенологии в Германии являются метеорологические ежегодники [2a, b, 3, 4], содержащие раздел по фенологии. В каждом выпуске даны материалы лучших станций (примерно для 10—15% общего количества пунктов наблюдений). Материалы подбираются с таким расчетом, чтобы можно было иметь представление о каждом ландшафте. О дикорастущей флоре, сельскохозяйственных культурах и плодовых деревьях приведено так много материала, что для большинства растений можно найти данные по основным фазам, более или менее равномерно распределенным по всему вегетационному периоду. К опубликованным материалам для определения наиболее существенных фаз приложены фенологические карты [3], для составления которых использованы все имевшиеся наблюдения.

За 1936 и 1937 гг. фенологический материал обработан по всей Германии и опубликован с приложением 8—10 больших цветных фенологических карт. Из-за войны дальнейшее опубликование материалов наблюдений было приостановлено. За период с 1936 по 1944 г. имеются только краткие отчеты [6] лучших станций. В той же серии [7] предполагается публиковать материалы надежных станций, имеющих длинные ряды наблюдений, для разных частей Германии. Фенологические материалы, характеризующие отдельные части страны, можно найти и в других изданиях [8]. Иногда эти материалы вполне достаточны для общего обзора. Таким образом, получен ценный фенологический материал, который может быть использован при решении различных вопросов.

Лица, интересующиеся каким-либо вопросом и желающие его детально проработать, могут использовать архивные материалы с подлинными записями. Для особо важных работ можно получить выборки из архивных материалов. Они прежде всего используются самой Службой погоды для разрешения ряда специальных вопросов и могут быть полезны для климатологов и работников в области сельского хозяйства.

Ценным источником фенологических сведений для Средней Европы, особенно за прошедшие десятилетия, являются 59 томов фенологических сообщений Ине [9] с 1883 по 1941 г. О важнейших источниках материалов по фенологическим наблюдениям в других странах упоминалось в разделе 2.3. Кроме того, заинтересованные в подборе обширного материала для составления сводки могут найти ряд более или менее исчерпывающих печатных работ. В данной работе можно дать лишь самые общие указания. Более детальные сведения можно найти в специальных справочниках.

## 5.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ НАБЛЮДЕНИЙ

### 5.2.1. Вычисление средних многолетних значений и отклонений, наблюдаемых в отдельные годы (установление феноаномалий)

Ценность материалов фенологических наблюдений определяется продолжительностью ряда ежегодных наблюдений. Обработка материалов наблюдений за много лет с одного и того же места (за одним и тем же растением) начинается непосредственно с вычисления средних дат наступления различных фаз. Для пунктов, в которых наблюдения велись недолго, нельзя вычислить надежные средние величины. При наличии известного опыта с помощью приведений удается вычислить правильную среднюю дату и по короткому ряду наблюдений, причем она оказывается близкой к многолетней средней.

Кроме средних дат, представляют интерес и отклонения от средних показателей в отдельные годы, так называемые феноаномалии. Средние многолетние используются для сравнения данных, полученных для небольшого участка, с данными, полученными для большой области. Но для познания действительного хода развития растительности существенно знать условия развития в отдельные годы. Феноаномалии определяются в виде разности в датах наступления фаз в отдельные годы и многолетней средней.

### 5.2.2. Вычисление рассеяния фенологических показателей

Для того чтобы составить представление о фенологических условиях какого-либо места, пользуются величиной рассеяния, которая определяется по ежегодным аномалиям.

*Таблица 2*

**Рассеяние фенологических данных в области Рейн-Майн в 1867—1947 гг. (дни от начала года) (по материалам Шнелле)**

| | Подснежники, белянка, цветение | Каштан конский, береза, летняя липа, зеленение | Яблоня, сирень, цветение | Черная бузина, озимая рожь, белая акация, цветение | Белая лилия, зимняя липа, цветение | Озимая рожь, уборка | Шафран дикий, цветение | Каштан конский, созревание | Каштан конский, береза, бук красный, дуб летний, изменение окраски листьев |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Средняя дата за 1867—1947 гг. | 53,9 | 99,8 | 117,0 | 143,9 | 173,9 | 198,6 | 240,0 | 256,8 | 291,8 |
| Самая поздняя дата . . . . . | 81 | 123 | 131 | 157 | 186 | 219 | 259 | 280 | 301 |
| Самая ранняя дата . . . . . | 32 | 82 | 101 | 128 | 162 | 184 | 218 | 246 | 275 |
| Разность между самой поздней и самой ранней датой (в днях) . . . . . | 49 | 41 | 30 | 29 | 24 | 35 | 41 | 34 | 32 |
| Относительная повторяемость феноаномалии (%) по градациям днем раньше (—) или позже (+) средней: | | | | | | | | | |
| —25 (—23 до —27) . . . . . | 1,3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| —20 (—18 до —22) . . . . . | 6,4 | 1,2 | — | — | — | — | 2,4 | — | — |
| —15 (—13 до —17) . . . . . | 7,6 | 6,2 | 7,4 | 2,4 | — | 1,2 | 1,2 | — | 2,4 |
| —10 (—8 до —12) . . . . . | 8,9 | 9,9 | 11,1 | 7,2 | 12,3 | 8,6 | 11,1 | 6,2 | 7,4 |
| —5 (—3 до —7) . . . . . | 17,9 | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 17,3 | 27,2 | 18,5 | 32,1 | 25,9 |
| —0 (+2 до —2) . . . . . | 14,1 | 29,6 | 26,9 | 33,3 | 41,9 | 32,1 | 33,3 | 30,9 | 32,1 |
| +5 (+7 до +3) . . . . . | 16,6 | 14,8 | 17,3 | 27,2 | 19,8 | 19,8 | 23,5 | 18,5 | 25,9 |
| +10 (+12 до +8) . . . . . | 6,4 | 16,0 | 16,0 | 6,2 | 6,8 | 7,4 | 6,2 | 9,9 | 3,7 |
| +15 (+17 до +13) . . . . . | 11,5 | 2,4 | 3,7 | 4,9 | — | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 2,4 |
| +20 (+22 до +18) . . . . . | 2,6 | — | — | — | — | 1,2 | 2,4 | — | — |
| +25 (+27 до +23) . . . . . | 6,4 | 1,2 | — | — | — | — | — | 1,2 | — |
| Среднее отклонение от средней многолетней (дни) . . . | ±9,8 | ±5,9 | ±6,3 | ±4,5 | ±4,0 | ±5,2 | ±5,2 | ±4,4 | ±4,4 |

*Таблица 3*

## Периоды между фазами развития каштана конского

### Пример вычисления средней продолжительности фаз и среднего отклонения от средней (равной среднему значению абсолютной величины суммы отдельных отклонений). Место наблюдений: Фельсберг в районе Мельзунгена в Гессене

| | Среднее (в днях) | Начало фаз (в днях от начала года) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 | 1945 |
| Начало цветения | 132,3 | 146 | 130 | 138 | 130 | 131 | 150 | 130 | 113 | 125 | 130 |
| Начало зеленения (развертывание листьев) | 109,6 | 122 | 101 | 93 | 112 | 117 | 125 | 117 | 105 | 108 | 96 |
| Продолжительность периода: | | | | | | | | | | | |
| цветение — зеленение | 23 (22,7) | 24 | 29 | 45 | 18 | 14 | 25 | 13 | 8 | 17 | 34 |
| Отклонение от средней | ±8,7 | +1 | +6 | +22 | —5 | —9 | +2 | —10 | —15 | —6 | +11 |
| Начало созревания плодов | 263,0 | 254 | 244 | 278 | 258 | 245 | 271 | 268 | 262 | 272 | 278 |
| Начало цветения | 132,3 | 146 | 130 | 138 | 130 | 131 | 150 | 130 | 113 | 125 | 130 |
| Продолжительность периода: | | | | | | | | | | | |
| созревание плодов — цветение | 131 (130,7) | 108 | 114 | 140 | 128 | 114 | 121 | 138 | 149 | 147 | 148 |
| Отклонение от средней | ±13,7 | —23 | —17 | +9 | —3 | —17 | —10 | +7 | +18 | +16 | +17 |
| Начало изменения окраски листьев | 282,5 | 289 | 273 | 298 | 283 | 275 | 277 | 278 | 283 | 281 | 288 |
| Начало созревания плодов | 263,0 | 254 | 244 | 278 | 258 | 245 | 271 | 268 | 262 | 272 | 278 |
| Продолжительность периода: | | | | | | | | | | | |
| изменение окраски листьев — созревание плодов | 20 (19,5) | 35 | 29 | 20 | 25 | 30 | 6 | 10 | 21 | 9 | 10 |
| Отклонение от средней | ±8,5 | +15 | +9 | 0 | +5 | +10 | —14 | —10 | +1 | —11 | —10 |

Как это показано в табл. 2 на примере многолетних наблюдений в районе Рейн-Майн, разность между самым ранним и самым поздним сроком наступления фазы и максимально возможное отклонение за период наблюдений являются простейшей мерой величины рассеяния.

Наглядную картину величины рассеяния дает относительная повторяемость феноаномалий в процентах для определенных градаций, показанных в той же таблице.

Если для каждого года определено отклонение от среднего и выведено среднее из этих отклонений (без учета знака), то можно получить еще одну оценку величины рассеяния в виде среднего отклонения от средней (равной среднему значению абсолютной величины суммы отдельных отклонений). Определение этой меры рассеяния показано на примере, приведенном в табл. 3.

### 5.2.3. Исследование параллелизма между разными фазами

Дальнейшая проверка материалов наблюдений, проведенных в одном месте, заключается в определении, какие фазы наступают примерно в одно и то же время и сохраняется ли такой параллелизм во все годы. Фазы, очень между собой сходные в этом отношении и одинаково реагирующие на воздействие внешних условий, могут друг друга взаимно заменять. С их помощью, как это было указано выше, можно легко восстанавливать пропуски в записях за отдельные годы. Кроме того, некоторые фазы могут быть использованы в качестве показателей (индикаторов) сроков выполнения некоторых сельскохозяйственных работ. Бóльшая часть этих работ непосредственно связана с ходом фенологических явлений в течение года. Так, к сенокосу приступают, когда большинство луговых трав зацветает. К началу цветения вишни высота пастбищных трав в Германии достигает 10—15 см, и это является наиболее благоприятным сроком начала выпаса. Такой параллелизм имеет очень большое практическое значение при защите растений. Для правильного выбора срока, когда следует приступать к защите растений, очень полезно знать, в какой фазе развития растений обнаруживаются первые признаки их повреждения. Вопросы о совпадении по времени различных фенологических явлений у растений, а также у животных нуждаются еще во всестороннем тщательном изучении.

### 5.2.4. Вычисление продолжительности отдельных межфазных периодов

Разность в днях между датами наступления отдельных фаз развития растений составляет продолжительность межфазных периодов (интервалов между фазами). Рассмотрим,

например, период вегетации овса. Для этого определяется продолжительность жизни растения от посева семян до уборки с поля. Затем изучаются отдельные части периода вегетации этого однолетнего растения. Прежде всего определяется, сколько времени прошло от посева до появления всходов, т. е. период прорастания, в течение которого растение развивается в зависимости от температуры и влажности пахотного слоя почвы и находится под влиянием только климата почвы. С момента появления на поверхности земли первого зеленого листа овсяное растение начинает испытывать влияние климата самых нижних, приземных, слоев воздуха. Затем наступает следующий период, когда первый лист полностью развертывается и растение начинает расти. Если внимательно наблюдать за овсяным полем в это время, то, возможно, удастся зафиксировать появление второго и третьего листьев. Следующим является период от начала роста до выметывания метелки, затем период от появления метелки до уборки.

При изучении хода развития озимой ржи или других озимых зерновых наблюдения приходится вести начиная с осени предыдущего года. Особенно длительным будет период от появления всходов осенью до начала прироста следующей весной, так как в него включается длительный период зимнего покоя. За ним следует период от начала весеннего прироста до колошения, от колошения до цветения и от цветения до уборки.

При изучении продолжительности цветения плодовых деревьев учитывается длительность периода от начала цветения до полного цветения и от полного цветения до окончания его. Эти подсчеты делаются для разных видов плодовых деревьев (яблони, груши, вишни, мирабели, персиков, абрикосов, миндаля и др.), а также и для отдельных сортов одного и того же вида. Из группы дикорастущих плодовых можно для примера взять каштан конский. Вычисления продолжительности периодов развития производятся в таком порядке: от появления листьев до первых цветов, от цветения до созревания плодов, от созревания каштанов до изменения окраски листьев на деревьях, от расцвечивания листьев до листопада; кроме того, учитывается длительность зимнего покоя. По желанию такое деление вегетационного периода может быть пополнено. В табл. 3 приводятся результаты вычисления сделанного для некоторых отрезков вегетационного периода каштана конского по наблюдениям на ст. Фельсберг в районе Мельзунгена за период с 1936 по 1945 г. (средняя продолжительность некоторых фаз развития и величина средних отклонений от многолетних средних). Продолжительность межфазного периода можно вычислить по срокам наступления фаз других видов растений.

Для различных интервалов в фазах, которые могут наблю-

даться, Бос [10] предложил следующее деление: 1) интервал между одинаковыми фазами у различных частей одного индивидуума; 2) интервал между одинаковыми фазами у различных индивидуумов одного вида; 3) интервал между одинаковыми фазами двух рас или сортов; 4) интервал между двумя различными фазами одного индивидуума; 5) интервал между двумя (одинаковыми или разными, следовательно, произвольными) фазами у различных видов растений.

Колебания этих интервалов в фазах могут быть рассчитаны как для различных лет для одного места, так и для одного года для разных мест. Иногда интервал в фазах может быть равным нулю и даже принять отрицательное значение. В этом случае говорят об обращении или инверсии, которая чаще наблюдается в группе 4, особенно между зеленением и цветением одного индивидуума, а также и в группе 5, когда отдельные годы сравниваются между собой. Случайные нарушения последовательности фаз, которые вызывают эти инверсии в интервалах между фазами, Н. П. Смирнов [29] предложил называть интерцептиями, о чем будет подробнее говориться ниже (раздел 7.1.1.6).

## 5.3. ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Более наглядно, чем с помощью цифровых данных в таблицах, можно представить периоды развития растений в виде графиков. На графиках, кроме продолжительности периода, показаны даты начала и конца фазы. Проще всего можно представить материал в виде столбиков разной величины с различной штриховкой, как это показано на рис. 7. Этим способом легко показать, насколько велико отклонение различных фаз у одного и того же вида растений по времени.

Также наглядно можно представить развитие растений в течение года с помощью горизонтально расположенных линий, так называемых фенологических спектров. С помощью таких спектров можно показать, протекала ли в данном месте та или иная фаза у всех растений одного вида одновременно или начало ее затянулось, или, например, показать, что продолжительность периода между открытием первого и последнего цветков различна. Для того чтобы обозначить такое явление (рис. 8), демаркационные линии проводятся не вертикально, а наклонно, причем верхний конец линии указывает дату начала наблюдаемого явления, а нижний конец — дату окончания той же фазы у разных растений, но в одном и том же месте. На рис. 8 показаны спектры различных луговых растений, по Шенникову, предложившему новый прием изображения. Даты цветения и плодоношения накладываются на брусок, изображающий весь вегетационный период. Ширина спектра, представляющего цветение или плодоношение, указывает

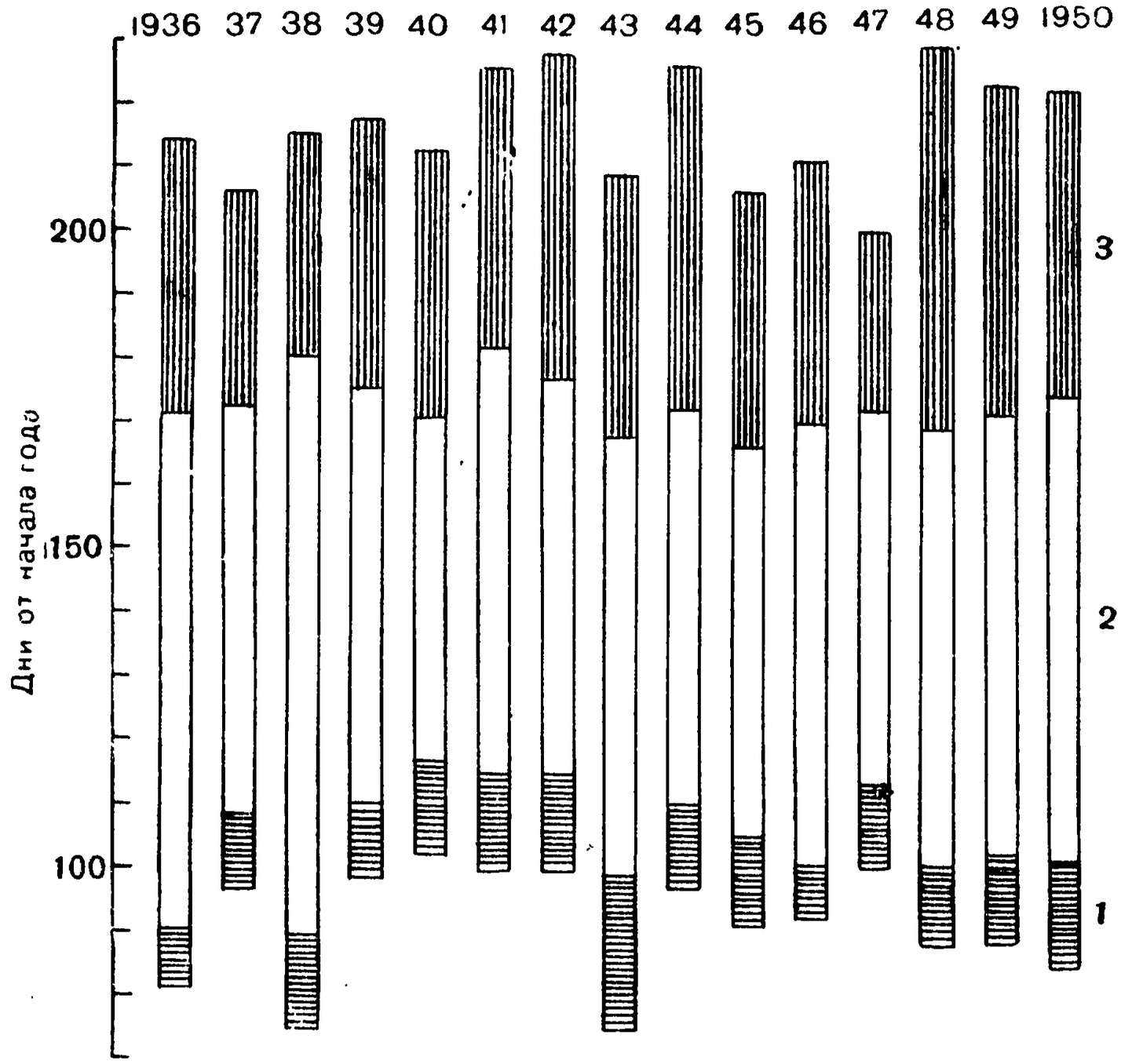



Рис. 7. Отделочные периоды развития овса в Фельсберге в районе Мельзунген и в Гессене.

*1* — посев — всходы, *2* — всходы — выметывание, *3* — выметывание — уборка.

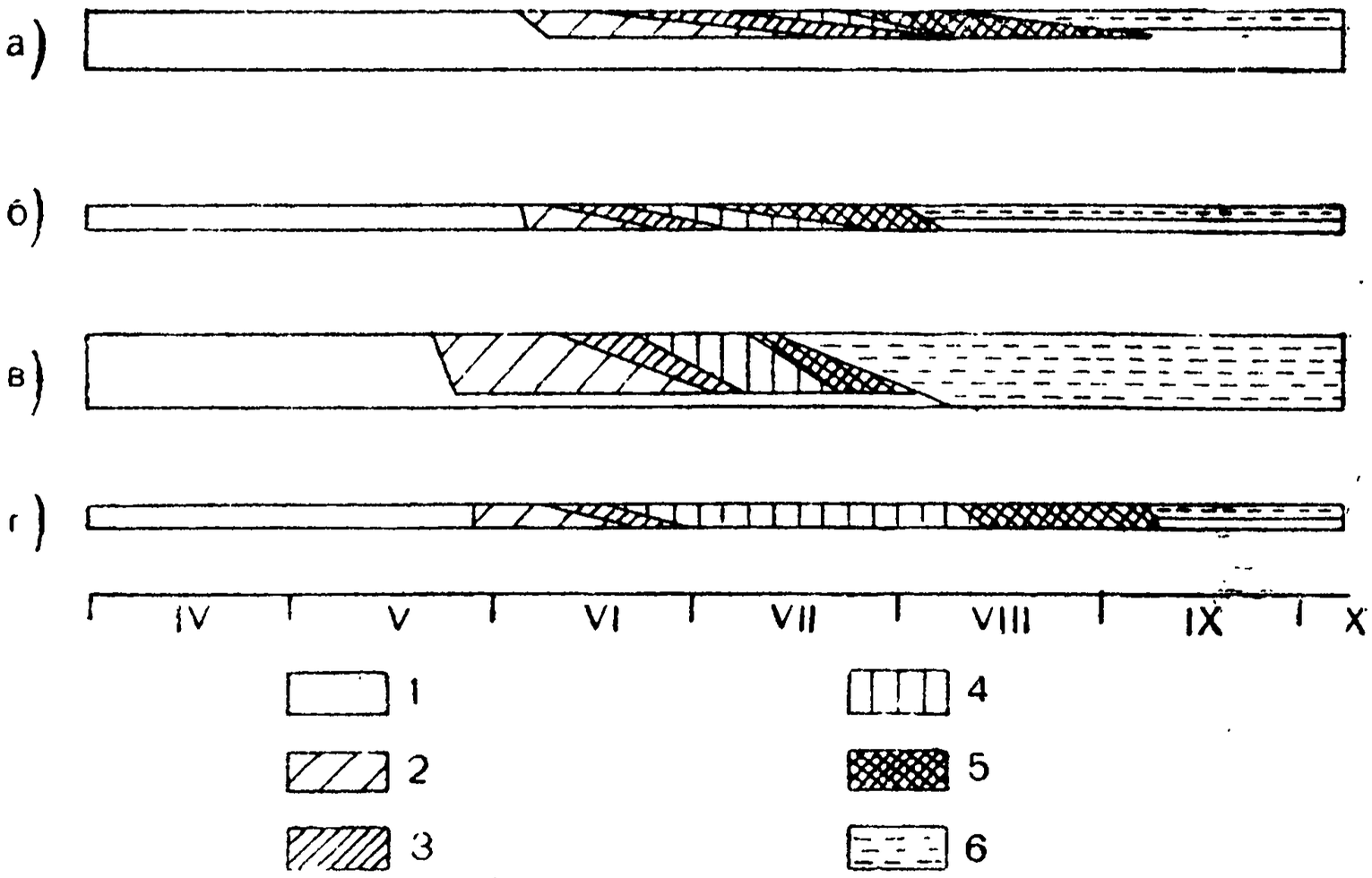



Рис. 8. Фенологический спектр луга в долине р. Вологды в 1924 г. (по Шенникову).

*а* — красный клевер, *б* — роговик, *в* — горлец, *г* — вероника. *1* — вегетация, *2* — бутонизация, *3* — цветение, *4* — плодоношение, *5* — созревание, *6* — отмирание.

на процент цветущих или плодоносящих в этот момент растений среди всей массы их.

Примерно такое же, но более простое изображение предложил Гамс в 1918 г. Оно охватывало фенологическое развитие всех имеющихся на земле растительных сообществ. Такого рода спектры, получившие название феноэкологических, очень удобны для изучения растительных сообществ.

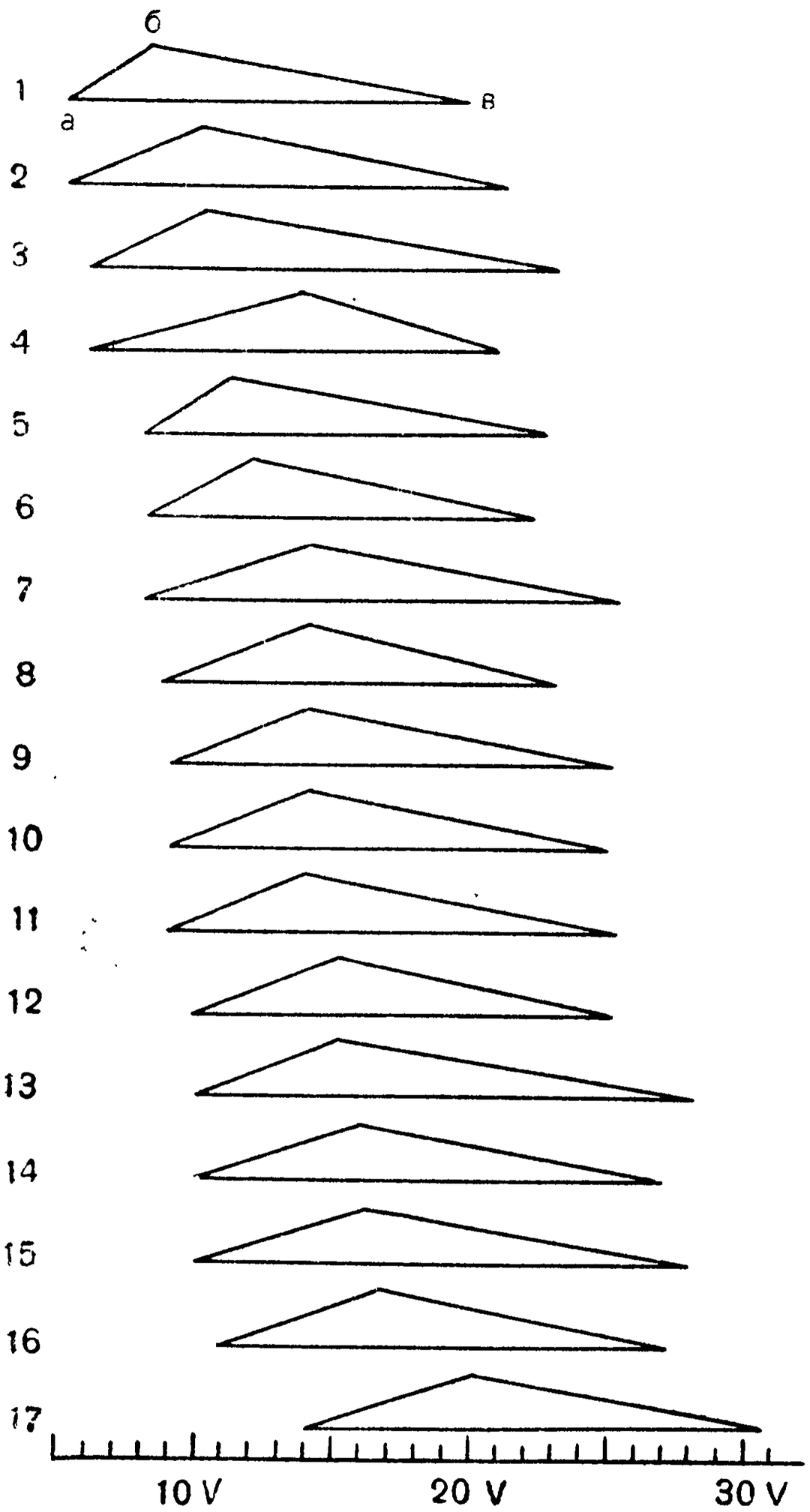



Рис. 9. Ход цветения разных сортов яблони в Гекфельде (Северный Баден). Средние данные за 1936—1945 гг.

*а* — начало цветения, *б* — полное цветение, *в* — конец цветения. Сорта: *1* — Шарломовский, *2* — Желтый Эдель, *3* — Прозрачный, *4* — Кронцель, *5* — Боскоп, *6* — Белый налив, *7* — Рейнское, *8* — Золотой ренет, *9* — Онтарио *10* — Якоб Лебел, *11* — Зимнее золотое, *12* — Ландсбергский ренет, *13* — Касселер, *14* — Бауманский ренет, *15* — Бойкен, *16* — Красное винное, *17* — Рейнское зимнее.

Для графического изображения хода цветения очень подходят горизонтально расположенные треугольники (рис. 9). Один угол у них соответствует дате начала цветения, другой — дате его окончания.

В точке, соответствующей дате полного цветения, взаимно пересекаются две стороны треугольника; по форме начертанного таким образом треугольника можно составить представление о том, как протекало цветение у разных сортов яблонь, и на основании этого определить возможность взаимного опыления их.

Для проведения более обстоятельных исследований (например, работа Вегера с грушевыми деревьями) обычных данных о продолжительности цветения деревьев оказалось недостаточно. Чтобы проанализировать, как цветущее плодовое дерево реагирует на изменение внешних факторов в этот период, нужно было произвести точный подсчет цветков. Ежедневно отсчитывалось примерно по 1000 бутонов раскрывшихся и отцветающих в этот день. Результаты ежедневных подсчетов вычислялись в процентах общего количества цветков и наноси-

лись на кривые изображающие ход расцветания и отцветания. Обе кривые вместе представляют так называемую фенограмму изучаемого растения (рис. 10). Бёэр [15] нашел, что подобные фенограммы дают наглядное представление также о повторяемости некоторых фаз на больших пространствах. Например, на рис. 11 в виде фенограммы представлено цветение подснежников близ Тюрингена в 1947 и 1948 гг. Число наблюдений указано в процентах всего количества наблюдений и дано как относительная повторяемость явления по времени (по дням или пентадам).

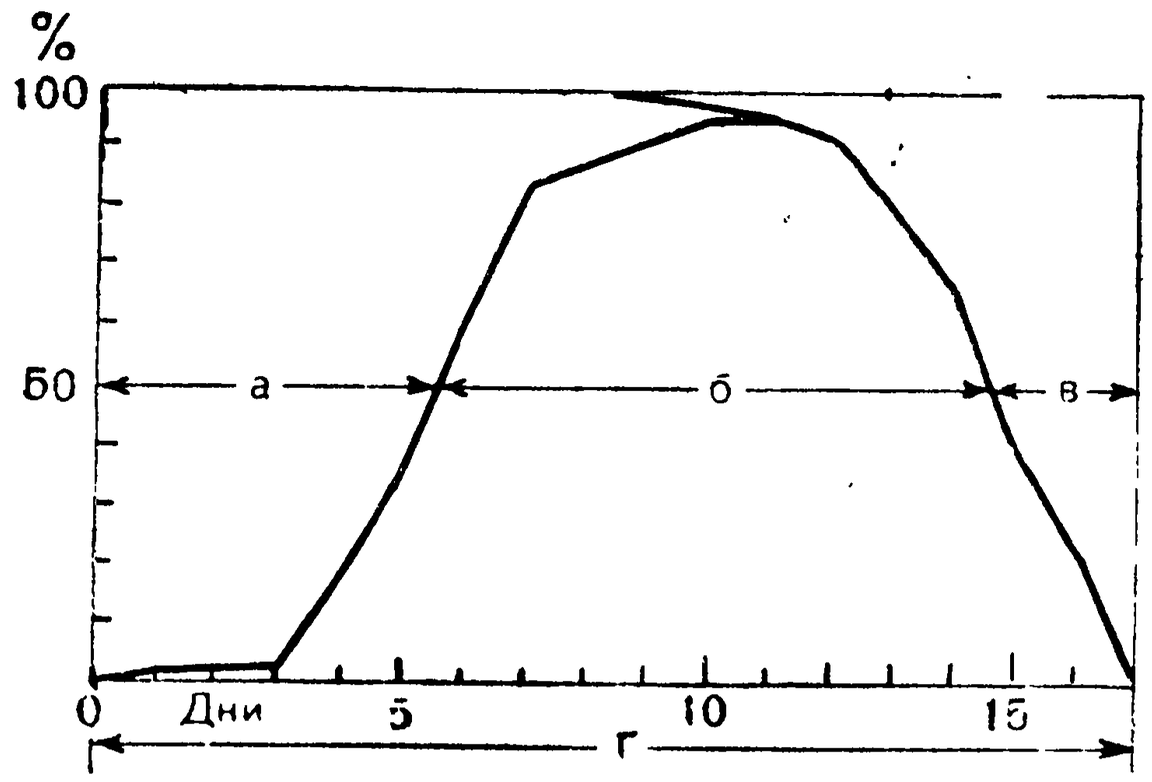



**Рис. 10. Фенограмма цветения и числовое выражение его (по Вегеру).**

**Продолжительность: *а* — начала цветения, *б* — полного цветения, *в* — окончания цветения, *г* — всего периода цветения; *б/г* — относительная длительность полного цветения. Левая кривая — зацветание, правая — отцветание.**

В 1947 г. линия относительной повторяемости рёзко поднялась вверх от нуля и, достигнув максимума, снова опустилась к нулю. Часто цветение происходит не так равномерно. В 1948 г. было два максимума количества цветущих растений, подъем и спад кривой значительно растянут во времени. Кроме наглядности, этот вид изображения удобен тем, что позволяет непосредственно сопоставлять фенологические данные с метеорологическими величинами. На том же графике дана кривая колебаний температуры по пентадам за тот же период. Положение линии цветения соответствует кривой колебания температуры. Нанесенные на график температурные кривые по пентадам поясняют различия фенограмм за оба года. Минимальный и замедленный подъ-

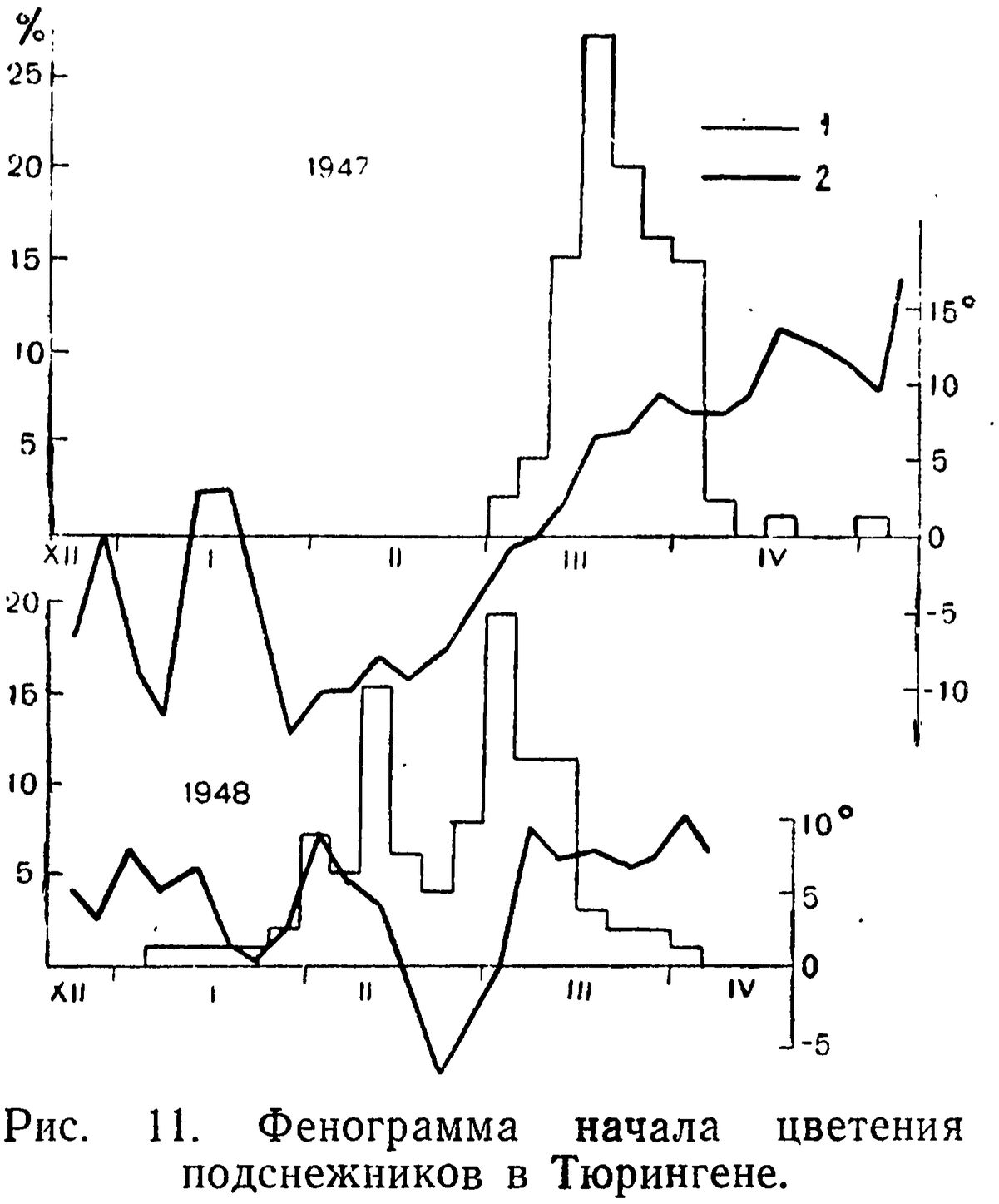



**Рис. 11. Фенограмма начала цветения подснежников в Тюрингене.**

***1* — относительная повторяемость цветения в процентах от всех наблюдений по пентадам, *2* — средняя температура за пентаду в Иене (по Бёэру).**

ем или падение линии указывает на задержку развития, а максимальный и очень крутой подъем указывает на ускорение развития. Это наблюдается для всех фаз, наступление которых определяется теплом. Для фаз же, которые вызываются падением температуры ниже известного предела (например, окрашивание листьев), зависимость будет обратной. Фенограммы с круто поднимающейся линией и одной вершиной характерны для

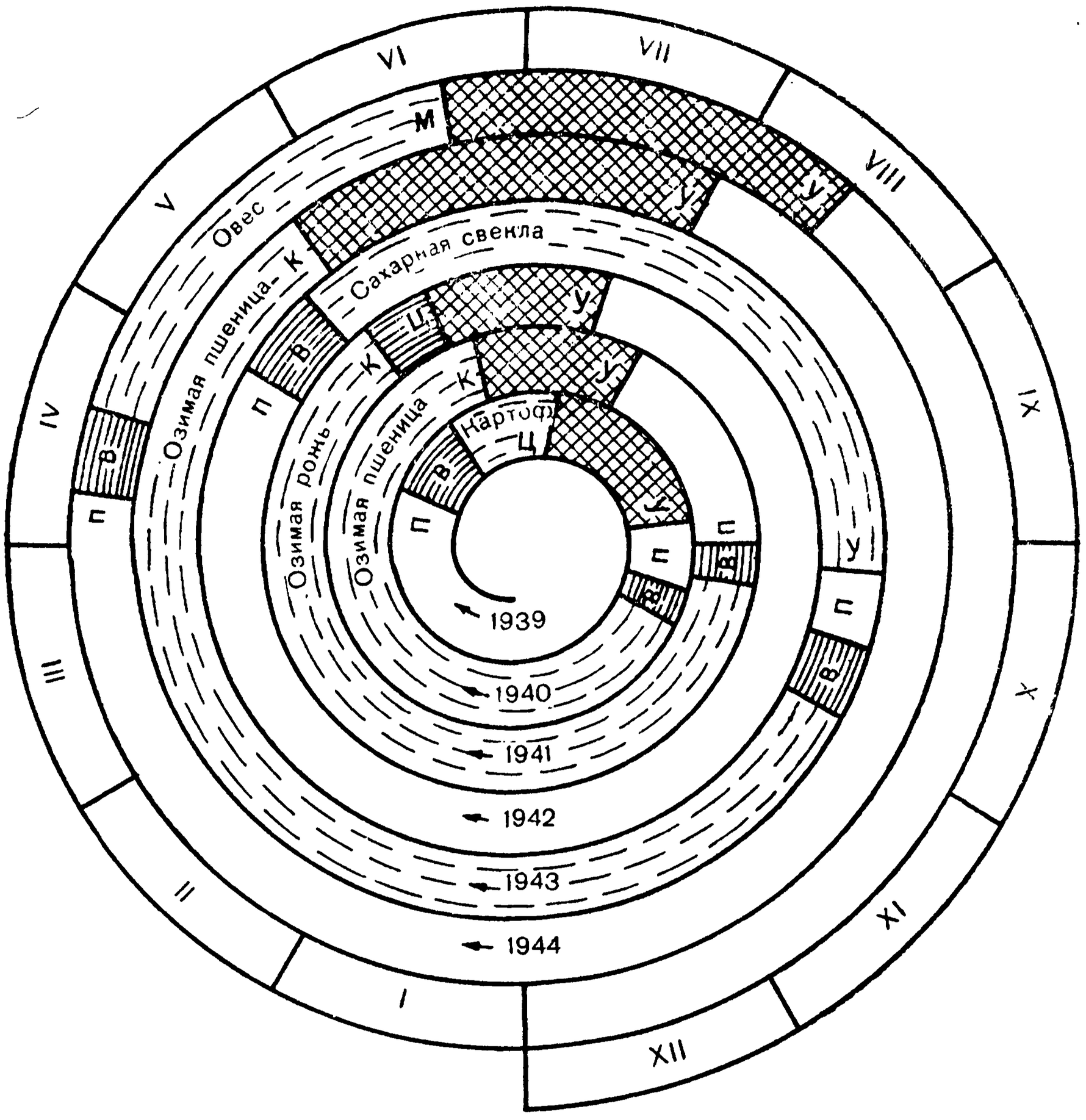



Рис. 12. Севооборот на одном поле в Фельсберге в районе Мельзунгена в Гессене.

*П* — посев, посадка, *В* — всходы, *К* — колошение, *М* — выметывание, *Ц* — цветение, *У* — уборка.

периодов, когда падение температуры ниже предела происходило очень быстро. Если линии, обозначающие наступление фазы, падают постепенно, значит понижение температуры происходило постепенно. Для того чтобы получить точное представление о частоте повторения фенологических явлений в данной местности, нужно располагать достаточным количеством равномерно распределенных наблюдений.

Для изображения явлений, происходящих в течение всего года, хорошо подходят круговые диаграммы. Вокруг общего

центра на площади круга располагаются условные обозначения, сответствующие материалам наблюдений. Размер круговых секторов наглядно показывает, в течение какой части года происходило развитие данного растения. Такие феноло-

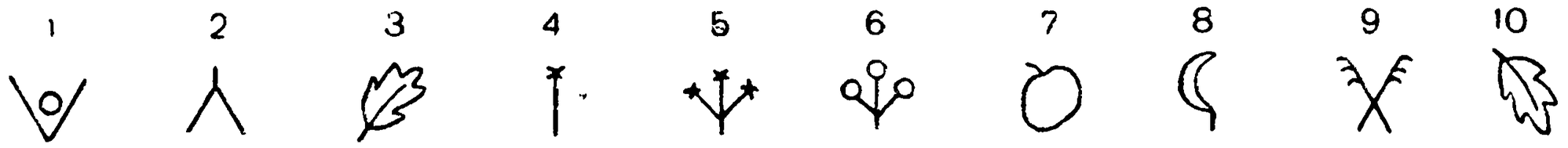



Рис. 13. Символы для обозначения фенологических фаз (по Рейдату даются цветными).

*1* — посев, красный, *2* — всходы, зеленый, *3* — зеленение, зеленый, *4* — начало цветения, красный, *5* — полное цветение, красный, *6* — конец цветения, красный, *7* — плодоношение, красный, *8* — уборка, красный, *9* — урожай, красный, *10* — листопад, коричневый.

гические часы были сконструированы Германской службой погоды для демонстрации на выставках. По этому принципу были представлены фенологические времена года для округа Эутин [16]. В тех случаях, когда нужно представить несколько взаимно связанных отрезков, показывающих развитие растений из года в год на одном поле, например ротацию севооборота, выбирают форму спирали (рис. 12). Таким образом можно показать для яблони весь цикл развития, от закладки первых почек летом прошлого года до созревания плодов, на том же дереве осенью следующего года.

При изготовлении более крупных диаграмм для выставок или для вывешивания в школьных помещениях можно пользоваться специальными обозначениями для разных фаз. Их можно изобразить на круговой диаграмме или стенде, вырезать из картона и наклеить на график. На рис. 13 изображены такие символы, предложенные Рейдатом, они получили широкое распространение и применение в школах [17]. Еще один способ наглядного изображения фенологических явлений, происходящих в течение года, с использованием данных фенометрии представлен на рис. 14 [8]. При этом способе фенологические явления, наблюдавшиеся в течение года, наносятся в календарном порядке на горизонтальную линию. По сдвигу фаз можно сразу определить, в каких районах или в какие годы данное явление наступает раньше или позднее. Кроме того, на этот график по вертикали вверх или вниз наносятся отклонения от многолетней средней (на рис. 14 средняя за период с 1936 по 1939 г.). При запоздании фазы по сравнению со средней многолетней отклонения наносятся вниз от соответствующей отметки на горизонтальной линии, при более раннем наступлении — соответственно вверх. Ход линии, соединяющей эти отметки, выше или ниже горизонтальной прямой дает картину более раннего или более позднего начала отдельных фаз по сравнению со средней многолетней.

Соответствующим образом на график можно нанести отклонения от средней многолетней для всех наблюдавшихся

в течение года фаз развития и соединить их общей кривой, показывающей все особенности отдельных отрезков вегетационного периода. Пример такой обработки дал А. Баумгартнер [18]. Как видно на рис. 14, графически можно одновременно показать и ход температуры, причем отклонения показаны либо выше средней (положительные), либо ниже средней (отрицательные).

Если на такой диаграмме будут показаны в виде точек

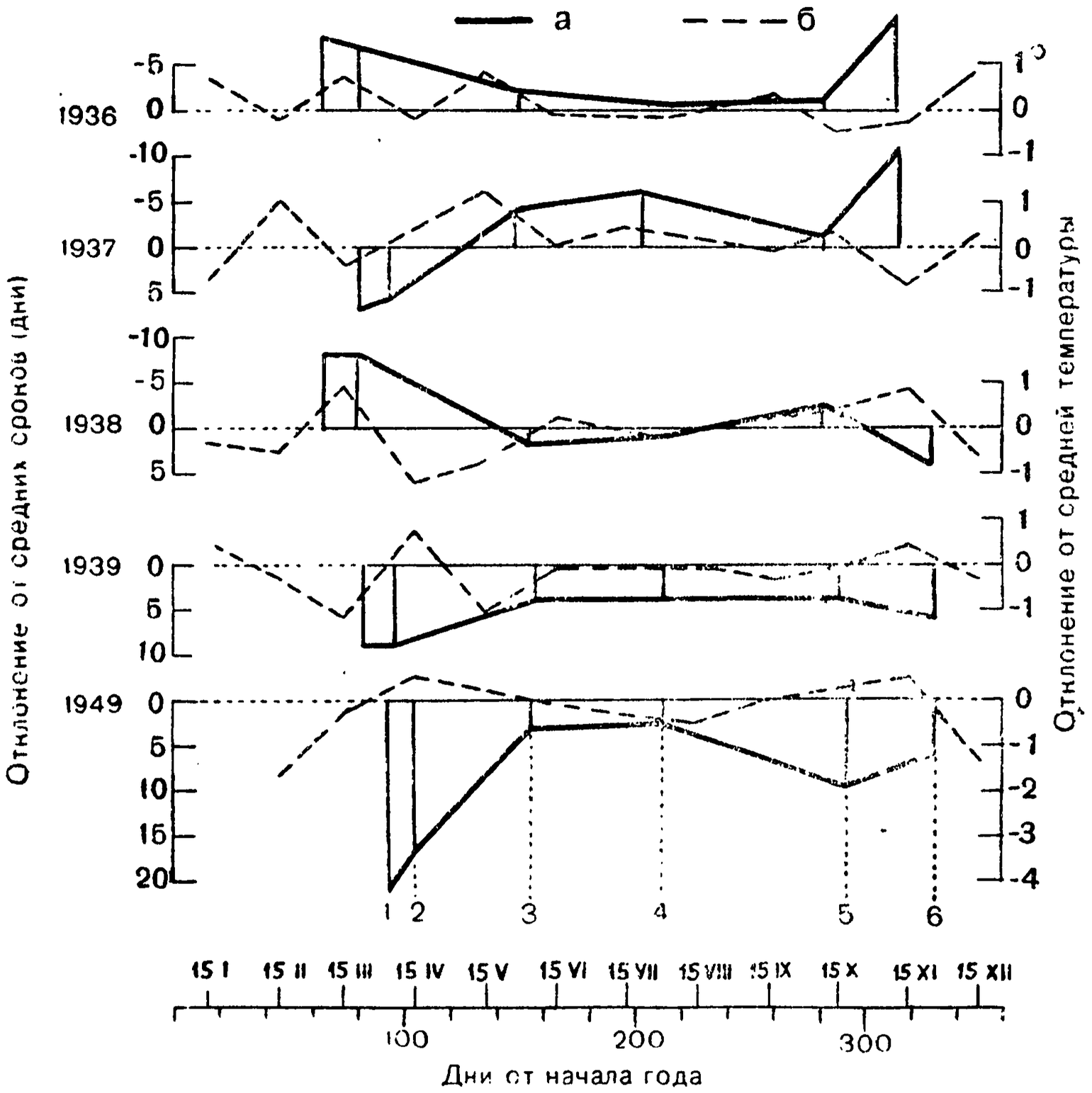



Рис. 14. Изменение фенологических фаз по годам. Верхне-Рейнская низменность, метеорологическая станция в Карлсруэ.

*1* — начало полевых работ, *2* — посев и всходы овса (средние), *3* — колошение и цветение озимой ржи, выметывание овса (средние), *4* — уборка озимой ржи и овса (средние), *5* — посев и всходы озимой ржи (средние), *6* — окончание полевых работ. *а* — фазы, *б* — температура.

данные не отдельных, а всех фенологических фаз, то через скопление точек можно провести линию. Она даст представление об общем ходе развития растительности за данный период вегетации. Такая линия носит название кривой фенодинамики.

В заключение, говоря о разных методах наглядного изображения фенологических явлений, следует упомянуть и о методе блокбильд, применяемом в случае, когда нужно представить явления в объемном изображении. Этот метод облегчает изображение фенологических различий на большой территории.

## 5.4. КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ МЕСТНЫХ РАЗЛИЧИЙ

### 5.4.1. Картирование отдельных фенологических фаз

Основным способом использования фенологических материалов является картирование данных для мелких или крупных районов (см. в приложении карты 1, 2, 3). Линиями, представляющими даты начала фаз (изофенами), показывается на местности, где данная фаза наступила в одно и то же время. Изофены проводятся обычно через интервал 10 дней. При малых колебаниях сроков наступления данной фазы допускается интервал 5 дней. Раньше было принято картировать фазы с недельным сроком. Для того чтобы сделать карты для разных местностей более единообразными и сравнимыми, целесообразно на всех картах придерживаться одних и тех же дней в качестве границ, например отмечать, что фаза наступила на 150, 155, 160-й день и т. д. от начала года.

Плотность размещения изофен в разных частях карты обычно неодинакова. На картах 1—3 размещение изофен по средним многолетним данным довольно равномерно по площади. Естественно, что в равнинной северной Германии изофены размещаются на большем расстоянии друг от друга, чем в южной, более гористой части страны. Если на карте две линии или более сближаются, значит в этом месте имеются какие-то особенности. Такая картина наблюдается в местностях, где микроклиматические условия быстро меняются (в предгорьях, на крутых склонах с большим различием высот). Кроме того, можно ожидать, что изофены будут сближены в местах с различными почвами, оказывающими разное влияние на годовой ход фенологических явлений. Это, например, наблюдается тогда, когда влажная болотная почва граничит с сухими песками. Сгущение линий в отдельные годы может произойти также вследствие значительного похолодания, что заметно замедляет ритм развития растений. В случае последующего наступления очень теплой погоды дальнейший ход развития растительности может протекать очень бурно. Познание подобной взаимозависимости очень облегчает как составление фенокарт, так и пользование ими.

Картографическая обработка фенологических материалов, как показывает опыт, имеет ряд ограничений. Если на 100 км$^2$ имеется 1—2 наблюдательных пункта, то фенологические карты с достаточной точностью можно составлять в масштабе 1 : 500 000 или лучше 1 : 1 000 000. Большей точности при такой плотности наблюдательной сети не достичь. Для карт в масштабе 1 : 200 000 такой материал уже недостаточен. Чтобы составить фенологические карты в этом или более крупном масштабе, необходимо существенно уплотнить сеть наблюдательных пунктов и иметь больше наблюдателей, а в местно-

стях с изрезанным рельефом для каждого типа местоположения следует иметь отдельного наблюдателя. При этом возникают затруднения из-за невозможности найти такое количество надежных наблюдателей. В тех случаях, когда предполагается подробно изучить характер небольшого района, наблюдения одного человека оказываются значительно более ценными и достоверными, чем большой материал, полученный от разных наблюдателей. Трудности возникают также при составлении более детальных карт для большого пространства. Они встречаются, например, при картировании наблюдений за зерновыми посевами на полях, расположенных на склонах разной экспозиции. После того как накоплен опыт по составлению фенологических карт для больших пространств, нужно переходить к составлению карт для небольших районов и отдельных участков, как это сделал Улиг [19, 20]. Опыт показывает, что по материалам фенологических съемок для какой-либо местности можно составить фенологическую карту в масштабе 1:50 000. В дальнейшем потребуются специальные методические разработки, чтобы решить вопрос, до какого предела при наличии значительного количества материала фенологических наблюдений можно довести уточнение картирования для небольших площадей.

Другое затруднение возникает, когда, например, отмечается дата начала уборки ржи на одном поле. В этом случае в записи может легко вкрасться ошибка, потому что, если в хозяйстве несколько полей засеяно рожью, то хотя рожь и созрела на всех полях, уборку начинают на одном. Для обработки фенологического материала пригодно лишь то поле, на котором при прочих одинаковых условиях произрастания рожь созрела. Если в одном и том же хозяйстве имеются поля, расположенные в разных местах, и созревание ржи на них наступает не в одно время, что заставляет несколько отсрочить уборку на отдельных участках, то сообщения об этом являются весьма ценными. Эти сообщения и предупреждения, однако, не нужны в случаях, когда наблюдения ведутся за фазами, сроки наступления которых не зависят от деятельности человека. Поэтому для картирования удобны, например, данные о сроках цветения яблони, сирени или ржи.

Не все фенологические фазы в одинаковой степени подходят для того, чтобы по ним выявлять наличие небольших различий между отдельными местоположениями. Начало весенних работ или сенокоса, сроки наступления которых зависят от кратковременных изменений погоды и от намерений человека, обычно не позволяют установить небольшие различия между отдельными местоположениями.

Когда весной приближается время начала полевых работ и наступают благоприятные для этого условия погоды, приступают к полевым работам везде, где почва достаточно подсохла.

Полевые работы часто начинаются одновременно на больших территориях и на различных высотах. При этом более мелкие особенности фенологических явлений, возникающие под влиянием местного климата, обычно не проявляются. Незначительные изменения во времени наступления полевых работ чаще всего происходят вследствие неодинаковой увлажненности почвы. Поэтому, чтобы показать изменения ранних весенних фенологических фаз, происходящие из-за неоднородности климатических условий или изменений погоды, нет смысла увеличивать масштаб карт.

Если какая-либо фаза, например начало цветения яблони, наступает только после накопления определенной суммы температур, то микроклиматические особенности местности могут быть хорошо выявлены. В этом случае стоит создать более плотную сеть наблюдательных пунктов и составлять карты более крупного масштаба. Однако использовать эту фазу для определения незначительных различий между отдельными местностями удается не каждый год. В некоторые годы при особо благоприятных условиях погоды какая-либо фаза может наступить на большом пространстве независимо от микроклиматических различий, существующих между разными местностями. Иногда заметные различия в сроках наступления фаз могут произойти вследствие неодинаковой экспозиции, незначительной разницы в высоте, неоднородности грунта, но они могут быть учтены лишь путем специальных наблюдений.

Чем крупнее масштаб фенологической карты, тем заметнее проявляется влияние микроклиматических и местных почвенных особенностей, что нужно учитывать при составлении подобных карт.

### 5.4.2. Карты естественных, климатически однородных областей растениеводства

Если сравнить несколько карт отдельных фенологических фаз для различных времен года, то можно заметить, что границы отдельных районов и зон, выделяющихся по особо благоприятным или, наоборот, неблагоприятным климатическим условиям, всегда проходят примерно в одних и тех же местах. Вполне естественно, что такие границы прослеживаются на стыках горы с долиной в течение вегетационного периода. То же самое можно наблюдать и на равнинах, пересеченных лишь небольшими возвышенностями. Границы и в этом случае занимают на картах одно и то же место.

Обращая внимание на проведение линий на отдельных картах фенологических фаз, можно выделить естественные ландшафты приблизительно с одинаковыми фенологическими показателями. В этих районах отдельные фазы наступают

в течение года довольно однообразно, немного раньше или немного позже. Так как фенологические различия возникают под действием более или менее благоприятных или неблагоприятных климатических условий, то на картах естественных растениеводческих районов, пример которых дан в разделе 6.3.2 (карта 4), можно одновременно видеть разделение обработанных площадей по климатическим зонам. Это выделение произведено не по метеорологическим показателям, а только по ритму развития растений в течение года, позволяющему выделить местности с одинаковыми климатическими условиями.

### 5.4.3. Соединение фенологических и растениеводческих карт

Часто важно знать не только простирание климатически однородной области растениеводства и площадь области, но и площадь, занятую какой-либо культурой, например озимой пшеницей или картофелем, и урожайность этой культуры. Хотелось бы, например, узнать, сколько пшеницы может быть собрано к определенному сроку в самой благоприятной части местности, где созревание наступает рано, а также в какое время и на какой урожай можно рассчитывать в менее благоприятных районах, сколько будет собрано зерна за каждую неделю или декаду. Разрешение подобных вопросов имеет большое значение для планирования вопросов питания. Организации, ведающие вопросами питания, должны не только знать, где можно получить новые средства питания, но также знать наперед, к какому сроку какое количество средств питания можно получить.

Для того чтобы наметить план на будущее, можно на фенологическую карту, например уборки озимой пшеницы, нанести точки, обозначающие определенную площадь посева этой культуры, например 200, 500 гектаров или более. Примером может служить карта 5 [21] начала уборки пшеницы, на которой показаны, кроме того, площади под пшеницей на всем земном шаре. При распределении пунктов не принимались во внимание политические границы, учитывались только естественные условия возделывания. На землях под болотами или лесами пшеницу нельзя возделывать, поэтому на таких площадях нельзя ставить точки.

Подсчет количества зерна, которое можно собрать в определенный год, производится по предполагаемой на этот год урожайности и размеру площадей посева. Сопоставляя карты естественных областей возделывания сельскохозяйственных растений с фенологическими, можно получить более надежные материалы, чем если исходить из сведений о площадях и урожайности по административному делению (область, район и

т. д.). Административные границы редко совпадают с границами естественных областей, которые часто охватывают две административных единицы или больше.

### 5.4.4. Карты разностей фаз или продолжительности фенологических явлений

Для того чтобы ответить на различные вопросы, часто важнее знать продолжительность межфазного периода, чем дату наступления фазы. Так, например, спрашивают, сколько времени требуется озимой ржи на созревание зерна, т. е. насколько продолжителен период между цветением и уборкой, сколько времени для этого имеется в той или другой области или сколько времени проходит между уборкой зерновых и окончанием вегетационного периода. На основании сведений об общей продолжительности вегетационного периода можно выбрать более или менее интенсивные приемы земледелия или выбрать пожнивные культуры. Для решения таких задач служат фенологические карты разностей фаз и продолжительности межфазных периодов.

Составляются такие карты различными способами. Проще всего это делается, если по данным одного пункта наблюдений вычисляют продолжительность периода, например, между сроками цветения ржи и ее созревания. После нанесения разности карта обрабатывается как обычная фенологическая. Можно исходить также из карт дат для отдельных фаз. Разность дат определяется в местах пересечения изолиний на двух картах или для отдельных точек, данные для которых последовательно снимаются с обеих карт. Иногда приходится делать дополнительные вычисления для типичных участков местности, например для долин и горных хребтов. Такие карты разностей фаз и продолжительности межфазных периодов (см. карты 12, 13 и 14) являются существенным дополнением к фенологическим картам местных фенологических различий в сроках наступления отдельных фаз.

### 5.4.5. Карты феноаномалий

Для более углубленного изучения годовых изменений в ритме развития растительности целесообразно сравнить карты, на которых указано время начала одинаковых фаз за ряд лет.

Можно заметить, что одна и та же фаза в одном и том же месте в один год начинается раньше, а в другой год — позднее. Чтобы получить более ясное представление об этом явлении, надо составить специальную карту отклонений. При этом исходят из карты средних показателей, на которую нанесены средние величины, вычисленные по материалам многолетних

наблюдений. После этого составляются карты отклонений от средних значений, или аномалий, наблюдавшихся в отдельные годы.

Если более или менее значительные положительные или отрицательные отклонения (аномалии) обозначить на карте особой штриховкой или краской, то получается очень наглядное изображение: отклонения неодинаковы на всей карте, для отдельных местностей типичен определенный предел отклонений. Примером феноаномалии может служить карта 6, на которой дано отклонение сроков уборки ржи в 1947 г. от средней многолетней, вычисленной по данным 1936—1945 гг. для юга Германии (Гессен, Северный Баден, Вюртемберг, Бавария) [22]. В то время как в более низких местах уборка была начата на 5—10 дней раньше обычного, в местах, расположенных на незначительной высоте, к ней приступили на 10—15 дней раньше срока, а на больших высотах это опережение даже больше, чем на 15 дней. С помощью карты, построенной по отклонениям от нормы, можно хорошо изучить причины, вызывающие их. Это можно сделать, имея такие же карты отклонений от многолетних средних для ряда метеорологических факторов, например температуры, облачности, интенсивности солнечного освещения, и сопоставляя эти данные с одновременным отклонением фенологических фаз.

### 5.4.6. Фенолого-синоптические карты

Имеется еще одна возможность картирования фенологических явлений. Обычно на фенологических картах показывается, как изо дня в день наступают отдельные фазы. Но можно также указать на карте, в какой фазе развития находится растение на определенный день в разных частях страны. В то время как в один определенный день в марте на высоких горах и на крайнем северо-востоке Северо-Германской низменности цветение подснежников указывает, что здесь наступила ранняя весна, в районе Рейна и в прилегающих к нему долинах по цветению корзиночной ивы видно, что весна уже кончается. В конце апреля на высоких горах производят посев овса, что является признаком начала весны, а в долинах Рейна в это время цветут яблони, т. е. отмечается полный разгар весны. Между двумя этими крайними фазами вклинивается цветение других плодовых деревьев, которое тоже начинается в конце апреля на разной высоте. Примером такой фенолого-синоптической карты является карта 7 на 29 июля 1937 г. Для Шлезвиг-Гольштейна была составлена такая фенолого-синоптическая карта на 29 апреля 1950 г.; на ней было показано цветение вишни, развертывание листьев липы, березы и каштана [23].

При достаточном количестве подобных карт для всех времен года можно проследить поступательный ход развития растений из месяца в месяц или подекадно и составить на основе этих данных календарь на весь год. Используя карты средних показателей, можно по отдельным фенолого-синоптическим картам установить, как далеко продвинулось к определенному времени развитие естественных сезонов года в разных частях страны.

### 5.4.7. Синхронные фенологические карты

В то время как на фенолого-синоптических картах показаны разные фазы в один день, на так называемых синхронных картах указывается, в какой фазе развития находится большинство экземпляров одного растения в один день, что определяется путем обследования местности. Для составления такой карты могут быть использованы, например, данные наблюдений за временем созревания и уборки ржи [24]. С довольно большого расстояния можно увидеть, началась ли уборка на полях и какая часть растений к этому времени убрана ($^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$ или все). Ход созревания посевов ржи можно определить по переходу окраски поля от зеленого к желтому. По специальной схеме определяется степень созревания ржи и состояние уборки ее на полях; эти данные тоже наносятся на карту.

Возможность определения отдельных стадий созревания на глаз на большом расстоянии делает этот метод пригодным для быстрого картирования фенологического состояния больших пространств, особенно при систематических объездах.

При наличии опыта удается отметить не только среднее фенологическое состояние в пределах области, но и характерные особенности развития растений в разных местоположениях. Примером такого картирования может послужить карта 8, составленная Улигом [20], на которой показана степень зрелости и начало уборки ржи на территории между южной частью бассейна рек Роны и Заале на 28 июля 1951 г. Подобные схематические карты можно начертить и для других фаз, например для развертывания первых листьев (зеленения) или цветения. По материалам точных наблюдений и записей можно составить синхронные карты и для других времен года. Другие фазы развития иногда трудно оценить на расстоянии, поэтому они менее пригодны для составления таких карт.

Фенологические съемки позволяют быстро получить представление об относительных фенологических различиях на больших площадях, значительно уточнить и дополнить сведения, получаемые с обычных фенологических карт, показывающих среднее фенологическое состояние местности. Синхронные

карты показывают, насколько благоприятны или неблагоприятны условия той или иной части страны, где фазы наступают соответственно раньше или позже обычного. Зато эти карты ничего не говорят о том, в какой срок наступила та или иная фаза в разных частях местности и окончилась ли она там или еще только должна начаться.

### 5.4.8. Схематические карты изофен и биоклиматический закон Хопкинса

Если известна дата начала какой-либо фазы в одном месте и дата эта совпадает с датой начала известной и нанесенной на карту фазы, то, согласовав эти данные, можно с помощью имеющейся карты определить дату наступления новой фазы и в других местах. Американский энтомолог-лесовод А. Д. Хопкинс [25] в начале XX в. разработал методику оценки фенологического состояния по одному пункту. На основе двадцатилетних фенологических наблюдений в различных частях США (с 1895 г.) А. Д. Хопкинс составил карты, на которых схематическими линиями обозначено одновременное наступление фаз. Линии эти идут не вдоль географических параллелей, а от Атлантического океана к Тихому по кривым, обращенным на северо-запад. Эти кривые, получившие название фенологических параллелей, пересекаются вертикально направленными фенологическими меридианами. Фенологические меридианы служат для определения географического положения, но расположены тоже наклонно по отношению к географическим меридианам и совпадают с осью континентальности в Северной Америке. С помощью этих идеальных изофен, приведенных к уровню моря, можно определить фенологическую фазу для любой точки страны, если она известна для одного пункта этой страны. Конечно, при этом приходится вводить коррективы в зависимости от времени года, высоты и т. д. Эти установленные отклонения от теоретической величины находятся в прямой зависимости от силы различных влияний внешних условий и могут поэтому служить прямой мерой определения этих влияний.

С помощью схематических карт изофен и таблиц поправок можно рассчитать даты и периоды (продолжительность) любого периодически повторяющегося явления природы и практической деятельности человека. Результатом исследований А. Д. Хопкинса было открытие биоклиматического закона, суть которого заключается в следующем:

1. Периодические явления у растений и животных находятся под влиянием комплекса факторов и элементов климата, поскольку они в первую очередь определяются вращением земного шара и его положением относительно солнечных лучей.

2. Различие в климате и соответствующее различие в географическом распределении и в периодичности жизненного цикла растений и животных одного материка зависят от влияния рельефа, близости моря, озера, больших рек и других особенностей ландшафта, а также от характера и длительности дневного освещения, интенсивности солнечного света, дождей, снегопада, влажности и других элементов макро- и микроклимата.

3. Климатические и биологические условия континента, по-видимому, представляют колебания с определенной амплитудой, значение которой находится в прямой зависимости от географических координат места — широты, долготы и высоты.

4. При прочих одинаковых условиях в зоне умеренного климата в Северной Америке изменение во времени наступления периодических явлений природы равно четырем дням на каждый 1° широты, на 5° долготы и 400 футов (около 130 м) высоты. По мере продвижения на север, на восток и с высотой начало фаз весной и ранним летом запаздывает, а во второй половине лета и осенью наступает соответственно раньше.

5. Повсеместно наблюдается некоторое отступление от этой теоретической константы времени, потому что условия в двух или более биологических или климатических районах никогда полностью не совпадают и редко бывают одинаковыми в двух или более точках одной области.

6. Длительность отклонения от теоретической константы в днях находится в прямой зависимости от интенсивности господствующих влияний. Поэтому константа, выражаясь в координатах времени, является мерой интенсивности этих влияний.

А. Д. Хопкинс [26] распространил свои исследования схематических карт изофен на другие материки. Несмотря на то что работа А. Д. Хопкинса и его закон представляют большую ценность, для Германии большой интерес, по мнению Е. Гильтнера [27], представляют карты и графики фактического наступления фенологических фаз. Территория Германии слишком мала, чтобы применить метод Хопкинса. Это особенно относится к ее южной части, где климатические условия очень неоднородны.

А. В. Федоров [28] тоже указал на ограниченные возможности применения биоклиматического закона Хопкинса, ценность которого заключается в возможности оценить ориентировочно время наступления какой-либо фенологической фазы, учитывая географическое положение местности. В частных случаях условия оказываются значительно сложнее. Отклонения сроков, вычисленные с учетом широты, долготы и высоты места, не всегда одинаковы и меняются в той же местности в зависимости от времени года.

Биоклиматический закон может дать лишь самое общее представление о зависимости фенологических дат от географического положения местности. Для точного установления фенологических особенностей отдельных районов страны он недостаточен.

### 5.4.9. Фенологи́ческие карты для больших пространств (биоклиматические карты Смирнова)

Для обобщения фенологических исследований больших пространств на одном или нескольких континентах метод детального сравнения сроков наступления одних и тех же фаз на одинаковых растениях, предложенный Гофманом и Ине, оказывается недостаточным, потому что только в отдельных случаях можно подобрать одинаковые виды растений для всей территории. Н. П. Смирновым был разработан метод, позволяющий определить темп развития растений на больших площадях и выделить места, где темп развития ускоряется или несколько замедляется. Для составления своих биологических карт для умеренного пояса он выбрал станцию с более длительным вегетационным периодом (Ставангер [30], на юго-западе Норвегии), на которой можно наблюдать ход развития ряда видов растений, встречающихся по всей Европе. Для каждого месяца определялись даты наступления отдельных фаз в Ставангере и вычислялась разность в днях между временем наступления фазы в Ставангере и в другой части Европы. Например, средний срок зацветания 21 вида растений наступил в Ставангере в апреле на 18,8 дней раньше, чем в Лесном в Советском Союзе. Для сравнения фенологических явлений на различных станциях и в различных странах можно использовать сроки наступления одинаковых фаз на разных растениях, специально выбранных для этой цели.

По этому методу вычисления средних фенологических различий было обследовано 406 станций в Европе. В зависимости от положения станции по отношению к Ставангеру получались бо́льшие или меньшие, положительные или отрицательные различия в годовом ходе развития растений. Различия были разбиты на несколько типов (восточный, западный, южный, юго-восточный и средневосточный) и затем использованы для составления характерной кривой на специальном графике. В принципе эти типы кривых сходны с кривыми, изображенными на рис. 14, 16 и 28, отразившими наблюдения исследователей в Средней Европе, а на рис. 15 показано деление отдельных лет по фенологическим типам (см. раздел 6.1.3.).

Советские ученые при составлении графика подбирали гораздо более изменчивые группы фаз, в то время как при́ вышеупомянутых фенологических исследованиях в Средней Европе использовались одинаковые фазы (или только неболь-

шие группы их) для составления средних показателей для всех станций независимо от календарных дат. Составленные по этим вычислениям средние значения соответствуют значениям, полученным для станций Средней Европы, и в первую очередь для немецких станций. Остальные станции были разбиты на группы по географическому положению их по отношению к средней станции на восточные, западные, южные и северные.

Основным результатом исследований Смирнова было составление биоклиматических карт Европы, на которых для разных месяцев было показано ускорение или задержка (по сравнению с данными по Ставангеру) начала цветения с весны до лета, причем отклонения делились на 10-дневные интервалы. Так же обработал он биоклиматические материалы всего СССР [29], увязав даты всех пунктов наблюдений с данными Ставангера, правда, с использованием некоторых дополнительных базисных станций. К его работе приложен ряд биоклиматических карт начиная с европейских и кончая дальневосточными областями СССР. Примененный им метод ежемесячного определения отклонений каждого пункта наблюдений от какой-либо одной станции, принятой за основную, базисную, особенно подходит для фенологических исследований на больших пространствах, когда приходится сравнивать области, отдаленные друг от друга настолько, что пригодные для наблюдения одинаковые растения не встречаются. Однако поскольку имеются обработанные материалы наблюдений в ряде больших стран, по которым можно определить даты наступления одинаковых фаз на одних и тех же группах растений, они прежде всего будут использованы для составления фенологических карт. По ним можно более детально изучить фенологические особенности каждой отдельной части страны. Такие материалы имеют гораздо большее значение для практики. Только в том случае, если для больших пространств не окажется проверенного материала фенологических наблюдений, следует прибегать к составлению биоклиматических карт по вышеописанному методу.

### 5.4.10. Использование фенологических карт

С помощью фенологических карт, на которых указано время начала отдельных фаз, можно выделить местности с благоприятными и неблагоприятными климатическими условиями. Они являются основой феногеографии, занимающейся описанием и определением зон с более ранними и поздними сроками развития растений. Раннее наступление фаз означает, что климатические условия в этом месте более благоприятны, что здесь теплее, чем в областях, где те же фазы начинаются позднее. Фенологические карты могут быть исполь-

зованы и для определения предела распространения одинаковых экологических условий.

Пока основные причины возникновения фенологических различий еще не вполне изучены, фенологические карты могут помочь выяснить некоторые экологические вопросы. Для этой цели так называемая феноэкология использует материалы фенологических наблюдений и особенно фенологические карты. Когда возникает вопрос о том, какие районы пригодны для разведения в них новых видов теплолюбивых растений или для успешного произрастания новых полевых и садовых культур, то по фенологическим картам легко определить границы достаточно теплых местностей с более или менее благоприятными климатическими условиями. Сроки наступления некоторых фенологических фаз являются особенно показательными для выяснения экологических условий местности. Иногда требуется определить, как велики эти выделенные районы и как благоприятные и неблагоприятные зоны расположены по отношению друг к другу. Чтобы количественно оценить эти соотношения, существуют различные способы.

Для приблизительного определения размера площади под вычерченную на восковке фенологическую карту подкладывают лист миллиметровой бумаги и подсчитывают число квадратных сантиметров и миллиметров, занимаемых данной областью, что часто является достаточным для решения многих вопросов. Более точные данные можно получить с помощью планиметра или по методу взвешивания. Для этого вырезают отмеченные на карте места и затем взвешивают вырезанные куски ее на аптекарских весах. Сравнивая вес этих кусков с весом квадратного куска такой же бумаги, можно достаточно точно установить размер куска любой формы.

Как это было указано раньше, фенологические карты по отдельным годам используются для заполнения пропусков, имеющихся в длинных рядах наблюдений на некоторых станциях. Обычно восстановление пропущенных дат производится методом интерполяции, на основе данных соседних станций или по фенологическим картам. С этой целью снимают данные с годовой фенологической карты, на которой линии, обозначающие даты начала фаз, проведены с малыми интервалами, через 5 дней.

В некоторых случаях нужно вычислить средние сроки наступления фаз в отдельных областях по материалам наблюдений станций, расположенных в этих областях. Достоверность таких вычислений зависит от того, сколько станций имеется в данной области и как они размещены. Более надежные средние можно получить, снимая их с фенологической карты для нужного района путем интерполяции. Для этого фенологическую карту покрывают сеткой продольных и поперечных линий, вычерченных на равных расстояниях, Снимая

данные для всех точек пересечения этих линий, можно получить среднее значение фенофазы для района. Таким способом можно строить карты средних значений.

С фенологических карт для этих равномерно распределенных точек снимаются показатели для отдельных лет и получается ряд, по которому и вычисляется средний срок для данной точки. После этого, как обычно, эти средние величины используются при составлении карты. Так же как и при составлении карт средней продолжительности явлений (см. раздел 5. 4.4), целесообразно дополнить данные, полученные по материалам равномерно распределенных станций сети для некоторых положений (особенно в низких местах или на возвышенностях), производя **дополнительные расчеты.** Материалы общей сети обычно недостаточны для более детальной работы.

По некоторым фенологическим картам можно получить представление и о метеорологических условиях местности. Это в первую очередь группа карт, для которых дата начала фазы почти всецело зависит от климата почвы, где обозначены даты появления всходов овса, картофеля, кукурузы и т. п. Продолжительность периода от посева до появления всходов зависит от температуры и влажности верхнего слоя почвы. Известно, что для прорастания семян разных видов растений требуется определенная температура. Так, овес начинает прорастать при температуре 4°, картофель — при 8°, а кукуруза — только при 10°. По фенологическим картам, на которых указаны даты начала всходов культурных растений, можно получить представление о температуре почвы в этот период. Так, например, можно утверждать, что там, где появились всходы картофеля, температура верхнего слоя почвы превышает 8°.

Подобный вспомогательный метод определения температуры почвы на больших пространствах особенно ценен потому, что исследование и измерение температуры почвы очень сложно. Следовательно, по фенологическим картам можно получить представление и о климате почвы. Кроме того, по фенологическим картам можно графически изобразить фенологический профиль местности (как это показано на рис. 25 и 26 и описано в разделе 6.3.1.2). На поперечный разрез земной поверхности нанесены точки и проведены линии, обозначающие одновременное наступление фаз на разных высотах (по данным фенологической карты).

Если фенологические фазы, показанные на двух соседних хребтах, соединить между собой, то получится ряд слоев, представляющих даты наступления одинаковых фаз. На профилях большей протяженности эти линии расположатся не параллельно поверхности земли, а под некоторым более или менее острым углом к ней. Подобные чертежи позволяют выяснить, зависят ли отдельные фенологические явления от макроклимата или от ряда местных факторов.

# 6. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

## 6.1. НАБЛЮДЕНИЯ В ОДНОМ МЕСТЕ

### 6.1.1. Сравнение коротких и длинных рядов наблюдений

Материалы наблюдений одной станции за один год, если их невозможно сравнить с материалами других станций, имеют лишь ограниченное значение. Данные наблюдений за продолжительный период приобретают ценность по мере накопления. Поэтому длинные ряды наблюдений особенно ценятся.

Самым длинным из известных до сих пор на земле является непрерывный ряд наблюдений за цветением вишни в Японии [1, 2], начатый в 812 г. За этот более чем тысячелетний период самым ранним сроком начала цветения было 22 марта в 1246 г. и самым поздним 15 мая в 1184 г. Промежуток времени между этими двумя крайними датами составляет более 1,5 месяца.

В Европе самый длинный из известных до сих пор рядов фенологических наблюдений имеется в Англии; недалеко от Норвика наблюдения велись с 1736 г. пятью поколениями семьи Маршам с незначительным перерывом от 1810 до 1845 г. Когда в 1926 г. все до сих пор имевшиеся результаты наблюдений за цветением и развертыванием листьев у многих растений были опубликованы [3], получился ряд за 146 лет; наблюдения за некоторыми явлениями в жизни животных составили ряд за 158 лет.

Длинные ряды фенологических наблюдений, имеющиеся в отдельных странах, значительно короче. Некоторые из них, правда, были начаты во второй половине прошлого столетия, так что для отдельных мест имеются ряды почти за сто лет. Существенной основой для проводившихся фенологических исследований были наблюдения в области Рейн-Майн [4], продолжавшиеся ко времени обработки их в 1947 г. 81 год. К этому ряду можно добавить еще, правда менее обширный, материал наблюдений за 18 предшествовавших лет. При обра-

ботке этого материала были использованы данные длительных наблюдений Циглера [5] во Франкфурте (на Майне), записи Ине [6] в Дармштадте и Люстнера в Гейзенгейме.

Большую ценность представляют и другие более или менее длинные ряды наблюдений, которые проводились раньше или ведутся и в настоящее время. К ним можно отнести, например, наблюдения Фритча в Вене и Австрии в прошлом столетии и В. А. Поггенполя [7] в 1886—1907 гг. в Умани (Украина), давшие ценный материал для выводов. Несколько длинных рядов с 1900 г. и даже раньше собрано в систематически публиковавшихся «Фенологических известиях» Ине [6]. Старые наблюдения, которые велись в Гисене, были обработаны Гофманом [8] и опубликованы в виде фенологического календаря Гисена. Что касается фенологических работ во Франции, то наблюдения там ведутся в Парк Сэнт-Мор с 1905 г. [9, 10] и накопленный ряд наблюдений приобретает все большее значение.

Следует упомянуть о тщательно проведенных фенологических наблюдениях в Галле (на Заале). Их вел Гольдефлейс [11] по методу Друде на участке Сельскохозяйственного института Университета с 1894 по 1936 г. без перерывов.

В Венгрии Золтан [12] обработал имевшиеся в стране длинные ряды наблюдений за озимой пшеницей, белой акацией и виноградом. В Швеции Вильгельм, Кнут и Зигфрид Арнелл [13] в сводном отчете упоминают об использовании данных 40-летних наблюдений. Длинные ряды наблюдений по фенологии имеются также в Финляндии. Не последнее место в этом списке занимают станции сети Английского метеорологического общества, ведущие фенологические наблюдения в течение нескольких десятилетий. Но в целом количество станций с длинными рядами невелико. Эти станции составляют как бы остов, на который опирается работа расположенных между ними станций, не имеющих длинных рядов наблюдений и по которым часто средние можно вывести только за несколько лет.

Когда при обработке материалов приходится сравнивать средние данные нескольких станций, то надо решить вопрос, какой период наблюдений обеспечивает получение годных для работы средних величин. Средние величины, полученные на одной станции, проводившей наблюдения в течение длительного времени, могут быть в разных по времени частях неоднородными под влиянием колебаний климата. Правда, короткие ряды с помощью материалов наблюдений на соседних станциях можно привести к более длинным. Однако для этих относительно более длинных рядов, часто охватывающих только несколько десятилетий, остается открытым вопрос, можно ли считать вычисленные по ним средние величины соответствующими данным более длительного периода. Этот вопрос является решающим, когда приходится сравнивать

*Таблица 4*

**Наибольшие отклонения 10, 20, 30, 40, 50 и 60-летних средних дат наступления фенологических фаз от многолетних средних за 140 и 80 лет (начало фаз дано в днях от начала года)**

| Период наблюдений и наибольшие отклонения | Цветение | | Зеленение (развертывание листьев) | | | | | Среднее для 7 фаз |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | подснежник | боярышник однопестичный | береза | дуб | бук | каштан конский | липа | |
| 1751—1760 | 20 | 135 | 91 | 118 | 119 | 94 | (112) | 98 |
| 1761—1770 | 16 | 132 | 92 | 117 | 117 | 94 | 103 | 96 |
| 1771—1780 | 17 | 128 | 88 | 116 | 114 | 97 | 112 | 95 |
| 1781—1790 | 23 | 126 | 95 | 122 | 114 | 99 | 105 | 98 |
| 1791—1800 | 22 | 128 | 92 | 114 | 109 | 86 | 102 | 93 |
| 1801—1810 | 24 | 131 | 93 | 120 | 114 | 92 | 100 | 96 |
| 1851—1860 | 8 | 136 | 100 | 119 | 119 | 93 | 112 | 98 |
| 1861—1870 | 15 | 132 | 97 | 111 | 110 | 95 | 105 | 95 |
| 1871—1880 | 13 | 129 | 93 | 113 | 105 | 93 | 99 | 92 |
| 1881—1890 | 3 | 131 | 94 | 112 | 114 | 98 | 103 | 94 |
| 1891—1900 | 16 | 126 | 97 | 109 | 119 | 97 | 104 | 95 |
| 1901—1910 | 23 | 141 | 95 | 113 | 110 | 95 | 103 | 97 |
| 1911—1920 | 17 | 128 | 99 | 110 | 112 | 96 | 99 | 94 |
| 1921—1930 | 17 | 133 | 97 | 109 | 110 | 93 | 103 | 95 |
| Среднее за все годы | 16 | 132 | 94 | 115 | 113 | 94 | 104 | 95 |
| Число лет наблюдений | 146 | 144 | 142 | 145 | 145 | 140 | 134 | — |
| Наибольшие отклонения средних: | | | | | | | | |
| за 10 лет от средних за 140 лет | +8 | +9 | +6 | +7 | +6 | +5 | +8 | +3 |
| | —13 | —6 | —6 | —6 | —8 | —8 | —5 | —3 |
| за 20 лет от средних за 140 лет | +6 | +2 | +4 | +4 | +5 | +4 | +4 | +2 |
| | —8 | —5 | —2 | —5 | —3 | —5 | —3 | —2 |
| за 30 лет от средних за 140 лет | +7 | +2 | +3 | +4 | +4 | +3 | +2 | +1 |
| | —4 | —4 | — | —4 | —3 | —2 | —2 | 0 |
| за 40 лет от средних за 140 лет | +3 | +0 | +3 | +3 | +3 | +1 | +2 | 0 |
| | —6 | —2 | —3 | —5 | —1 | —0 | —2 | 0 |
| за 50 лет от средних за 140 лет | +3 | —1 | +2 | +2 | +2 | +1 | +1 | +1 |
| | —5 | —2 | —2 | —2 | —0 | —0 | —1 | —0 |
| Средние за 80 лет с 1851 по 1930 г. | 15 | 132 | 96 | 112 | 112 | 95 | 104 | 95 |
| Наибольшие отклонения средних: | | | | | | | | |
| за 10 лет от средних за 80 лет | +8 | +9 | +4 | +7 | +7 | +3 | +8 | +3 |
| | —12 | —6 | —3 | —3 | —7 | —2 | —5 | —3 |
| за 20 лет от средних за 80 лет | +5 | +2 | +2 | +3 | +2 | +1 | +4 | +1 |
| | —7 | —2 | —2 | —2 | —2 | —1 | —3 | —2 |
| за 30 лет от средних за 80 лет | +4 | +2 | +1 | +2 | +2 | +2 | +1 | +0 |
| | —3 | —0 | —1 | —1 | —2 | —1 | —2 | —0 |

Примечание. Таблица составлена по данным наблюдений вблизи Норвика в Англии, проведенных семьей Маршам (по таблицам, опубликованным Маргари в 1926 г.).

ряды наблюдений, произведенных в разное время. При обработке фенологических материалов для больших пространств чаще всего приходится иметь дело с материалами, собранными в различные периоды.

Часто в фенологии высказывается мнение, что можно получить в первом приближении достаточно точные средние величины по ряду наблюдений за любые 15—20 лет. Как велико должно быть наименьшее число лет наблюдений, можно видеть по материалам, сведенным в табл. 4 [3], составленной по длинному ряду наблюдений семьи Маршам в Англии. В таблице приведены средние сроки наступления наиболее существенных фаз для каждого последующего десятилетия, с 1741 по 1750 г., с 1751 по 1760 г. и т. д., а также и для более длительных периодов в 20, 30 лет и т. д. Даны также максимальные отклонения этих 10, 20, 30, 40, 50 и 60-летних средних от средних, вычисленных по материалам за все годы наблюдений.

Сопоставление средних, полученных за весь период наблюдений в 140 лет (1751—1810 и 1851—1930 гг.) и за более короткие периоды, показывает, что для получения достаточно точных средних нужно располагать 50-летним рядом наблюдений. Эти средние будут незначительно (не более чем на 2 дня) отличаться от средних, вычисленных по ряду 140 лет. Для вычисления среднего срока начала цветения подснежника даже 50-летний ряд наблюдений оказывается недостаточным, так как по годам эта дата отличается особенно значительными колебаниями.

В табл. 4 представлены данные, вычисленные по материалам наблюдений за 80-летний период (1851—1930 гг.). Вычисления для более короткого отрезка времени сделаны по двум причинам: 1) все существующие ряды наблюдений в лучшем случае простираются до середины прошлого столетия, 2) при дальнейшем увеличении ряда становится больше вероятность колебаний климата, которые могут оказать влияние на средние значения.

Изменение средних температур вызвало бы заметное изменение средних сроков наступления фаз, что увеличило бы отклонения средних величин, вычисленных по короткому ряду, от средних величин, вычисленных по более длительному периоду. Поэтому можно было бы только по сравнительно длинным рядам наблюдений вычислить средние, незначительно отклоняющиеся от средних за весь период наблюдений.

Ограничение исследования длинного ряда наблюдений в Англии (с 1851 по 1930 г.) показывает, что для получения средних сроков, которые отличались бы не больше чем на 2 дня от средних 80-летних, достаточно иметь период за 20—30 лет наблюдений. Лишь для подснежников, средняя дата начала цветения которых, по данным за 30 лет, отклоняется от средней даты, вычисленной по ряду за 80 лет, на 4 дня, нужно

иметь период наблюдений за 45—50 лет, чтобы получить точность средней до двух дней.

В рассмотренных английских материалах наблюдений исследовались только фазы, наступающие ранней весной. Соответствующая сводка данных по фазам, наступающим в течение всего вегетационного периода, до осени, представлена в табл. 5 по материалам за 81 год наблюдений в области Рейн-Майн [4]. Данные представлены по 6 группам фаз (по 2—4 растения в каждой), и только в трех случаях приводятся данные по одной фазе. Из этих материалов также видно, что для всех фаз начиная с ранней весны (распускание листьев) до середины лета (уборка озимой ржи) и поздней осени (изменение окраски листьев) достаточно 20-летнего ряда наблюдений для получения средних, которые незначительно (меньше чем на 2 дня) отличались бы от средних величин, вычисленных по ряду за 81 год. Получить ту же точность средних для дающих большее рассеивание осенних фаз (цветение осеннего безвременника, созревание плодов каштана конского) можно, располагая рядом наблюдений за 30—35 лет, а ту же точность средней даты цветения подснежников, — располагая данными ряда по крайней мере за 40 лет.

*Таблица 5*

**Наибольшие отклонения средних дат наступления фенологических фаз за 10, 20, 30 и 40 лет от многолетних средних за 81 год (1867—1947 гг.) (см. табл. 6). Наблюдения по области Рейн-Майн**

| Наибольшее отклонение средних за разные периоды от средних за весь период | Цветение подснежник, белянка | Зеленение каштан конский, береза, летняя липа | Цветение яблоня, сирень | Цветение черная бузина, озимая рожь, акация белая | Цветение белая лилия, липа зимняя | Уборка озимая рожь | Цветение шафран дикий | Созревание каштан конский | Изменение окраски каштан конский, береза, бук красный, дуб летний |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| За 10 лет | +6,8 | +1,7 | +2,8 | +3,8 | +2,2 | +2,1 | +5,8 | +2,7 | +2,6 |
| | —5,2 | —2,1 | —1,9 | —3,2 | —1,9 | —1,5 | —5,2 | —5,2 | —4,0 |
| За 20 лет | +2,5 | +1,3 | +1,0 | +1,4 | +1,7 | +1,5 | +2,6 | +2,7 | +1,3 |
| | —6,7 | —0,9 | —0,9 | —2,2 | —1,6 | —1,0 | —2,0 | —2,1 | —1,5 |
| За 30 лет | +1,8 | +0,0 | +0,0 | +0,4 | +0,8 | +1,0 | +0,0 | +2,2 | +0,4 |
| | —4,6 | —0,6 | —0,4 | —0,8 | —0,8 | —1,1 | —0,9 | —1,7 | —0,5 |
| За 40 лет | +1,3 | | | | | | | +1,0 | |
| | —1,1 | | | | | | | —1,1 | |

Следовательно, если имеются материалы фенологических наблюдений за 20—30 лет в любой отрезок последнего столетия (для фаз, наступающих весной и летом) и за 30—40 лет (для фаз, наступающих ранней весной и осенью), то можно вычислить достаточно точные средние сроки по этим рядам без приведения их к определенному периоду. Это очень облегчает работу, особенно когда приходится иметь дело со старыми рядами уже прекращенных наблюдений.

Исследования для определения количества лет, необходимого для получения надежных средних величин, провел Виттерштейн [15]. Он обработал материал наблюдений за 51 год в Гейзенгейме. Виттерштейн пришел к выводу, что необходимо иметь фенологические наблюдения за период от 20 до 40 лет (в зависимости от времени наступления фазы), для того чтобы отклонение средних не превышало $\pm 2$ дня от средних за длинный период. Для фаз, наступающих в начале или конце года, нужны более длительные ряды, а для фаз, наступающих в середине лета,— несколько более короткие ряды. Для того чтобы отклонение не превышало $\pm 1$ день от 51-летнего ряда, надо добавить еще 5 лет наблюдений. Если удовлетворяет точность $\pm 3$ дня, то для определения срока цветения яблони можно ограничиться данными за 10 лет наблюдений. При изучении фаз, наступающих в начале или конце вегетации, необходимо располагать рядом наблюдений не менее 35 лет. Как показывает опыт, в некоторых случаях можно получить средние за несколько лет наблюдений, близкие к длиннорядной величине, но только при условии, что наблюдения, по которым

*Таблица 6*

**Средние сроки наступления фенологических фаз для групп растений за периоды наблюдений различной длительности в области Рейн-Майн (дни от начала года)**

| Период наблюдений | Цветение: подснежник, белянка | Зеленение: каштан конский, береза, липа летняя | Цветение: яблоня, сирень | Цветение: бузина черная, озимая рожь, белая акация | Цветение: белая лилия, липа зимняя | Уборка: озимая рожь | Цветение: шафран дикий | Созревание: каштан конский | Изменение окраски: каштан конский, береза, дуб летний, бук красный |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1867—1947 | 53,9 | 99,8 | 117,0 | 143,9 | 173,9 | 198,6 | 240,0 | 256,9 | 291,8 |
| 1936—1939 | 46,8 | 94,5 | 115,5 | 144,3 | 173,5 | 200,5 | 243,8 | 260,3 | 293,0 |
| 1936—1944 | 57,2 | 99,1 | 118,3 | 146,2 | 175,0 | 202,2 | 243,1 | 260,7 | 291,8 |
| 1930—1939 | 53,3 | 99,3 | 117,4 | 144,4 | 173,6 | 198,2 | 241,2 | 257,9 | 293,0 |

ведутся расчеты, проводились в подходящие годы. Так, например, для области Рейн-Майн (табл. 6) средние сроки наступления фаз, вычисленные по данным наблюдений за период с 1936 по 1939 г., за исключением ранневесенних, мало отличаются от средних величин для тех же фаз, вычисленных по данным за 81 год.

Средние показатели, вычисленные по материалам наблюдений за период с 1930 по 1939 г., близки к средним, полученным по материалам за указанные 4 года, и мало отличаются от средних за весь период (81 год). Средние сроки начала фаз, свойственных первой половине года, найденные за 9-летний период (с 1936 по 1944 г.), показывают некоторую задержку в развитии растений, что объясняется действием на развитие всей растительности трех исключительно холодных зим 1939-40, 1940-41 и 1941-42 гг. Во всех частных случаях необходимо проверить, оправдается ли закономерность, обнаруженная для области Рейн-Майн, при вычислении средних в других районах Германии и в других странах и какие в каждом отдельном случае ряды лет необходимы для получения средних, наиболее близких к средним многолетним. На основании накопленных материалов можно предполагать, что подобные взаимозависимости лишь частично проявятся в условиях других ландшафтов, где средние сроки наступления фаз за указанные короткие периоды окажутся несколько более ранними или, наоборот, поздними по сравнению с многолетними.

Остается открытым вопрос, можно ли по ряду наблюдений за небольшое число десятилетий судить о многолетней средней, если за это время наблюдалось заметное колебание климата. Задержку в сроках весеннего развития растений, наблюдавшуюся в течение трех лет с исключительно холодными зимами с 1940 по 1942 г., а также в 1947 г., можно рассматривать как указание на то, что в будущем развитие может пойти и в другом направлении. Следовательно, средние сроки, вычисленные по материалам наблюдений за десятилетие, в течение которого суровые зимы наблюдались чаще обычного и развитие растительности весной запаздывало, будут тоже поздними по сравнению со средними за предшествующие 40—60 лет. Нельзя предвидеть, каковы будут условия в будущем, но известно, что за прошедшие 4—6 десятилетий холодные зимы наступали сравнительно редко, а за период с 1770 по 1870 г. в Германии были довольно часты. Следствием этого является запоздание весеннего развития растительности в эти годы, что можно видеть из сопоставления сроков начала полевых работ после суровых и мягких зим, приведенных в табл. 7. Таким образом, многолетние средние сроки наступления весенних фаз в Германии за период с 1770 по 1874 г. должны быть несколько более поздними, чем наблюдавшиеся за послед-

ние 40--60 лет. Наблюдательный пункт того времени в климатическом и фенологическом отношении располагался как бы в менее благоприятных условиях. Он был как бы расположен на местности, находящейся на той же высоте, но на несколько градусов севернее, или на ближайшей горе, но на несколько сот метров выше. Однако нельзя забывать, что в этом старом неблагоприятном периоде наряду с суровыми были отмечены исключительно мягкие зимы, после которых весеннее развитие растительности начиналось раньше.

*Таблица 7*

**Среднее различие в сроках начала весенних работ после мягких и суровых зим**

| Область | Число дней от начала года и дата | | Запоздание (в днях) 1940 г. |
|---|---|---|---|
| | после мягких зим 1936 — 1939 гг. | после суровой зимы 1940 г. | |
| Кельнская бухта . . . . . | 83 (23/III) | 105 (15/V) | 22 |
| Область Рейн-Майн . . . . . | 81 (22/III) | 98 (8/IV) | 17 |
| Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | 94 (4/IV) | 111 (21/V) | 17 |
| Бранденбург . . . . . | 89 (30/III) | 106 (16/IV) | 17 |
| Мюнхенская равнина . . . . | 88 (29/III) | 102 (12/IV) | 14 |
| б. Силезская бухта . . . . . | 85 (26/III) | 104 (14/IV) | 19 |
| б. Восточная Пруссия . . . . | 105 (13/IV) | 117 (27/IV) | 14 |

Из известных исторических фактов видно, что средние сроки наступления различных фенологических фаз не всегда совпадают с наблюденными за последние 6 десятилетий. Известно, что около 1700 г. наблюдался период очень мягких зим, после которых весна наступала рано. Этот благоприятный период окончился в 1740 г. исключительно суровой зимой, после нее наблюдалось необычное запоздание в развитии растительности. Суровые температурные условия этого года отмечены в первых фенологических наблюдениях в Англии семейства Маршам. В тот год цветение турнепса запоздало на 38 дней и вместо 6 апреля наступило 14 мая, а боярышник зацвел не 12 мая, как обычно, а 9 июня с запозданием на 28 дней.

По-видимому, в XIII и XIV вв. климатические условия в среднем были более благоприятны, вследствие чего весеннее развитие растительности начиналось раньше и ареал распространения теплолюбивых растений, таких, как виноград, был больше. На это указывают некоторые названия, сохранившиеся до наших дней. Так, например, в северной Германии сохранились названия мест, связанные с разведением винограда, для мест, расположенных значительно севернее современной гра-

ницы виноградарства. Там, где сейчас виноград выращивается лишь в особо благоприятных условиях или в виде шпалер вдоль стен с южной стороны, раньше он созревал на открытых местах. Примерно с середины XV в. виноградники с открытых мест в этих районах исчезли, вероятно, вследствие часто повторявшихся холодных зим, а также более холодной погоды во время вегетации. Хотя в исторических документах имеются данные лишь о выдающихся событиях, наблюдавшихся в отдельные годы, и выводить средние показатели по ним не представляется возможным, все же подобные упоминания очень показательны.

Для некоторых довольно длительных периодов встречаются упоминания только об исключительно суровых зимах и прохладном лете, для других периодов преобладают сообщения об очень теплых зимах и раннем развитии растительности следующей весной. Возможно, в будущем можно будет обнаружить еще другие материалы, которые пополнят наши знания об особенностях погоды и развития растительности в прошлые века.

### 6.1.2. Различия в рассеянии фенологических величин

Определение до сих пор плохо изученного предела колебаний фенологических дат имеет большое практическое значение, так как для сельского хозяйства часто недостаточно знать только среднюю дату наступления фазы. При сравнении величины рассеяния для разных видов растений обнаруживаются существенные различия, потому что у каждого растения имеется свой, характерный для него предел колебаний, т. е. обнаруживается годовой ход этой величины, о котором сообщалось в разделе 5.2.2. и в табл. 2. Величина рассеяния больше всего весной, самые большие колебания ее отмечаются также в это время. Позднее они уменьшаются и к середине лета (период цветения белой лилии и зимней липы) становятся наименьшими. Ко времени начала уборки озимой ржи, колебания снова несколько возрастают и сохраняют эту величину до начала осени (цветение осеннего безвременника, созревание каштанов). С начала осени, ко времени окраски листьев, величина рассеяния снова несколько уменьшается.

Значения относительной повторяемости аномалий часто неравномерно располагаются около средней величины, на что указывал в своих работах Бёэр [18], и имеют различия по временам года. Так, например, ранней весной ранние сроки цветения подснежника наблюдаются чаще, чем поздние, и величина отклонения от средней для первых больше, чем для вторых. В середине лета, в начале уборки озимой ржи, Бёэр также обнаружил значительный сдвиг в среднем распределении повторяемостей в обратную сторону по сравнению с цветением подснежника. В середине лета запоздание в сроках

уборки ржи наблюдается чаще и отличается большей величиной, чем опережение срока.

Но независимо от характерной для данного времени года величины колебаний рассеивание значений фенологических фаз для одного и того же времени года различно и размер его неодинаков. Такие различия при сравнении соответствующих фаз для разных растений могут, с одной стороны, определяться внутренними видовыми особенностями растений вследствие неодинаковой устойчивости их против воздействия внешних факторов. С другой стороны, сравнивая отклонения разных фаз у одного и того же растения, например развертывание листьев и начало цветения, можно заметить, что размер отклонений неодинаков, несмотря на то что обе фазы наступают почти в одно время. Но обе эти фазы относятся к совершенно различным сторонам жизни растения. Развертывание листьев — фаза вегетативная, а цветение — фаза генеративная. Как пишет Бёэр [18], на границе распространения наблюдаются большие отклонения во времени наступления фазы цветения, потому что изменение внешних условий сильнее влияет на генеративную фазу.

Фаза цветения гораздо более чувствительна к колебаниям температуры, чем фаза развертывания листьев. Ине [91] также обращал внимание на внутреннее различие между этими двумя группами фаз.

Из примечаний, сделанных Кеппеном [20] к ранней статье Ине о влиянии внутренних особенностей растений на колебание сроков цветения, видно, что предел наблюдаемых отклонений определяется внутренними особенностями растений. Из наблюдений, которые Н. Кеппен вела в Крыму в течение 10—12 лет за 18 видами растений, можно видеть, что отклонение средних сроков цветения колебалось по месяцам в различных пределах:

| | | |
|---|---|---|
| В феврале | (4 вида растений) . . . . . | 12,3 дня |
| В марте | (3 вида „ ) . . . . . | 12,5 „ |
| В апреле | (4 вида „ ) . . . . . | 6,3 „ |
| В мае | (7 видов „ ) . . . . . | 6,2 „ |

Отклонения и в этой серии наблюдений уменьшались к середине года. Если соединить данные по отклонениям во время цветения древесных пород и луковичных растений в феврале и марте (подснежник 12,2 дня, крокусы 8,3, кизил 10,1, миндаль 12,6 дня), то в среднем отклонение равно 10,8 дня. У травянистых растений отклонения больше (фиалка 18,7 дня, примулы 10,1, львиный зев 14,7 дня), в среднем 14,5 дня. Причиной подобного различия, по-видимому, является резерв питательных веществ, которым располагают древесные породы и луковичные растения, что усиливает их устойчивость против воздействия внешних влияний.

Величина рассеяния сроков наступления фенологических фаз изменяется также на разных географических широтах. Примеры этого изменения даны в исследованиях Анго [21] во Франции, особенно по развертыванию листьев сирени и дуба и цветению сирени и липы (табл. 8). В обоих случаях отклонения в среднем становились меньше при продвижении с запада на восток Франции. Единообразие этих изменений объясняется влиянием близости океана с его штормами на колебания температуры воздуха. В восточной части страны климат более устойчив. Уменьшение отклонений по мере продвижения на восток почти не сказалось на сроках цветения липы, что объясняется более поздним наступлением этой фазы, чем остальных фаз (табл. 8).

*Таблица 8*

**Колебания (средние отклонения от средней многолетней в днях) сроков зеленения и цветения во Франции (средние за период с 1881 по 1890 г.)**

| | Зеленение | | Цветение | |
|---|---|---|---|---|
| | сирень | дуб | сирень | липа |
| Северная Франция | | | | |
| Сэнт-Бриэ | ±13,0 | ±6,1 | ±9,0 | ±2,5 |
| Каэн | 12,1 | 4,8 | 7,8 | 2,2 |
| Париж | 8,2 | 5,2 | 5,9 | 2,8 |
| Нанси | 8,1 | 4,5 | 4,3 | 2,5 |
| Южная Франция | | | | |
| Гора Марсен | 9,7 | 7,8 | 11,8 | 6,4 |
| Тулуза | 10,5 | 6,0 | 8,4 | 5,4 |
| Авиньон | 7,1 | 5,0 | 8,0 | 4,6 |
| Ницца | 6,7 | 4,6 | 6,9 | 6,3 |

При сравнении величины рассеяния на разных широтах видно, что изменение сроков распускания листьев сирени на севере больше, а на юге меньше, изменение сроков зеленения дуба, наоборот, больше в южной части страны. Это объясняется тем, что зеленение дуба происходит на севере Франции только в мае, т. е. в период, когда сильные депрессии над океаном наблюдаются редко. На юге время развертывания листьев дуба совпадает с периодом сильнейших штормов в южной Франции и Испании. Сроки начала цветения сирени и липы более устойчивы также в северной части Франции. В южной части эти фазы наступают раньше и, так же как распускание листьев дуба, совпадают с периодом значительных колебаний температуры.

В будущем необходимо проследить за изменением сроков фенологических явлений и в других странах, а результаты исследований нанести на карты. По-видимому, надо будет

составлять карты величины рассеивания для всех времен года, чтобы уловить изменения, происходящие в течение вегетационного периода.

### 6.1.3. Продолжительность межфазных периодов развития

Вследствие постоянного колебания сроков наступления отдельных фенологических фаз изменяется и продолжительность развития растения между двумя фазами. В табл. 9 приведены данные об изменении продолжительности межфазных периодов по материалам многолетних фенологических наблюдений в области Рейн-Майн [4]. По приведенным в таблице средним отклонениям от средней и крайних значений продолжительности периодов развития в разные годы можно отметить большие изменения длительности межфазных периодов, обнаруживается и годовой ход величины среднего отклонения от средней, характеризующего величину этих колебаний. Особенно велики эти показатели в предвесенний период, от цветения подснежника до цветения ивы; при переходе к началу и середине лета они уменьшаются, а к концу вегетационного периода, в конце лета и осенью, снова возрастают, достигая почти таких же больших значений, как и в начале вегетационного периода.

В результате значительных колебаний в отдельные годы создается очень изменчивая картина продолжительности межфазных периодов. В некоторые годы за длительным весенним периодом следует короткое лето или наоборот. Бывает, что несколько следующих друг за другом сезонов в одном году длиннее средних, а в другом — короче средних. Наглядно показан ход межфазных периодов на рис. 7—10 в разделе 5.3; по ним можно судить об отклонениях, наблюдаемых в отдельные годы, от средних показателей, а также об увеличении или уменьшении продолжительности межфазных периодов по сравнению с многолетней средней. Несмотря на разнообразие кривых для отдельных лет за длительный период наблюдений, можно все же выделить типы кривых, повторяющихся время от времени. На рис. 15 показано 6 типов таких кривых, выделенных при обработке многолетних фенологических материалов по области Рейн-Майн для лет, когда:

1) отмечаются незначительные отклонения, близкие к средним условиям развития растительности (1885, 1900, 1936);

2) все сезоны короче средних: относительно позднее начало вегетации весной и раннее ее окончание осенью (1870, 1889, 1940);

3) все сезоны длиннее средних: относительно раннее наступление весны и позднее окончание осени (1916, 1921, 1938);

4) первая половина года короче, вторая длиннее нормы: относительно позднее начало весны и позднее окончание осени (1868, 1886, 1934);

*Таблица 9*

**Средняя продолжительность и изменение длительности отдельных частей вегетационного периода (в днях) по наблюдениям в области Рейн-Майн**

| Время года | Начало и конец отдельных частей вегетационного периода | Продолжительность (за 1867—1947 гг.) | | | Разность между наибольшей и наименьшей продолжительностью | Среднее отклонение от средней |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | средняя | наибольшая | наименьшая | | |
| Предвесенний период | От средней даты зацветания подснежника и белянки до зацветания вербы . . . . . | 29 | 46 | 14 | 32 | ±6,1 |
| | От цветения вербы до зеленения (среднего для каштана конского, березы и летней липы) . . . . . | 17 | 45 | 6 | 39 | ±5,7 |
| Начало весны | От зеленения до средней даты цветения яблони и сирени . . . . . | 17 | 32 | 7 | 25 | ±4,5 |
| Весна | От средней даты цветения яблони и сирени до средней даты цветения черной бузины, ржи и белой акации . . . . . | 27 | 41 | 14 | 27 | ±4,6 |
| Начало лета | От средней даты цветения бузины, ржи и белой акации до средней даты цветения белой лилии и липы зимней . . . . . | 30 | 45 | 20 | 25 | ±3,6 |
| Середина лета | От средней даты цветения белой лилии и липы зимней до уборки озимой ржи . . . . . | 25 | 37 | 15 | 22 | ±3,9 |
| Позднее лето | От уборки озимой ржи до цветения осенника . . | 42 | 62 | 20 | 42 | ±6,3 |
| Ранняя осень | От цветения осенника до созревания каштана конского . . . . . | 17 | 42 | 2 | 46 | ±5,4 |
| Осень | От созревания каштана конского до изменения окраски листьев (среднего для каштана конского, березы, бука красного, дуба летнего) . . | 35 | 51 | 17 | 34 | ±6,3 |

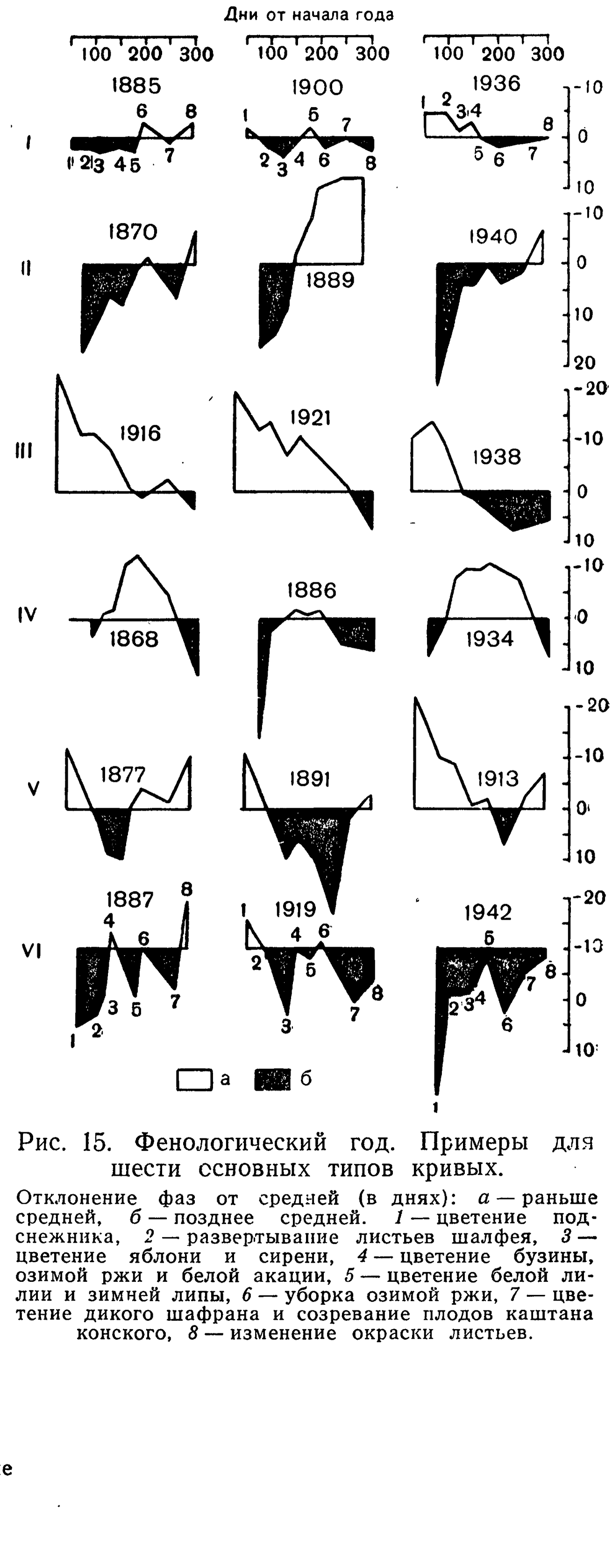



Рис. 15. Фенологический год. Примеры для шести основных типов кривых.

Отклонение фаз от средней (в днях): *а* — раньше средней, *б* — позднее средней. *1* — цветение подснежника, *2* — развертывание листьев шалфея, *3* — цветение яблони и сирени, *4* — цветение бузины, озимой ржи и белой акации, *5* — цветение белой лилии и зимней липы, *6* — уборка озимой ржи, *7* — цветение дикого шафрана и созревание плодов каштана конского, *8* — изменение окраски листьев.

5) первая половина года длиннее, вторая короче нормы: относительно раннее начало весны и раннее окончание осени (1877, 1891, 1913);

6) отмечаются условия, переходные от одного типа к другому (1887, 1919, 1942).

Данные о продолжительности межфазных периодов могут быть использованы для прогнозирования сроков проведения полевых работ. Если известна средняя длительность межфазных периодов, то можно приблизительно рассчитать ожидаемые сроки сельскохозяйственных работ на текущий год. Прогноз оправдается, если погодные условия в это время близки к средним многолетним.

Для составления действительно надежных прогнозов для сельского хозяйства надо располагать длительными прогнозами погоды для того же периода. Практически ценными для сельского хозяйства являются, например, прогнозы оптимального срока начала сенокоса или созревания и уборки ржи, основанные на наблюдениях за цветением озимой ржи.

### 6.1.4. Вегетационный период и естественные границы времен года

Для решения практических вопросов нужно знать не только продолжительность межфазных периодов культурных и дикорастущих растений, но также иметь сведения о продолжительности вегетационного периода в целом и о делении его на части. Вегетационный период продолжается от начала полевых работ ранней весной до их полного окончания осенью, в пределах которого протекает рост, цветение и созревание растений.

Кроме того, целесообразно разделить вегетационный период на две части: первая — от начала полевых работ ранней весной до уборки озимой ржи летом и вторая — от времени уборки озимой ржи до конца полевых работ осенью. Эти два крупных периода можно затем разделить на более мелкие, например, начало полевых работ — посев ранних зерновых культур (овса, ярового ячменя, яровой пшеницы) — цветение яблонь — цветение озимой ржи — уборка озимой ржи — уборка овса — посев озимой ржи — уборка кормовой свеклы — конец полевых работ. Может возникнуть желание, отказавшись от обычного календаря, разработать естественное деление года на сезоны. При этом исходят из материалов наблюдений за любым диким растением, будь то подснежник, ива или бузина. По таким материалам создается своеобразный календарь, лучше согласованный с жизнью природы, чем календарное деление на сезоны года. При этом следует помнить, что такой календарь пригоден для использования обычно лишь на ограниченной местности, по фенологическим материалам которой он составлялся.

Для того чтобы иметь представление о ходе развития растений в течение года, можно с одинаковым успехом использовать данные наблюдений как за дикими, так и за культурными растениями. Нужно только установить, какие виды растений лучше всего подходят для определения границ между отдельными сезонами.

В 1895 г. Ине [22] предложил разделить год на следующие 8 фенологических времен года: предвесенний период, ранняя весна, полная весна, ранее лето, полное лето, раннняя осень, осень и зима. Другие специалисты при обработке фенологических материалов также придерживались этого деления, причем для характеристики времен года необходимо было подобрать подходящие для этой цели растения из местной флоры. Такие исследования проводил, например, Поггенполь [7] в Умани, на Украине. Хопкинс и Моррей [23] для характеристики фенологических времен года (весна, лето, осень и зима) руководствовались данными о некоторых наиболее известных в штате Западная Виргиния растениях. Эти сведения служили им для определения хода развития сельскохозяйственных культур и последовательности сроков выполнения полевых работ.

Для того чтобы в будущем производить деление фенологического года на части с большей точностью, нужно обратить особое внимание на правильный выбор растений-индикаторов. Розенкранц [24] указывал, что необходимо учитывать, к какому растительному сообществу данный вид растений принадлежит и как он относится к термическим условиям местности. Так, подснежник в предвесенний период, являясь представителем иной флоры, будет реагировать на повышение температуры и понижение влажности иначе, чем сирень и яблоня, цветение которых начинается позднее, в разгар весны.

Иногда целесообразно для разграничения периодов наряду с фенологическими показателями использовать и климатологические. Так, период возможного роста пожнивных культур [25] определяется от времени уборки зерновых до времени падения средней суточной температуры воздуха ниже 9° (и минимальной ниже 5°). Розенкранц [26] применил для выделения вегетационного периода в Австрии следующие показатели: среднюю дату начала цветения подснежника, белянки, синего подснежника он считал за начало вегетационного периода, снижение средней суточной температуры ниже 5° — за конец его. Теми же признаками руководствовался Гессе [27] при составлении карты длительности вегетационного периода, для ГДР Генслер [28] дал ряд критических замечаний о понятии «вегетационный период». Недавно вопросом выделения признаков сезонов года по метеорологическим и фенологическим данным занялся Мэркс [29]. Он считает началом года третью пентаду марта и делит его не на 12 месяцев, как в современном календаре, а на 19 более мелких периодов, средние данные для

которых будут лучше отражать изменение погодных условий в течение года. Кэнен [30, 31] взял на себя труд проверить, насколько оправдается переход к фенологическому календарю и новому делению года на периоды в других странах на более обширных пространствах. Выяснилось, что из-за изменчивости последовательности наступления фаз (см. раздел 7.1.1.6) естественные признаки периодов, пригодные для одной местности, не находят применения в другой, а следовательно, не могут быть использованы для больших пространств.

В следующем разделе указывается, как для выделения отдельных времен года можно использовать знание сроков начала и окончания самых существенных фаз.

## *ЕСТЕСТВЕННЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКОМУ КАЛЕНДАРЮ*

*Предвесенний период.* Предвесенний период начинается в конце февраля или начале марта, когда зацветает подснежник и сережки ореховых кустов начинают пылить. Через несколько дней после этого, как только стечет избыточная вода и почва достаточно подсохнет, земледелец приступает к полевым работам. В это же время цветет черная ольха. Конец этого периода совпадает с цветением ивы и началом посева ранних яровых зерновых.

*Ранняя весна.* Надежным показателем начала весны считается дата, когда у крыжовника открываются почки. Вскоре после этого появляются всходы зерновых. Зацветанием крыжовника и смородины начинается цветение плодовых. Затем последовательно зацветает вишня, слива и груша. Одновременно с черешней зацветает тёрн, клен, но остальные деревья еще не проявляют признаков цветения. Земледелец в это время сажает картофель и сеет свеклу. Через несколько дней после этого наступает зеленение каштана конского и березы. Примерно через неделю появляются зеленые листья на красном буке, липе и клене, что является признаком начала следующего календарного периода.

*Весна.* Весна вступает в свои права с зацветанием яблони и сирени. В последующие недели появляются всходы картофеля и свеклы, озимые выходят в трубку и дают прирост. Часто в этот период на ржаном поле появляются первые колосья, заканчивается цветение яблонь и вскоре после этого начинается цветение малины.

*Начало лета.* Лето начинается с цветения злаковых. В лугах зацветает лисохвост, а на полях — озимая рожь. В это время сильнее всего распространяется сенная лихорадка. Одновременно со злаковыми протекает цветение бузины и белой акации, белые зонтики на бузине и грозди цветов на акации легче заметить, чем зафиксировать дату цветения злаковых.

*Таблица 10*

## Фенологический календарь

Среднее начало фенологических фаз на средних высотах в южной Германии по материалам 10-летних наблюдений (1936—1945 гг.) на станциях, расположенных около Лихтенфелса, Швейнфурта, Фурта, Лауда, Мелзундена и курорта Телц [1] (фазы в скобках вычислены с добавлением данных за более поздние годы)

| Дата | Дикорастущие растения | Сельскохозяйственные культурные растения | Плодовые |
|---|---|---|---|
| **Предвесенний период** | | | |
| Март 4 | | | |
| 10 | Цветение подснежника и белянки | | Цветение лещины |
| 19 | | Начало полевых работ | |
| 20 | Цветение мать-и-мачехи | | |
| 22 | Цветение ольхи липкой | | |
| 27 | Цветение кизила | Посев яровой пшеницы | |
| 28 | Цветение вербы | | |
| 31 | | Посев ярового ячменя и овса | |
| **Ранняя весна** | | | |
| Апрель 2 | Цветение ветреницы лесной | | |
| 7 | Цветение медуницы | | (Зеленение крыжовника) |
| 13 | | Всходы яровой пшеницы | |
| 15 | | Всходы ярового ячменя | |
| 16 | | Всходы овса | |
| 17 | | | Цветение крыжовника |
| 18 | | | Цветение смородины |
| 19 | Цветение калужницы | Посадка раннего картофеля | |
| 21 | Цветение тёрна | | |
| 22 | Цветение клена остролистого | Посев кормовой свеклы | |
| 23 | | Посадка позднего картофеля | |
| 27 | | | Цветение ранних сортов сливы и ренклода |

[1] Список отдельных фенологических станций заменен указанием более крупных центров, которые можно найти на картах Германии (*Ред.*).

| Дата | Дикорастущие растения | Сельскохозяйственные культурные растения | Плодовые |
|---|---|---|---|
| Апрель | | | |
| 28 | Зеленение каштана конского | | Цветение сливы и вишни |
| 29 | Первые иглы у лиственницы | | |
| 30 | Зеленение березы | | |
| Май | | | |
| 1 | Цветение черемухи | | Конец цветения крыжовника |
| 3 | Цветение дуба | | Цветение груши |
| | Весна | | |
| 5 | Зеленение липы крупнолистой, бука красного, тёрна, клена | | Конец цветения смородины |
| 6 | Цветение голубики | | Конец цветения ранней черешни |
| 7 | | | Цветение яблонь (ранетки) |
| 10 | | | Конец цветения крупного зеленого ренклода |
| 11 | Зеленение липы мелколистой | Всходы кормовой свеклы | Конец цветения сливы |
| 12 | Цветение сирени, бука красного и дуба летнего, майские побеги у сосны | | |
| 13 | Цветение каштана конского | | |
| 14 | Майские побеги на пихте | | Конец цветения поздних сортов черешни и вишни |
| 15 | Майские побеги на сосне, зеленение дуба летнего | | Конец цветения груши |
| 17 | Цветение дрока | | |
| 18 | Зеленение ясеня, цветение боярышника и рябины | Всходы раннего картофеля | |
| 21 | | Первые колосья на озимой ржи | |
| 22 | | | Конец цветения яблонь (ранетки) |
| 24 | Цветение ракитника | Первые колосья на озимом ячмене | |
| 27 | | Всходы позднего картофеля | |
| 28 | Зеленение акации белой | | |

| Дата | Дикорастущие растения | Сельскохозяйственные культурные растения | Плодовые |
|---|---|---|---|
| Май | | | |
| 29 | | Первый укос красного клевера | |
| 30 | Полное цветение лисохвоста лугового | | Цветение малины |
| **Раннее лето** | | | |
| Июнь | | | |
| 3 | | Первый укос люцерны | |
| 4 | | Цветение озимой ржи | |
| 5 | Цветение бузины (черной жимолости) | | |
| 6 | Цветение жасмина и васильков | | |
| 7 | Цветение акации белой | | |
| 12 | | Первый укос луговых трав, сеноуборка | Конец цветения малины |
| 15 | | Первые колосья на озимой пшенице | |
| 17 | | Первые колосья на яровом ячмене | |
| 18 | | Первые колосья на озимой полбе | |
| 21 | | Первые колосья на яровой пшенице | |
| 23 | Цветение волчьих ягод | | |
| 25 | | Появление первых метелок на овсе, цветение раннего картофеля | |
| 26 | | | Созревание ранней черешни |
| 27 | Цветение липы крупнолистой | | |
| 28 | Летний прирост на дубе | | |
| **Середина лета** | | | |
| Июль | | | |
| 3 | Цветение лилии белой | | |
| 4 | Цветение цикория | | Созревание смородины |
| 5 | Цветение липы мелколистой | Цветение позднего картофеля | |
| 7 | | | Созревание малины и поздней черешни |
| 8 | | Озимый рапс, уборка | |
| 9 | | | Созревание крыжовника |

| Дата | Дикорастущие растения | Сельскохозяйственные культурные растения | Плодовые |
|---|---|---|---|
| Июль | | | |
| 15 | | Озимый ячмень, уборка | |
| 19 | | Красный клевер, второй укос | |
| 20 | | | Созревание вишни |
| 29 | | Озимая рожь, уборка | |
| Август | | | |
| 1 | | Яровой ячмень, уборка | |
| 3 | | Озимая полба, уборка | |
| 5 | Цветение вереска | | |
| 8 | | Озимая пшеница, уборка | |
| | Позднее лето | | |
| 9 | Жимолость, созревание плодов | Овес, яровая пшеница, ранний картофель, уборка | |
| 16 | | Луговые травы, второй укос (косьба отавы) | |
| 17 | | | Созревание крупного зеленого ренклода |
| 19 | | | Созревание ранней сливы |
| | Ранняя осень | | |
| 30 | Шафран дикий (осенний безвременник), цветение | | |
| Сентябрь | | | |
| 1 | Бузина, созревание плодов | | |
| 13 | | | Созревание плодов груши |
| 16 | Кизил, созревание плодов | | |
| | Осень | | |
| 21 | Плющ, цветение | Картофель поздний, уборка | |
| 22 | Береза, каштан конский, созревание плодов | | |
| 25 | Бук красный, дуб летний, созревание плодов | Озимый ячмень, посев | |

| Дата | Дикорастущие растения | Сельскохозяйственные культурные растения | Плодовые |
|---|---|---|---|
| Сентябрь | | | |
| 27 | | | Созревание грецкого ореха |
| 30 | | Озимая рожь, посев | Созревание плодов яблони (ренет) |
| Октябрь | | | |
| 2 | Лигуструм (волчьи ягоды), созревание плодов | | |
| 4 | | Озимая полба, посев | |
| 7 | | Озимый ячмень, всходы | |
| 9 | Каштан конский, бук красный, осенняя окраска листьев | Озимая пшеница, посев | Листопад черешни |
| 11 | Береза, дуб летний, осенняя окраска листьев | Озимая рожь, всходы | Листопад крупного зеленого ренклода |
| 13 | | Кормовая свекла, уборка | |
| 14 | Ясень, осенняя окраска листьев | | Листопад ранней сливы, вишни, сливы, яблони, груши |
| 17 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| Поздняя осень | | | |
| 22 | | Озимая полба, всходы | |
| 24 | Каштан конский, бук красный, береза, дуб, листопад | Озимая пшеница, всходы | |
| Ноябрь | | | |
| 24 | | Конец полевых работ | |

В это время, в начале лета, начинается сенокос, а на посевах зерновых появляются первые колосья и метелки.

*Середина лета.* Когда цветет липа и картофель и поспевает смородина, можно считать, что наступила середина лета и пора жатвы. Начинается уборка ранних зерновых, а затем и озимого рапса, через несколько дней поспевает озимый ячмень. Во второй половине этого периода производится уборка поздних зерновых начиная с озимой ржи и кончая овсом.

*Позднее лето.* Позднее лето фенологического года начинается с появления первых цветков на вереске, после уборки

овсяного поля. После уборки зерновых, если позволяет погода, начинают косить отаву. Затем созревает ранняя слива.

*Ранняя осень.* Ранняя осень начинается, когда зацветает осенний безвремянник и поспевают ягоды на бузине. В последующие недели приступают к сбору груш, а к концу этого периода созревают сливы.

*Середина осени.* Созревание плодов каштана конского является признаком наступления середины осени. В это же время созревают желуди, плоды на буке и грецкий орех. В сельском хозяйстве наступает пора уборки позднего картофеля и посева озимых. Сбором яблок кончается уборка плодов. Для второй половины осени характерно изменение окраски листьев на всех лесных породах (например, на каштане конском, буке красном, березе, дубе, ясене) и листопад плодовых деревьев. К концу этого периода начинается уборка свеклы и появляются всходы озимых.

*Поздняя осень.* Поздняя осень начинается, когда дикорастущие деревья теряют листву. К этому времени убирают свеклу, озимые быстро подрастают. После первой борозды зяби фенологический год идет к концу, наступающему в то время, когда сильные морозы вынуждают прекратить работы в поле. Признаком окончания фенологического года является конец полевых работ.

При наличии материалов, содержащих данные о сроках наступления главных фаз в течение года, можно составить фенологический календарь для данной местности. Такой тщательно обработанный календарь [32] показан в табл. 10. В нем даны совпадающие по времени даты наступления важнейших фаз у дикорастущих растений, сельскохозяйственных культур и плодовых деревьев, показывающие время начала и порядок развития девяти естественных времен года.

## 6.2. НАБЛЮДЕНИЯ В РАЗНЫХ МЕСТАХ

### 6.2.1. Сравнение местностей, расположенных в разных географических точках примерно на одной высоте

После того как в одном месте накоплен материал фенологических наблюдений за много лет и изучены отклонения в отдельные годы за этот период, можно узнать, как идет развитие растительности в других местах. Сравнивая материалы фенологических наблюдений, сделанных на различных ландшафтах по уже имеющимся опубликованным данным, можно выяснить, в каких пределах изменяются даты наступления отдельных фаз, например по всей Германии или Европе, и определить, какое место данный район занимает в изучаемой области.

### 6.2.1.1. Даты наступления фаз и длительность межфазных периодов примерно на одинаковой высоте

В зависимости от географического положения даже на одинаковой высоте даты наступления фенологических фаз значительно различаются. Примером этого может служить сравнение фенологических календарей для Парижа (Парк св. Мавра) [9], Гейзенгейма на Среднем Рейне [6], Ставангера [33], расположенного на западном побережье южной Норвегии, для Москвы [34] и Падуи [35].

В табл. 11 приведены данные о сроках наступления тех фаз, по которым имеются наблюдения по крайней мере на двух из пяти перечисленных пунктов. По этим данным можно видеть, что разница в сроках наступления отдельных фаз в Гейзенгейме и Москве значительно больше, чем в Париже и Гейзенгейме, в Гейзенгейме и Ставангере больше, чем в Гейзенгейме и Падуе. В табл. 12 приводятся эти различия по фенологическим сезонам. Средние различия между фазами в Гейзенгейме и Париже в начале года увеличиваются (в предвесенний период и в начале весны), а позднее, весной и летом, даты на этих двух станциях совпадают. То же наблюдается и при сравнении данных по Гейзенгейму и Москве. В предвесенний период различия в датах достигают почти 1,5 месяца. В дальнейшем разности уменьшаются до 0,5 месяца в начале и середине лета. Осенью наблюдается обратная последовательность. Вереск начинает цвести под Москвой на 2 дня раньше, чем в Гейзенгейме. Изменение окраски листьев на деревьях в Москве начинается в среднем на 55 дней раньше, чем в Гейзенгейме. Только созревание плодов белой американской жимолости в конце лета в Москве наступает на месяц позднее, чем в Гейзенгейме. Это происходит вследствие того, что процесс созревания определяется состоянием погоды за длительный предшествующий период. Созревание может наступить лишь после накопления определенной суммы температур, после цветения. Начало цветения вереска определяется менее длительным периодом благоприятных условий предшествующей погоды. Среднее различие во времени наступления фаз в Гейзенгейме и Ставангере в предвесенний период равно 20 дням, а в начале и середине лета оно увеличивается до 30 дней. В первый весенний период и весной фазы в Ставангере начинаются раньше, а ранним летом и в середине его, наоборот, позднее, чем в Москве.

Между Гейзенгеймом и Падуей в предвесенний период нет разницы, но затем различие между этими двумя пунктами быстро нарастает. В начале и середине весны оно составляет 1—1,5 недели, а в начале и середине лета достигает двух недель. И раньше делались такие сравнения материалов

*Таблица 11*

## Сравнение фенологических календарей

| Вид растений | Фаза, за которой велось наблюдение | Франция, Париж (1905—1935) | Германия, Гейзенгейм (1897—1934) | Норвегия, Ставангер (1897—1926) | СССР, Москва (ср. за 10—20 лет) | Италия, Падуя (1923—1935) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Предвесенний период** | | | | | | |
| *Corylus avellana* | ц | | 31 I | 27 II | 17 IV | 24 I |
| *Galanthus nivabis* | ц | 14 II | 8 II | 23 II | — | 15 II |
| *Ulmus campestris* | ц | 28 II | 17 III | 9 IV | — | 14 III |
| *Tussilago farfara* | ц | 5 III | 8 III | 10 IV | 6 IV | — |
| *Alnus glutinosa* | ц | — | 9 III | 14 III | 4 V | — |
| *Anemone hepatica* | ц | 8 III | 10 III | 20 III | — | 23 II |
| *Salix caprea* | ц | — | 22 III | 10 IV | 26 IV | — |
| *Ranunculus Ficaria* | ц | 22 III | 25 III | 11 IV | 29 IV | 17 III |
| **Ранняя весна** | | | | | | |
| *Prunus armeniaca* | ц | 17 III | 31 III | — | — | — |
| *Prunus persica* | ц | 31 III | 5 IV | — | — | — |
| *Ribes rubrum* | ц | — | 7 IV | 5 V | 13 V | — |
| *Ribes grossularia* | ц | — | 7 IV | 2 V | 12 V | — |
| *Buxus sempervivens* | ц | 23 III | 8 IV | 4 V | — | — |
| *Acer platanoides* | ц | 4 IV | 8 IV | — | 10 V | — |
| *Betula alba* | ц | — | 10 IV | 5 V | 5 V | — |
| *Prunus avium* | ц | 31 III | 13 IV | 9 V | — | 4 IV |
| *Prunus cerasus* | ц | 15 IV | 16 IV | 14 V | 17 V | — |
| *Prunus padus* | ц | — | 22 IV | 20 V | 15 V | — |
| *Ribes nigrum* | ц | 18 IV | — | 14 V | 16 V | — |
| **Весна** | | | | | | |
| *Acer pseudoplatanus* | ц | 29 IV | 23 IV | 23 V | — | — |
| *Pyrus malus* | ц | 28 IV | 24 IV | 22 V | 21 V | — |
| *Chelidonium majus* | ц | 30 IV | 26 IV | 10 V | 19 V | — |
| *Syringa vulgaris (var. rubra)* | ц | 25 IV | 29 IV | 30 V | 23 V | 18 IV |
| *Aesculus Xippocastanum* | ц | 27 IV | 30 IV | 29 V | 21 V | 26 IV |
| *Acer campestre* | ц | 28 IV | 2 V | — | — | — |
| *Lonicera hylosteum* | ц | — | 4 V | — | 22 V | — |
| *Crataegus oxyacantha* | ц | 4 V | 5 V | 7 VI | 26 V | 27 IV |
| *Berberis vulgaris* | ц | 11 V | 7 V | 7 VI | — | — |
| *Cytisus laburnum* | ц | 7 V | 7 V | 6 VI | — | 28 IV |
| *Sorbus aucuparia* | ц | 3 V | 8 V | 4 VI | 24 V | — |
| *Chrysanthemum leuc* | ц | 17 V | 15 V | 16 VI | — | 8 V |
| *Pinus silvestris* | ц | — | 17 V | 2 VI | 25 V | — |
| **Раннее лето** | | | | | | |
| *Philadelphus coronarius* | ц | 22 V | — | 24 VI | 15 VI | — |
| *Sambucus nigra* | ц | 22 V | 23 V | 23 VI | — | 6 V |
| *Robinia pseudacacia* | ц | 25 V | 24 V | — | — | 8 V |
| *Symphoricarpus racemosus* | ц | 2 VI | 25 V | 28 VI | — | — |
| *Salvia officinalis* | ц | 25 V | 29 V | 22 VI | — | — |
| *Tilia grandifolia* | ц | — | 10 VI | — | 29 VI | — |

| Вид растений | Фаза, за которой велось наблюдение | Франция, Париж (1905—1935) | | Германия, Гейзенгейм (1897—1934) | | Норвегия, Ставангер (1897—1926) | | СССР, Москва (ср. за 10—20 лет) | | Италия, Падуя (1923—1935) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Лето | | | | | | | | | | | |
| *Tilia parvifolia* | ц | 15 | VI | 19 | VI | — | | 4 | VII | — | |
| *Lolium candidum* | ц | 24 | VI | 21 | VI | — | | — | | — | |
| *Rubus idaeus* | п | — | | 21 | VI | — | | 17 | VII | — | |
| *Vaccinium myrtillus* | п | — | | 26 | VI | — | | 1 | VII | — | |
| *Secale cereale* | п | — | | 17 | VII | — | | 27 | VII | — | |
| Позднее лето | | | | | | | | | | | |
| *Calluna vulgaris* | ц | — | | 26 | VII | 30 | VII | 24 | VII | — | |
| *Symphoricarpus racemosus* | п | — | | 28 | VII | — | | 4 | IX | — | |
| Осень | | | | | | | | | | | |
| *Tilia parvifolia* | ж | — | | 12 | X | — | | 6 | VIII | — | |
| *Betula alba* | ж | — | | 18 | X | — | | 16 | VIII | — | |
| *Acer platanoides* | ж | — | | 14 | X | — | | 7 | IX | — | |

Примечание. Сокращенные обозначения: ц — цветение, п — плодоношение, ж — изменение окраски листьев.

*Таблица 12*

**Средняя разность (в днях) сроков наступления фаз в Гейзенгейме и Париже, Ставангере, Москве и Падуе**

| Время года | Гейзенгейм — Париж | Гейзенгейм — Москва | Гейзенгейм — Ставангер | Гейзенгейм — Падуя |
|---|---|---|---|---|
| Предвесенний период | 4 | —46 | —20 | 0 |
| Ранняя весна | 9 | —30 | —26 | 10 |
| Весна | 2,5 | —21 | —27 | 8 |
| Раннее лето и лето | 0,5 | —15 | —30 | 16[1] |
| Позднее лето: | | | | |
| вереск, цветение | — | 2 | —4 | — |
| жимолость американская, созревание | — | —38 | — | — |
| Осень | | | | |
| Листопад | | 55 | | |

[1] Сравнивались только черная бузина и белая акация.

наблюдений для различных мест, расположенных далеко друг от друга. Следует упомянуть о сравнениях, которые делал Ине. Например, он сравнивал данные Гисена и Коимбры в Португалии [36], Тетерова в Мекленбурге и Муратово (около Орла)

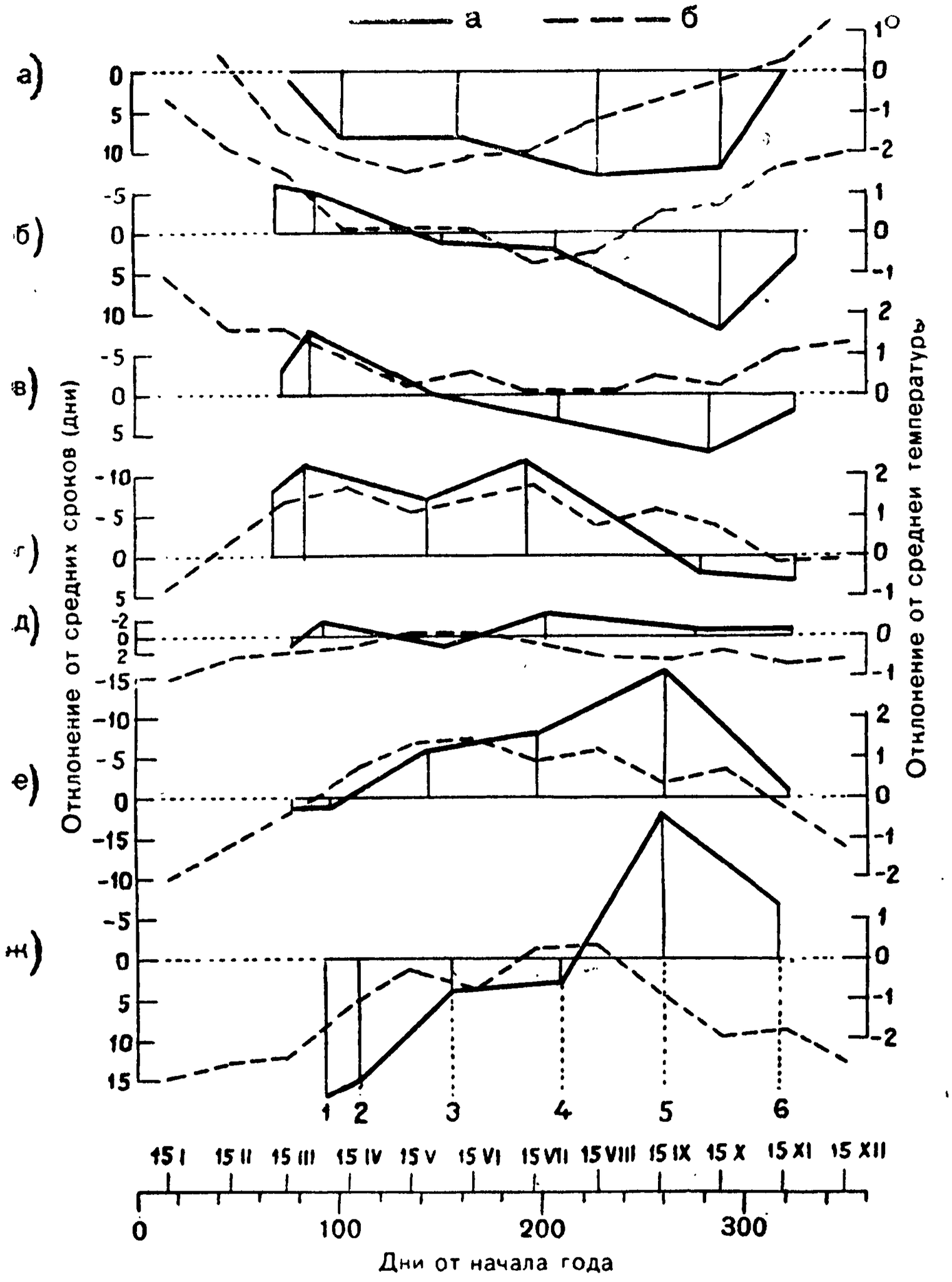



Рис. 16. Фенологический год в различных областях Средней Европы (средние за 1936—1939 гг.).

Область, метеостанция; *а* — Шлезвиг-Гольштейн, Киль; *б* — Кельнская бухта, Леверкузен; *в* — Верхне-Рейнская низменность, Карлсруэ, *г* — бассейн Вены, Нейзадль, *д* — б. Силезская бухта, Бреславль, Критерн; *е* — низменность Вислы и Зана, Тарнов; *ж* — б. Восточная Пруссия, Гейлсберг, Лидзбарк, Варминск. *1* — начало полевых работ, *2* — посев и всходы овса (средние), *3* — колошение и цветение озимой ржи; выметывание овса (средние), *4* — уборка ржи и овса (средние), *5* — посев и всходы озимой ржи (средние), *6* — окончание полевых работ. *а* — фаза, *б* — температура.

в средней части Советского Союза [37], Вагенингена в Нидерландах с данными разных стран Европы [38]. Подобные сравнения проводились также и другими исследователями. Так, например, Аше Моэ [39] сравнивал материалы наблюдений в Ставангере в Норвегии с такими же наблюдениями в Гисене;

Эбле [10] сопоставил данные, полученные в Париже, с материалами по Англии. Оказалось, что на одинаковой высоте растения в районе Лондона зацветают в предвесенний период раньше, чем в Париже, а ранней весной позже.

Пример наглядного изображения регионального различия в сроках наступления фаз дается на рис. 16 и 14 [40]. На рис. 16 графически представлен годовой ход фенологических явлений для семи различных областей Средней Европы. Направление линий, соединяющих точки, лежащие выше или ниже горизонтали, которые представляют средние показатели для исследуемых областей, показывает, насколько раньше или позже средних во всех семи пунктах наступают отдельные фазы. На этом графике хорошо видно, что последовательность во времени наступления фаз в разных областях, наблюдавшаяся в период начала полевых работ и посева яровых (овса) и в течение лета изменяется.

В течение года наблюдаются более или менее значительные передвижения и изменения последовательности фаз. Так, Верхне-Рейнская низменность осенью относится к разряду поздних областей. В б. Восточной Пруссии весной фазы наступают позже, чем в других областях, а осенью, наоборот, раньше. Только в Шлезвиг-Гольштейне в течение всего года сроки наступления фаз запаздывают.

*Таблица 13*

**Наибольшие разности средних сроков наступления фенологических фаз в областях Средней Европы** (Шлезвиг-Гольштейн, Кельнская бухта, Верхне-Рейнская низменность, Винер-Бекен, б. Силезская бухта, низменность Вислы, б. Восточная Пруссия)

| Фаза | Разность | Фаза | Разность |
|---|---|---|---|
| Начало полевых работ . . . . . | 25 | Появление первых метелок овса . . . . . | 14 |
| Посев овса . . . . . | 27 | Уборка озимой ржи . . | 29 |
| Всходы овса . . . . . | 26 | Уборка овса . . . . . | 21 |
| Появление первых колосьев озимой ржи . . . . . | 15 | Посев озимой ржи . . . | 29 |
| Цветение озимой ржи . . . . . | 16 | Всходы озимой ржи . . | 31 |
| | | Конец полевых работ | 10 |

В табл. 13 [40] показаны наибольшие разности сроков наступления отдельных фаз в областях Средней Европы. По этим данным можно видеть, что в сравниваемых областях разности между самыми ранними и самыми поздними сроками наступления фенологических фаз (по средним данным за 1936—1939 гг.) имеют определенный годовой ход. Наименьшая разница наблюдается в начале лета (начало колошения и выметывания метелок, цветение) и поздней осенью (конец

полевых работ). Это согласуется с тем положением, что разность в сроках наступления фенологических фаз в отдельные годы меньше всего в начале лета (май—июнь) и больше всего в начале и конце вегетации. Только дата наступления поздней осени (окончание полевых работ) сравнительно мало изменяется.

Между сроками наступления отдельных фаз в зависимости от того, насколько рано или поздно они наступили, существует определенный период, используемый растениями для развития, а земледельцами для выполнения полевых работ. По материалам о ходе развития овса в разных частях Средней Европы, расположенных на одинаковой высоте, можно видеть, насколько

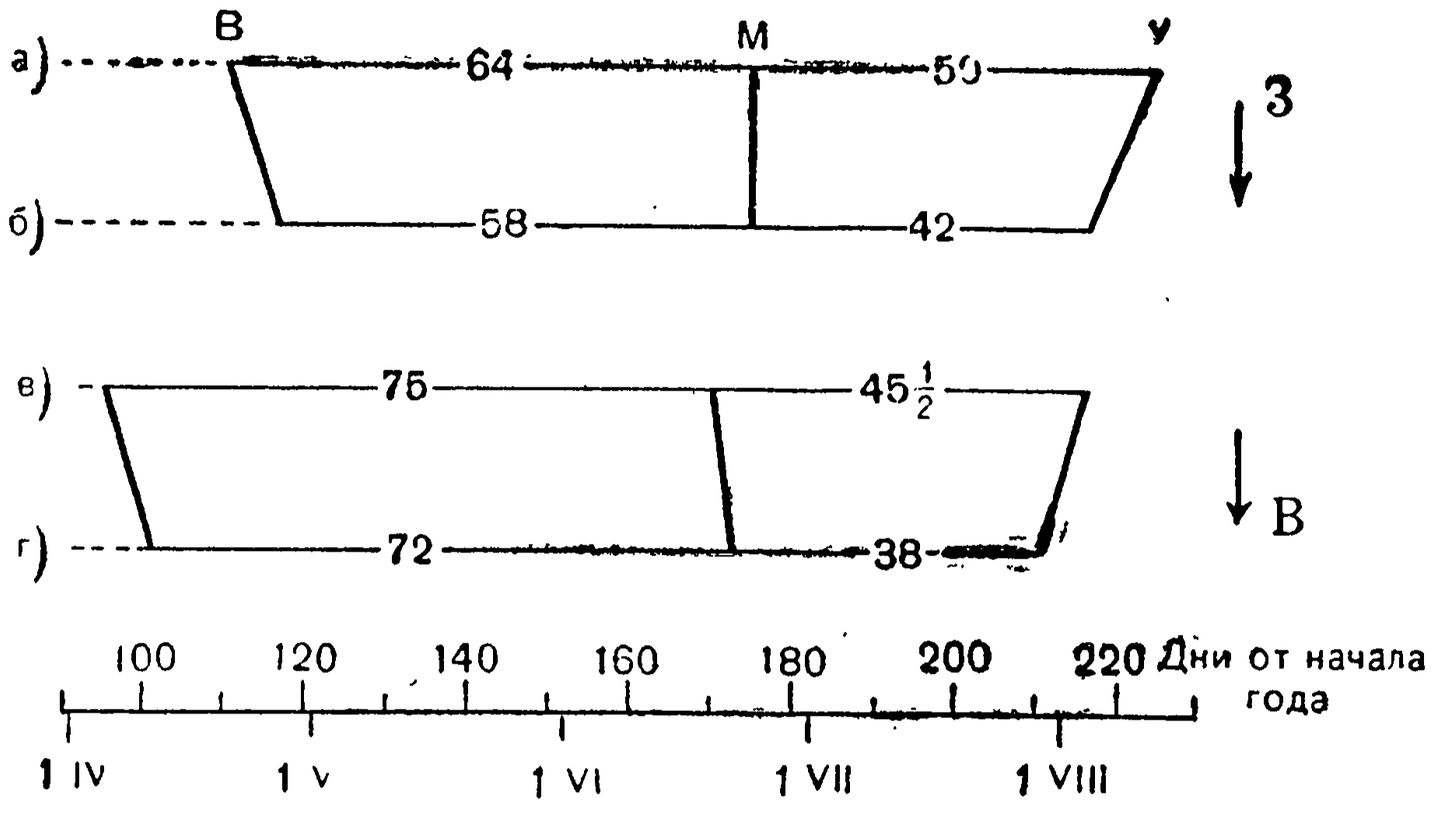



Рис. 17. Изменение продолжительности периода развития овса при движении с запада на восток на одинаковой высоте (средние за 1936—1939 гг.).

*В* — всходы, *М* — выметывание, *У* — уборка; цифрами дано число дней между фазами. *а* — Шлезвиг-Гольштейн, *б* — б. Восточная Пруссия, *в* — Кельнская бухта и Верхне-Рейнская низменность, *г* — б. Силезская бухта.

различна в разных пунктах продолжительность межфазных периодов. Более ранними исследованиями в странах Средней Европы с очень неодинаковыми климатическими условиями было установлено, что наблюдается весьма интересное различие в продолжительности периодов от всхода овса до появления первой метелки и от появления первой метелки до уборки (по данным за 1936—1939 гг.), причем по этому различию можно видеть особенности ритма развития растений в той или иной области.

Значительные и характерные различия в темпах развития овса наблюдаются по мере продвижения как с запада на восток, так и с юга на север.

Эти изменения продолжительности периодов от всходов до появления первой метелки и от появления первой метелки до уборки изображены графически на рис. 17 и 18. На рис. 17 показано, что при продвижении с запада на восток в местностях, расположенных примерно на одной широте, сокращается как

общая продолжительность вегетационного периода, так и продолжительность обеих его частей (от всходов до появления метелки и от появления первой метелки до уборки). Это объясняется особенностями годового хода температуры в разных частях профиля. В западных областях с морским климатом (Шлезвиг-Гольштейн, Кельнская бухта и Верхне-Рейнская низменность) ранней весной температуры достаточно высоки, чтобы обеспечить появление всходов и быстрое развитие молодых растений. В областях с более континентальным климатом (б. Восточная Пруссия и б. Силезская бухта), расположенных восточнее, температурные условия, благоприят-

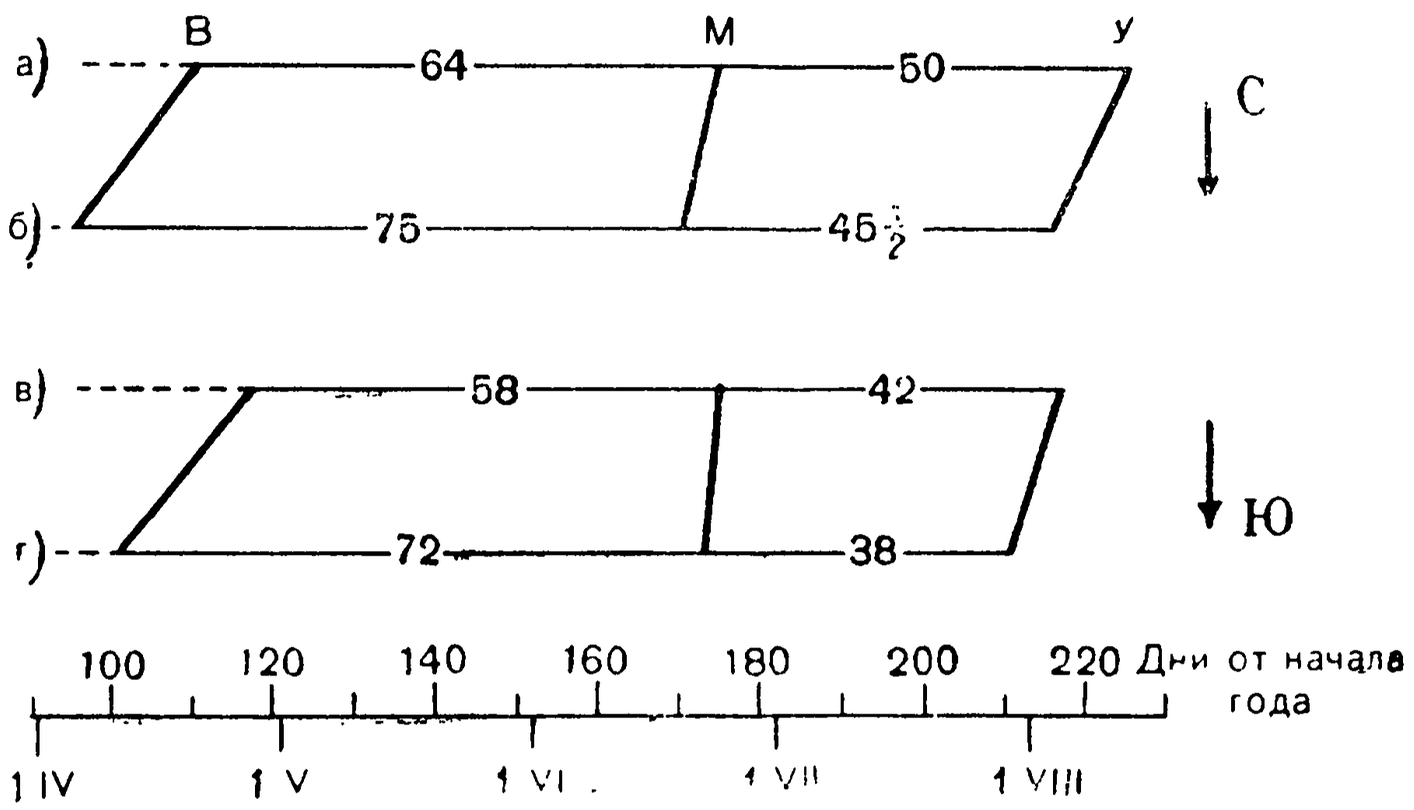



Рис. 18. Изменение продолжительности периода развития овса при движении с севера на юг на одинаковой высоте (средние за 1936—1939 гг.).

*В* — всходы, *М* — выметывание, *У* — уборка; цифрами дано число дней между фазами. *а* — Шлезвиг-Гольштейн, *б* — Кельнская бухта, Верхне-Рейнская низменность, *в* — б. Восточная Пруссия, *г* — б. Силезская бухта.

ные для прорастания семян, наступают позднее, но дальнейшее развитие растений протекает быстрее. Ускоряющее действие более высоких температур в восточных областях сохраняется до уборки овса (конец июля — начало августа), вследствие этого сокращается межфазный период от появления первой метелки до уборки, а в западных областях наблюдается обратное явление.

Розенкранц [24] в Австрии тоже наблюдал, что период созревания ржи в западной части продолжительнее, чем в восточной. На границе Баварии этот период продолжается 46—52 дня, в Верхней Австрии 41—46 дней, в Эннсе и Иббсе 46 дней, в Мархвельде и на Дунае, близ границы, 39—42 дня. Чем континентальнее климат, тем короче период созревания.

Совершенно иначе изменяется продолжительность межфазных периодов во время роста овса при продвижении с юга на север (рис. 18). Хотя по мере движения с юга на север общая продолжительность вегетационного периода от посева

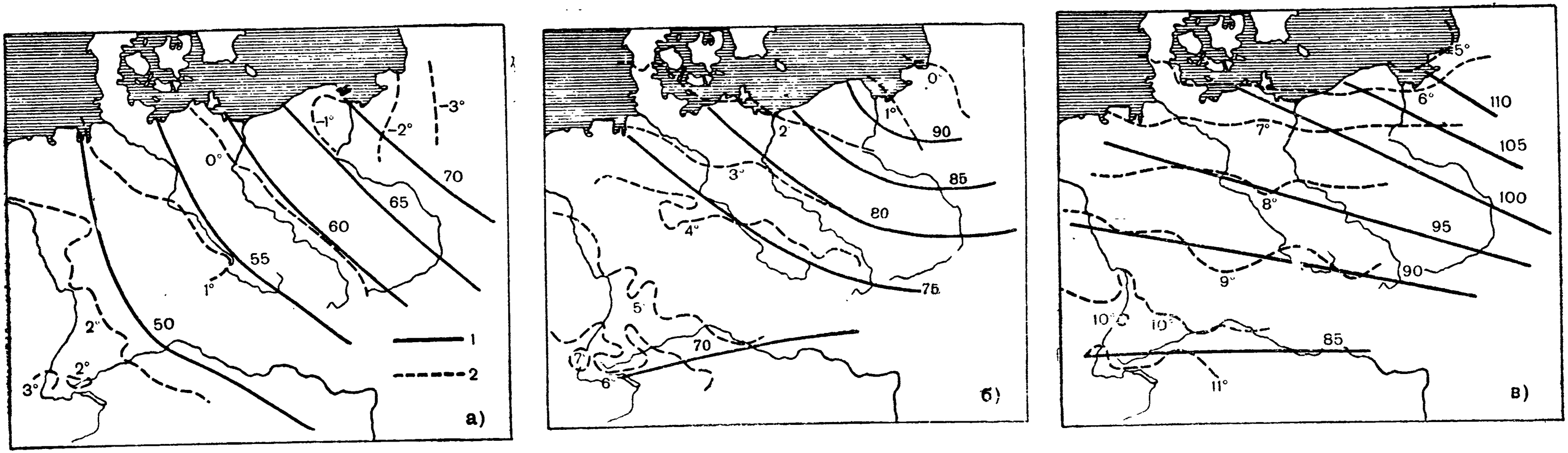
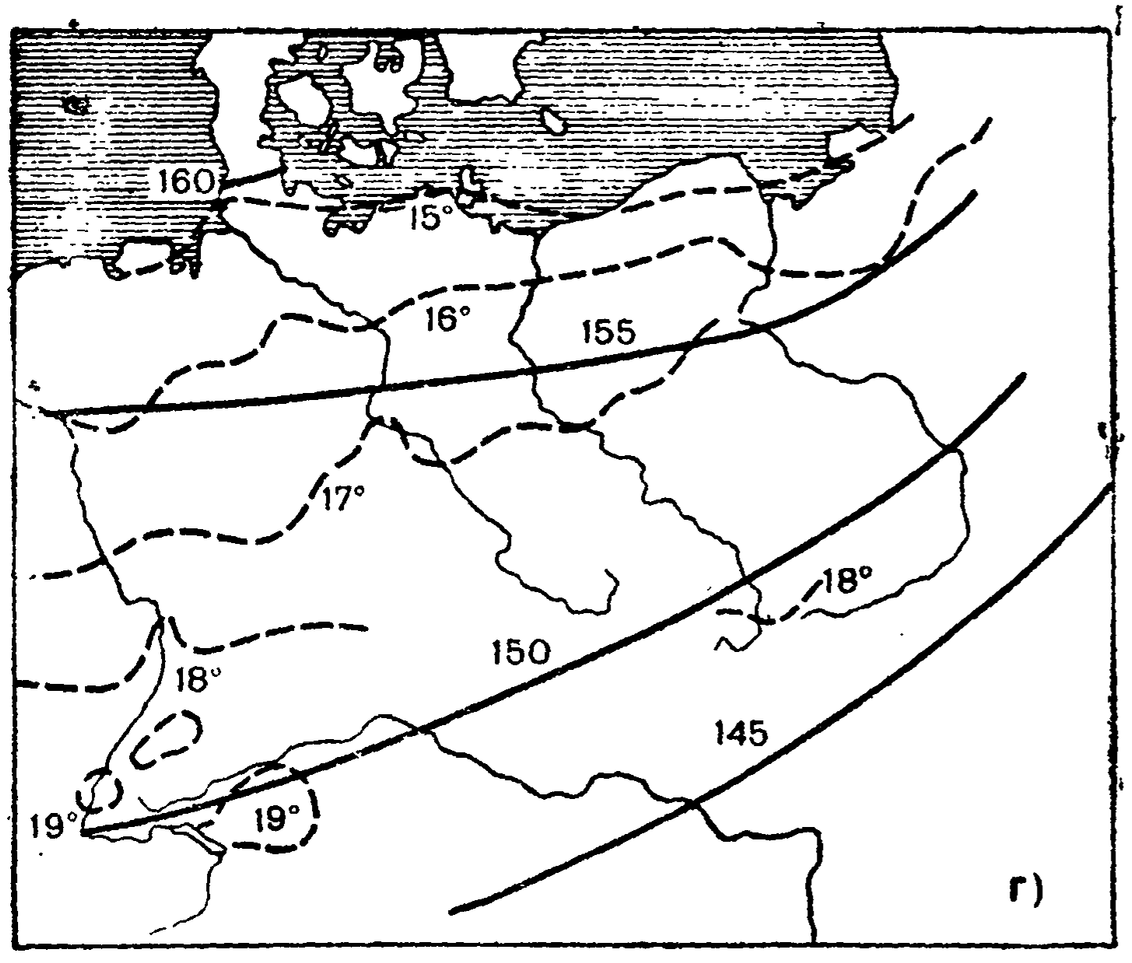
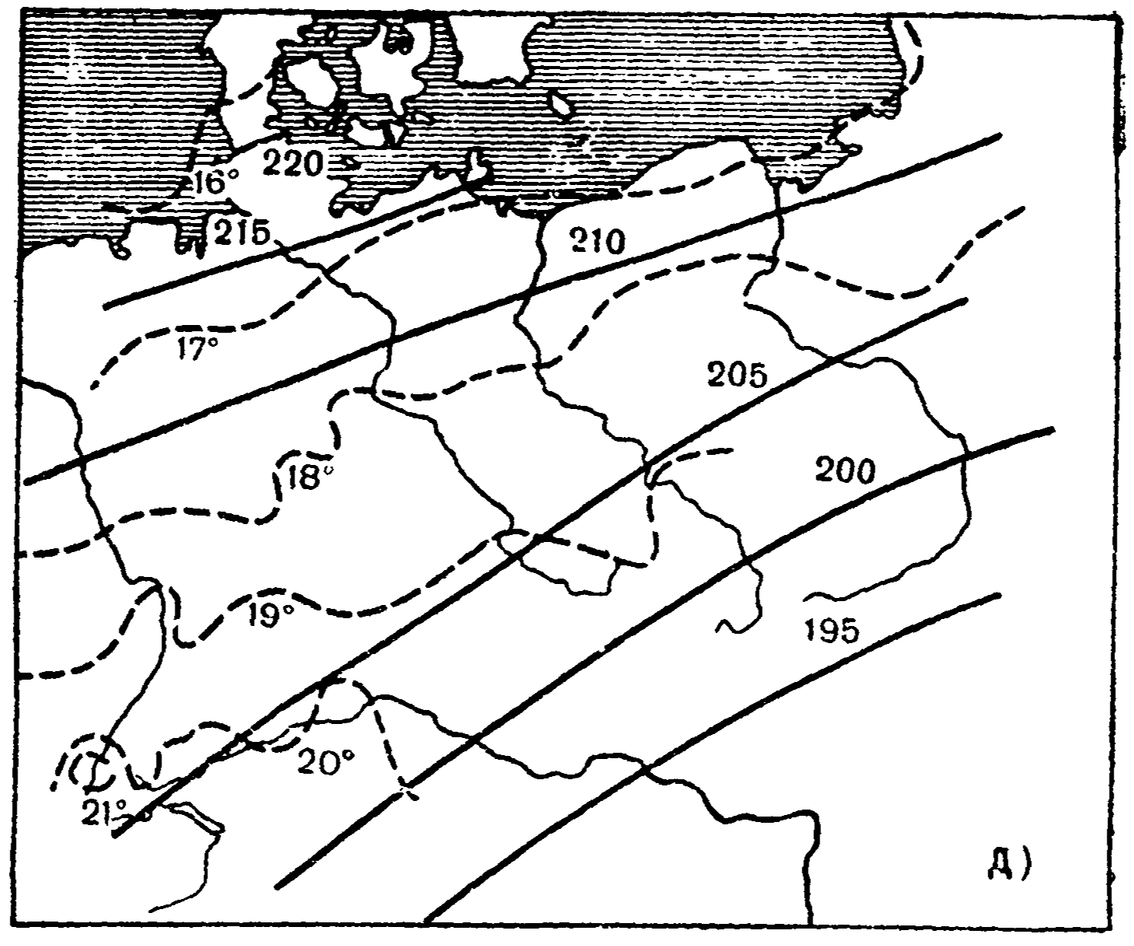
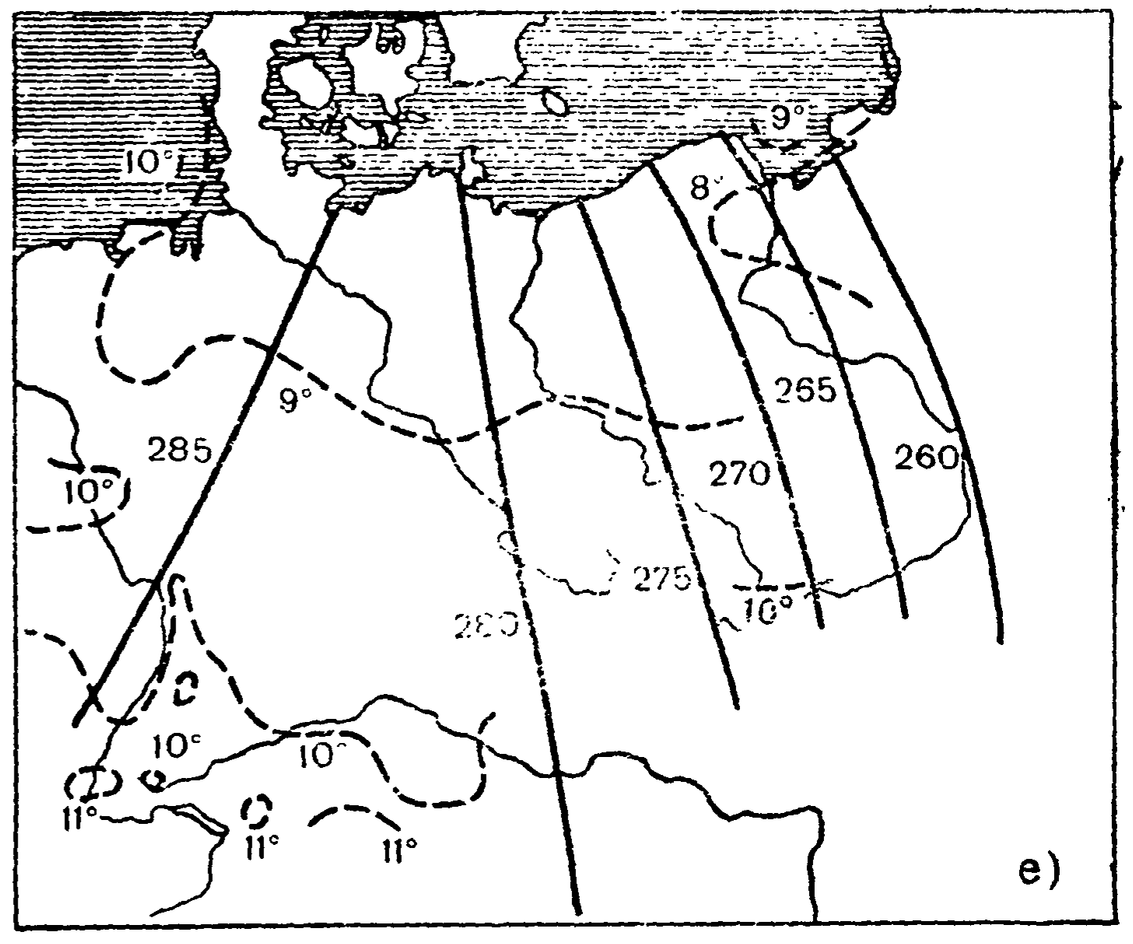



Рис. 19. (*а — в*). Годовой ход фенологических явлений (средние за 1936—1939 гг.) и изотерм в разные месяцы (схема).

*1* — линии одновременного начала фаз (дни от начала года), *2* — изотермы. *а* — цветение подснежника, изотермы февраля; *б* — начало полевых работ, изотермы марта; *в* — посев и всходы овса (средние данные), изотермы апреля.



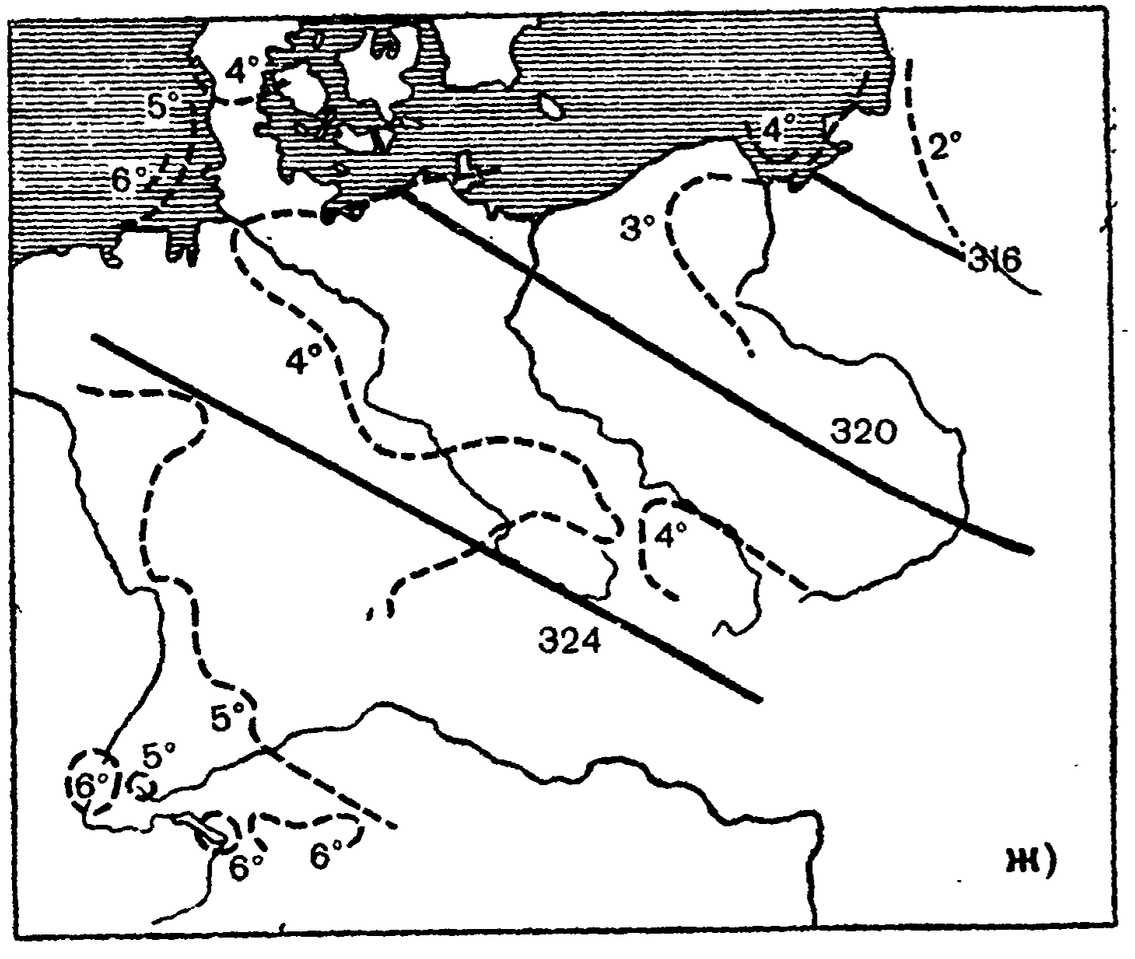




Рис. 19 (*г—ж*). Годовой ход фенологических явлений (средние за 1936—1939 гг.) и изотерм в разные месяцы (схема).

*1* — линии одновременного начала фаз (дни от начала года), *2* — изотермы. *г* — колошение и цветение озимой ржи, выметывание у овса (средние), изотермы июня; *д* — уборка ржи и овса (средние), изотермы июля; *е* — посев и всходы озимой ржи (средние), изотермы октября; *ж* — конец полевых работ, изотермы ноября.

до уборки становится короче, в соотношении продолжительности двух частей вегетационного периода наблюдается характерный сдвиг, продолжительность периода между всходами и появлением первой метелки становится короче, а период от появления первой метелки до уборки удлиняется. Это объясняется тем, что в южных областях термические условия, обеспечивающие прорастание семян и развитие молодых растений, наступают раньше. Когда появляются всходы в северных районах, солнце стоит выше, быстрое повышение температуры стимулирует развитие тех растений, которые обгоняют развитие растений, взошедших на юге несколько раньше. Во второй период вегетации (между появлением первой метелки и уборкой) для созревания зерна требуется более высокая температура, термические условия на юге оказываются более благоприятными, чем на севере, где вследствие этого созревание зерна несколько задерживается по сравнению с южными районами. Эти особенности продолжительности разных частей вегетационного периода в разных географических условиях часто незаметны, потому что общая продолжительность всего вегетационного периода (от всходов до уборки) почти одинакова на разных широтах. Но для того чтобы понять сущность хода развития растений, необходимо учитывать характерные особенности отдельных периодов вегетации.

В то время как на рис. 16 графически изображен ход фенологических явлений в течение всего года в отдельных областях, на рис. 19 (схематическая карта) нанесены линии, обозначающие сроки наступления одной фазы в разных районах. Линии эти нанесены лишь схематически с интервалами через 5 дней и не соответствуют фактическому распределению изофен, так как построены без учета рельефа. Такие карты помогают выявить причины (кроме высоты над уровнем моря), вследствие которых изучаемую территорию можно разделить на области с поздними и ранними сроками наступления фаз. Согласно этим картам, в годовом ходе наблюдается постепенное смещение областей с ранними и поздними сроками наступления фаз, заключающееся в том, что линии, направленные в феврале с северо-запада на юго-восток, постепенно поворачиваются против часовой стрелки. В июле, ко времени уборки, эти линии направлены с юго-запада на северо-восток; таким образом, линии одинакового начала фаз примерно в течение полугода совершают поворот на 90°. В ноябре, ко времени окончания полевых работ, эти линии направлены с юго-юго-востока на северо-северо-запад. В это время самые ранние сроки наступления фаз наблюдаются в восточной части б. Померании, а самые поздние — на юго-западе изучаемой территории. Следовательно, с февраля по ноябрь линии делают поворот на 180°.

Эти схематически нанесенные линии показывают только большие различия. Особенности фактического хода наступления

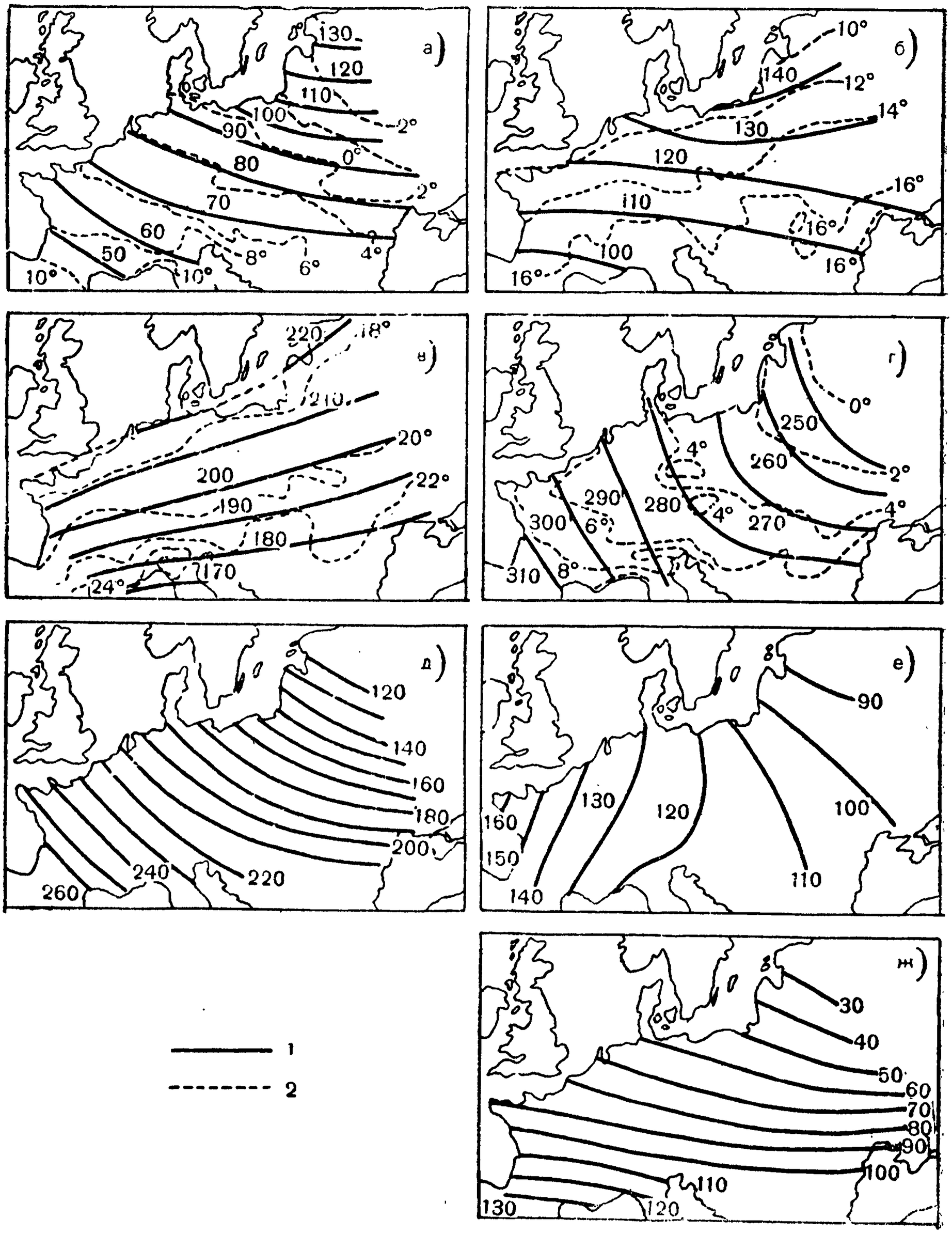



Рис. 20. Годовой ход фенологических явлений (средние за 1936—1939 гг.) и изотерм в разные месяцы (схема).

*1* – на рис. *а — г* линия одновременного наступления фаз (дни от начала года), на рис. *д — ж* — линия одинаковой продолжительности фаз (дни), *2* — изотермы. *а* — посев яровых, изотермы марта; *б* — цветение яблонь, изотермы мая; *в* — уборка озимой пшеницы, изотермы июля; *г* — посев озимой пшеницы, изотермы ноября. Продолжительность периода: *д* — от посева яровых до посева озимой пшеницы, *е* — от посева яровых до уборки озимой пшеницы, *ж* — от уборки озимой пшеницы до посева озимой пшеницы.

фаз можно найти на местных фенологических картах или в фенологических ежегодниках [41]. Материалы по территории Германии можно найти в научных трудах и в официальных сборниках Службы погоды за 1936 и 1937 гг. Сведения за 9-летний период, с 1936 по 1944 г., опубликованы в изданиях Германской службы погоды и продолжают печататься в метеорологических ежегодниках. Для значительной части Европы, от Франции до Советского Союза, разработаны карты, показанные на рис. 20 [44]. Для характеристики хода фенологического года были использованы даты посева яровых культур, цветения яблони, уборки озимой пшеницы и ее посева (рис. 20 *а — г*).

На этих картах показано, что на большей части Европы в течение фенологического года области с наиболее ранним развитием растений ранней весной перемещаются с юго-запада через юг на юго-восток (к середине лета), а затем на северо-восток (осенью), в то время как перемещение областей с поздним развитием происходит на севере (ранней весной) с северо-востока на северо-запад (летом) и юго-запад (осенью). Линии границ между областями с поздним и ранним развитием с ранней весны до осени делают поворот против часовой стрелки на 180°.

На рис. 20 *д — ж,* кроме того, указана и продолжительность некоторых межфазных периодов, вычисленных графически по материалам карт. Линии, обозначающие одинаковую продолжительность всего периода вегетации с ранней весны до осени (от посева яровой пшеницы до посева озимой пшеницы), направлены с северо-запада на юго-восток. Только в южной части исследуемой области эти линии направлены на востоко-юго-восток. Расстояние между линиями незначительно, они расположены довольно близко друг к другу, из чего следует, что даже на незначительных расстояниях наблюдаются довольно большие различия в длительности вегетационного периода.

В юго-западной части Франции между севом яровых весной и озимых осенью крестьяне имеют в своем распоряжении 260 дней для производства сельскохозяйственных работ, а в Эстонии только 120 дней. Линии, обозначающие одинаковую продолжительность основного вегетационного периода от ранней весны до лета (от посева яровой пшеницы до уборки озимой пшеницы), проходят в Западной и Средней Европе в основном с севера на юг, с некоторым уклоном к юго-западу. В б. Восточной Пруссии эти линии все больше отклоняются и принимают направление с северо-запада на юго-восток. Этот период продолжительнее всего в западной части Бретани, 160 дней, в Эстонии он сокращается до 90 дней. Линии проведены по 10-дневным интервалам и расположены довольно далеко друг от друга.

Период от уборки до посева озимой пшеницы также очень

важен для сельских хозяев. Линии, разграничивающие зоны с одинаковой продолжительностью этого периода, проходят очень близко друг к другу и направлены в западной части в широтном направлении, а в северо-восточной части с западо-северо-запада на востоко-юго-восток. Для выполнения сельскохозяйственных работ, проводимых в этот период, в южной Франции имеется 130 дней, а в Эстонии меньше чем 30 дней. Продолжительность этого периода является, кроме того, показателем времени, которое при остальных благоприятных условиях можно использовать для разведения пожнивных культур.

### 6.2.1.2. Темпы продвижения фаз по горизонтали

С помощью материалов наблюдений в разных странах можно определить скорость продвижения весны по территории Европы, взяв за основу даты начала цветения яблонь, а также скорость других фенологических фаз. В старых работах, например в трудах Е. Ине [45] и Х. Шрепфера [46], было принято определять скорость продвижения фазы на 1° широты и долготы. На основании своих наблюдений за наступлением весны в различных географических широтах Ине вычислил, что для продвижения фазы на 1° затрачивается примерно 4 дня. Так же обстоятельно был этот вопрос проработан во Франции

*Таблица 14*

**Скорость продвижения фаз по горизонтали с юга на север во Франции** (среднее за 1880 и 1881 гг.) (число дней, необходимых для продвижения на 1° широты и долготы)

| Фаза | От средней до северной части (46°35′—49°34′С) | От южной до средней части (43°27′—46°35′С) | От южной до северной части (43°27′—49°34′С) |
|---|---|---|---|
| Зеленение . . . . | 5,2 | 3,0 | 4,1 |
| Цветение . . . . . | 6,0 | 4,8 | 5,3 |
| Уборка урожая . . | 7,2 | 6,0 | 6,6 |

| Фаза | Группа I, западная часть (2°45′З) | Группа II, центральная часть (0°21′ З) | Группа III, восточная часть (2°41′ В) |
|---|---|---|---|
| | (вычислено для всей площади южной и северной Франции по указанной средней долготе) | | |
| Зеленение . . . . | 4,4 | 4,2 | 3,6 |
| Цветение . . . . . | 5,8 | 5,3 | 4,9 |
| Уборка урожая . . | 7,6 | 6,4 | 5,7 |

А. Анго [47]. Он нашел, что скорость продвижения фенологических фаз в разных частях страны имеет характерные особенности. По табл. 14 (вверху) видно, что скорость продвижения фаз к северу в южной части Франции значительно больше, чем в северной. Затем скорость продвижения становится тем меньше, чем позже в году наступает фаза. Так, фаза зеленения продвигается на север быстрее других фаз, за каждые 4,1 дня на 1° широты, фаза уборки продвигается медленнее — за 6,6 дня на 1° широты.

Кроме того, как это видно из данных табл. 14 (внизу), скорость продвижения фаз с юга на север неодинакова, если вычисления производятся для разной долготы. По мере продвижения с запада (группа I) на восток (группа III) Франции ритм продвижения ускоряется.

В Германии подобные исследования вел Вимменауэр [48], располагавший материалами фенологических наблюдений за лесными породами с 1885 по 1894 г. Сравнивая средние данные, полученные для небольших областей, он установил, что наступление ранней весны запаздывает как в западной, так и в восточной Германии при продвижении к северу на 1° широты на 2,7 дня. При продвижении с запада на восток тоже наблюдается запаздывание сроков наступления фаз в начале весны и весной, причем при сравнении данных для Прирейнских провинций с материалами для б. Силезии, а также материалов для Шлезвиг-Гольштейна с данными для б. Восточной Пруссии оказалось, что на каждый 1° долготы запоздание составляло 0,5 дня.

Скорость продвижения фаз [40], указанная в табл. 15, была рассчитана для расстояний, полученных по вертикали к линиям одновременного наступления фенофаз на рис. 19 и 20. Вследствие того что линии одновременного наступления фаз не везде проходят параллельно, скорость продвижения их пришлось подсчитывать отдельно для разных участков, причем выявились, конечно, довольно большие различия в скорости движения фаз. Скорость движения фенологических фаз в табл. 15 (А) во всех случаях рассчитывалась по рис. 19. Вертикали вычерчивались приблизительно от района Винер-Бекена и Маркфельда на северо-восток, северо-северо-восток и северо-северо-запад. По этим вычислениям, как видно из данных табл. 15 (А и Б), были получены средние скорости движения фаз от 19 до 69 км за день. Продвижение на 100 км происходит за 1,5—5,2 дня.

Как упоминалось выше, изменение сроков наступления фенологических фаз меньше всего в начале лета (в мае — июне). Скорость продвижения этих фаз оказывается больше, чем фаз, наступающих в начале весны, в середине лета и осенью. Быстрее всего продвигаются фазы ко времени окончания полевых работ поздней осенью.

По таким данным можно установить, например, когда

*Таблица 15*

## Скорость продвижения различных фенологических фаз по горизонтали

(измерение расстояний по вертикали между линиями, обозначающими одновременное наступление фаз)

| Фаза | Сравниваемые страны | Направление измерения | Средняя скорость продвижения (км/день) | Число дней, затрачиваемое на прохождение 100 км |
|---|---|---|---|---|
| **А. Область между Рейном, Дунаем и Вислой (измерение начинается из района Вены)** | | | | |
| Цветение подснежников | | ЮЗ—СВ | 35 | 2,9 |
| Начало полевых работ | | ЮЮЗ—ССВ | 30 | 3,3 |
| Посев овса и его всходы | | ЮЮЗ—ССВ | 28 | 3,6 |
| Колошение и цветение озимой ржи | | ЮЮВ—ССЗ | 50 | 2,0 |
| Уборка озимой ржи и овса | | ЮВ—СЗ | 35 | 2,9 |
| Посев озимой ржи и всходы ее | | ВСВ—ЗЮЗ | 28 | 3,6 |
| Конец полевых работ | | СВ—ЮЗ | 69 | 1,5 |
| **Б. Европа (от Франции до СССР)** | | | | |
| Посев яровых зерновых | Южная Франция—Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | ЮЮЗ—ССВ | 28 | 3,5 |
| " " " | Венгрия — Эстонская ССР . . . . . | ЮЮЗ—ССВ | 21 | 4,8 |
| Цветение яблони | Южная Франция — северная Франция . . . . . | Ю—С | 32 | 3,2 |
| " " | Австрия — восточная часть б. Померании . . . . | Ю—С | 29 | 3,9 |
| " " | Устье Дуная — Даугава . . . . . | Ю—С | 42 | 2,4 |
| Уборка озимой пшеницы | Южная Франция — северо-западная Франция . . | ЮЮВ—ССЗ | 19 | 5,2 |
| " " " | Северная Италия—северо-западная Германия . . | ЮЮЗ—ССЗ | 19 | 5,2 |
| " " " | Южная Украина — Эстонская ССР . . . . . | ЮЮВ—ССЗ | 32 | 3,2 |
| Посев " " | Советская Прибалтика—юго-западная Франция | ВСВ—ЗЮЗ | 35 | 2,9 |

наступит весна в разных районах Германии (примерно на одинаковой высоте). Однако в табл. 15 приведены средние многолетние скорости продвижения фаз. В отдельные годы отклонения от средней скорости продвижения могут оказаться больше или меньше. Отдельные сезоны года наступают то быстрее, то медленнее. По материалам ежегодников можно определить скорость движения фенологических фаз в отдельные годы.

### 6.2.2. Сравнение местностей, расположенных на разных высотах

Легко заметить, что даты наступления фенологических фаз неодинаковы, если один пункт наблюдений расположен в низине, а другой — на возвышенности. Часто достаточно в течение одного часа походить по горам, чтобы отметить, что сроки наступления фаз на разных высотах различаются на несколько дней.

#### 6.2.2.1. Наступление фаз на разных высотах

Пример изменения сроков наступления фаз на разных высотах дан на рис. 21, составленном по исследованиям Скамони [49]

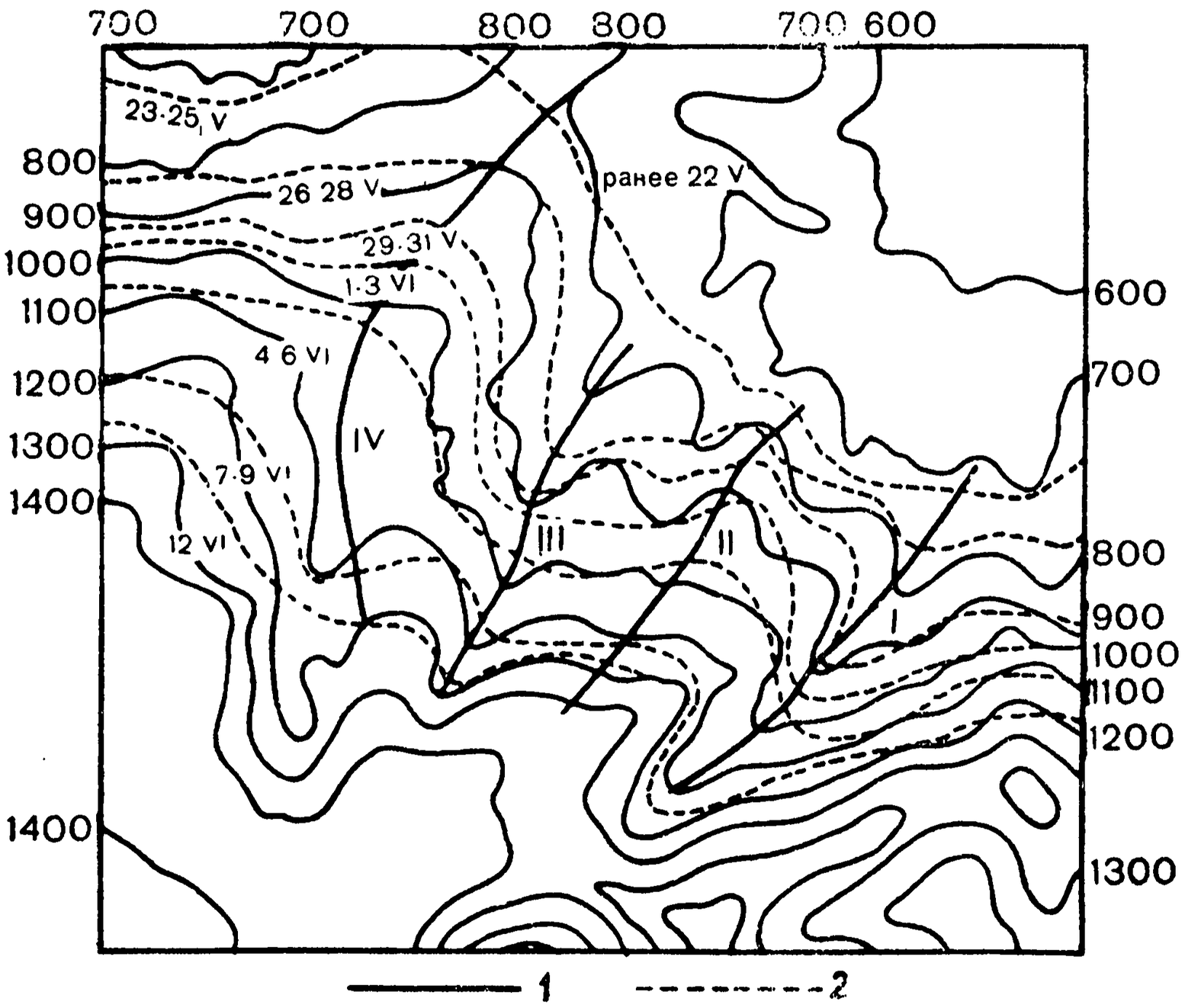



Рис. 21. Зацветание сосны в Скалистых горах (по Скамони).

*1* — высота над уровнем моря, *2* — линия одновременного зацветания.

дат начала цветения сосны на разных высотах северного склона Скалистых гор. На рисунке видно, что линии, обозначающие даты наступления фазы цветения сосны, хорошо совпадают с горизонталями. На рис. 22 графически изображено смещение срока наступления различных фенологических фаз по мере увели-

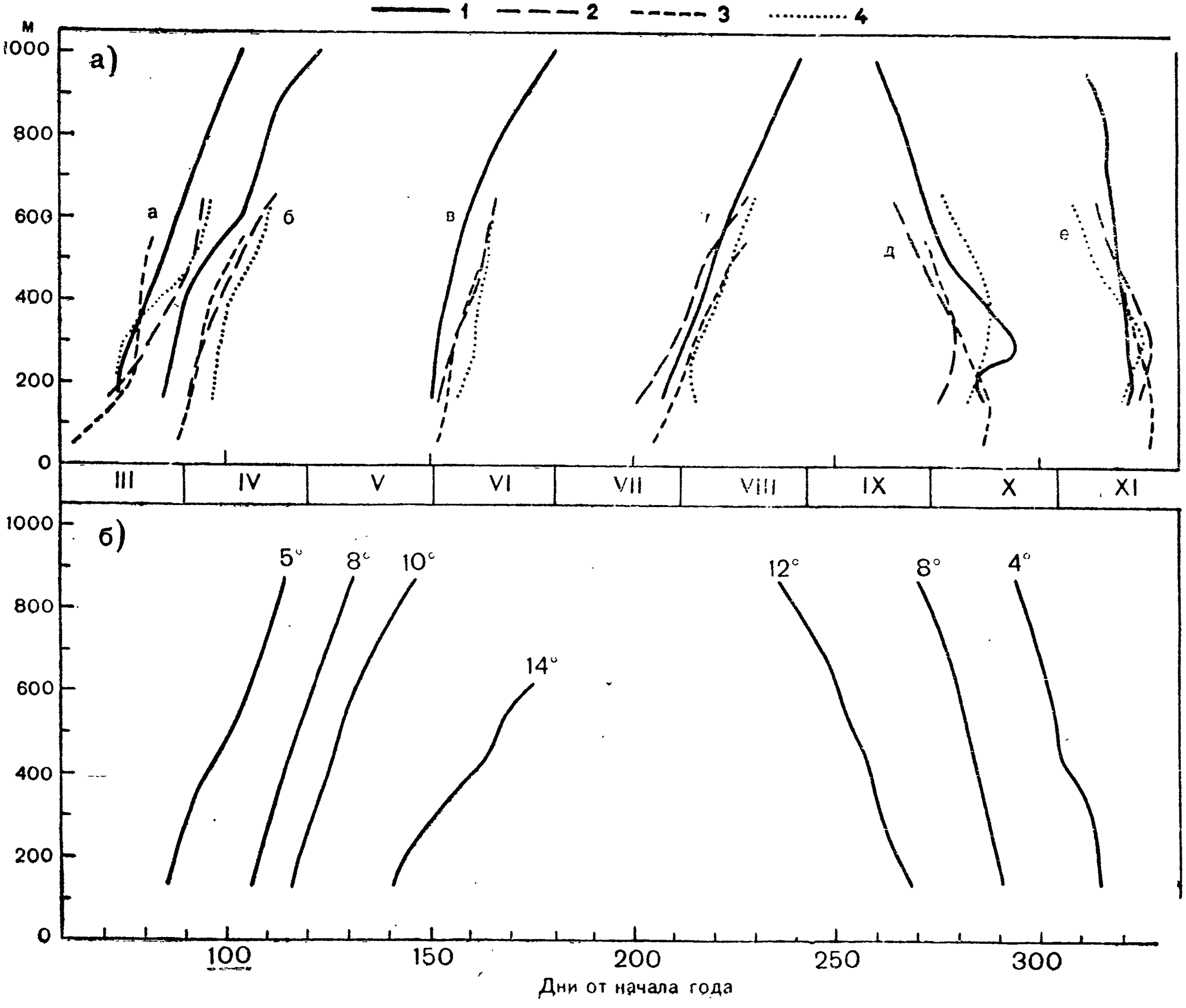



Рис. 22. Изменение сроков наступления фаз (средние за 1936—1939 гг.) в зависимости от высоты (*а*) и изменение температуры, по средним многолетним, в зависимости от высоты на северном склоне Судет (*б*).

*1* — Шварцвальд, *2* — Судеты, *3* — Эйфель, *4* — Тюрингенский и Франконский Лес. *а* — начало полевых работ, *б* — посев и всходы овса (средние), *в* — колошение и цветение озимой ржи и выметывание овса (средние), *г* — уборка озимой ржи и овса (средние), *д* — окончание полевых работ.

чения высоты местности. На графике представлены сроки шести фенологических фаз на разных высотах для четырех горных районов: Шварцвальда, Судет, Эйфеля и Тюринген-Франкенвальда. Кривые фаз, наступающих в начале весны и лета, поднимаются не равномерно по мере увеличения высоты. Они отличаются характерными особенностями. Кривые фаз, наступающих в мае и июле (колошение и цветение озимой ржи, выметывание метелок овса), поднимаются вверх круче, чем другие кривые в первой половине весны (начало полевых работ, посев овса и появление его всходов). Кривые фаз, наступающих в середине лета (уборка озимой ржи и овса), с увеличением высоты поднимаются значительно медленнее. Особенно это заметно в горах Силезии, Тюрингии и Франкенвальде. В Шварцвальде такие же изменения отмечаются до высоты 700—800 м. На больших высотах фазы в мае и июне сильно запаздывают, особенно фаза выметывания первой метелки у овса.

Осенние фазы (посев озимой ржи и ее всходы) на возвышенных местах наступают, наоборот, раньше. Раньше всего производится посев озимой ржи и появляются ее всходы на самой большой высоте, по мере уменьшения высоты посев ржи производится все позже. На высоте около 300 м сроки посева резко передвигаются и становятся наиболее поздними. Ниже этой высоты сроки посева снова становятся более ранними. Так же распределяется по высотам и дата конца полевых работ. В этом случае заметно более раннее наступление срока в местностях, расположенных ниже 300 м, а на Эйфеле — ниже 150 м.

### 6.2.2.2. Продолжительность межфазных периодов на разных высотах

В соответствии с изменением сроков наступления фаз на различных высотах изменяется и продолжительность межфазных периодов. На рис. 23 графически показано, как различается вегетационный период овса на разной высоте в Судетах. На небольших высотах период от всходов до выметывания первой метелки длиннее, а на более значительных высотах короче. Последующий период, от появления первой метелки до созревания, наоборот, короче всего на низких местах и длиннее на больших высотах. Такое же соотношение продолжительности этих двух периодов наблюдается и в других горных районах (Шварцвальд, Тюрингенский и Франконский Лес, Эйфель и т. д.).

Противоположность в продолжительности следующих друг за другом периодов развития овса объясняется следующим образом. На незначительной высоте всходы овса появляются рано, когда погода еще прохладная, это задерживает развитие молодых растений. Примерно через 18 дней посев овса производится на высоте 400 м, и ко времени появления всходов воздух

и почва оказываются там сильнее нагретыми, чем в низине, поэтому развитие растений на возвышенности происходит значительно быстрее, чем на ниже расположенных участках. Только на более значительных высотах, от 650 до 1000 м, в Шварцвальде продолжительность первого периода развития овса снова удлиняется, так как термические условия к моменту появления всходов не способствуют быстрому развитию молодых растений. Следующий период, от появления первой метелки до уборки, на возвышенностях проходит медленно и заканчивается поздно, потому что термические условия менее благоприятны (тепла меньше), чем на низких местах. По средним показателям можно видеть, что по мере увеличения высоты первый период развития овса проходит быстрее, а второй период (до созревания зерна) значительно затягивается.

Такая закономерность в продолжительности двух периодов роста при изменении высоты совпадает с ранее полученными

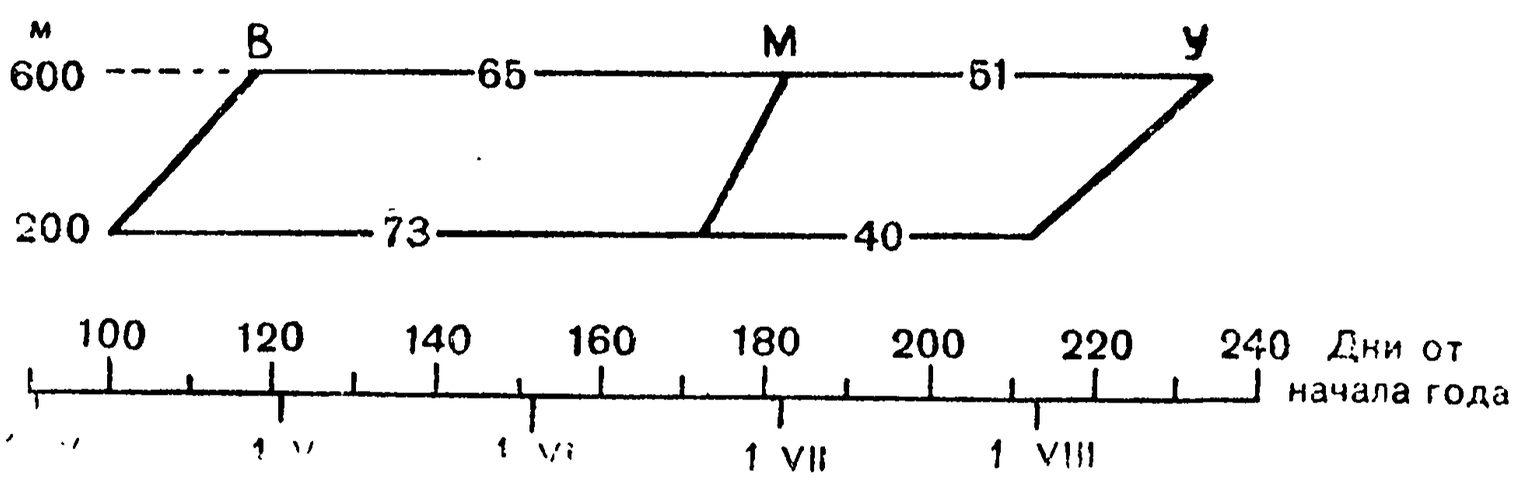



Рис. 23. Продолжительность вегетационного периода овса на разных высотах в Судетах (средние за 1936—1939 гг.).

*В* — всходы, *М* — выметывание, *У* — уборка.

данными о ходе развития растений на одинаковой высоте, но на различных географических широтах (ср. с рис. 18). Северные широты соответствуют бóльшим высотам, а поведение растений в южных широтах сходно с поведением их у подножия гор на низменностях. В обоих случаях продолжительность всего периода вегетации овса, от всходов до уборки, мало различается. Что же касается характерного большого различия в продолжительности обоих периодов (от всходов до появления первой метелки и от появления первой метелки до созревания), имеющего решающее значение для жизни овсяного растения, то оно при учете общей продолжительности вегетационного периода более или менее скрывается. Различие в продолжительности отдельных периодов развития овса на различных высотах в разных районах земледелия имеет очень большое практическое значение, потому что запасы питательных веществ в почве наиболее полно используются в течение первого периода развития растений, до появления метелки; поэтому чем длительнее будет этот период, тем лучше растение использует питательные вещества.

Продолжительность периода от уборки урожая до посева озимой ржи с увеличением высоты изменяется значительнее, чем продолжительность периодов роста в первой половине года до середины лета. Значительное сокращение этого промежутка времени объясняется прежде всего поздней уборкой зерновых на большой высоте и ранним севом их (чтобы обеспечить появление всходов при нормальных условиях). Вследствие сокращения периода от уборки до посева озимых в 2 раза при разности высот 500 м приходится торопиться с выполнением последних за сезон сельскохозяйственных работ. Быстрое сокращение этого периода с высотой определяет естественную границу ареала распространения пожнивных культур (см. рис. 22).

*Таблица 16*

**Период от начала до конца полевых работ на различной высоте**
(в днях)

| Высота (м) | Шварцвальд | Судеты | Тюрингенский и Франконский Лес | Эйфель |
|---|---|---|---|---|
| 1000 | 205 | | | |
| 700 | 225 | | | |
| 650 | | 219 | 211 | 234 |
| 550 | | | | |
| 200 | 250 250 | | | |
| 150 | | 254 | 248 | 264 |
| 50 | | | | |
| Сокращение этого периода: | | | | |
| при подъеме на 800 | 45 — | — | — | — |
| 500 | — 25 | 35 | 37 | 30 |

Понятно, что с увеличением высоты постепенно сокращается весь период вегетации и соответственно сроки выполнения полевых работ от начала обработки почвы весной до конца полевых работ осенью. В табл. 16 [40] указано, сколько дней продолжается период вегетации на разных высотах и насколько он сокращается при подъеме на 500 или 800 м.

В этом случае происходит значительное сокращение периода сельскохозяйственных работ. При подъеме на 500 м утрачивается около 1 месяца, что имеет большое практическое значение для сельского хозяйства. По мере увеличения высоты в соответствии с сокращением периода вегетации увеличивается продолжительность периода зимнего покоя.

### 6.2.2.3. Скорость движения фаз по высоте

По средним срокам наступления различных фаз для разных высот можно вычислить, насколько задерживается их продвижение и сколько дней нужно, чтобы фаза поднялась на 100 м.

В литературе приводятся сведения по определению этого высотного градиента. Анго [50] сделал подобные расчеты для Франции, располагая обширным материалом. Он проследил по средним показателям за 10-летний период запоздание фаз развертывания листьев и цветения для 9 различных возвышенностей (табл. 17). По средним данным как для развертывания листьев, так и для цветения получен градиент 4 дня. Основываясь на том, что в среднем запоздание было одинаково и для ранних видов растений (сирень) и для поздних (дуб, липа), Анго считал такие интервалы обязательными и для развития всех остальных деревьев и кустарников во Франции.

*Таблица 17*

**Среднее за 10 лет запоздание наступления фаз при увеличении высоты на 100 м на 9 возвышенностях во Франции** (в днях)

| Вид растений | Зеленение | Наибольшие отклонения | Начало цветения |
|---|---|---|---|
| Сирень | 4,0 | От 3,4 до 4,5 | 4,3 |
| Каштан конский | 4,1 | 3,7 4,5 | 4,2 |
| Береза | 3,9 | 3,0 4,4 | |
| Дуб | 4,0 | 3,1 4,4 | |
| Бузина | | | 4,2 |
| Липа | | | 3,9 |

В Италии Минио [51, 52], использовав старые данные наблюдений нескольких станций в доломитовых Альпах (близ Венеции), определил высотный градиент в пределах от 4,4 до 5 дней на 100 м. Другие наблюдения, проводившиеся в провинции Виченца, показали, что на каждые 100 м высоты запаздывание равно 4,9 дня. Дальнейшие наблюдения, проводившиеся в 1922 г. в Апеннинах, показали разницу 3 дня на каждые 100 м высоты. Фиори [53] рассчитал, что в Тосканских Апеннинах запаздывание равно 3,6 дня, в то время как Пфафф [54] на основании исследований, которые он проводил в Бозене, нашел, что на каждые 100 м высоты запаздывание равно 4,4 дня.

В Германии Вимменауэр [48] вел наблюдения за развитием лесных пород в разных районах. В пределах первых 300 м высоты он не обнаружил значительной разницы в ходе развития растений. На высотах ниже 100 м развитие даже несколько отставало от времени, отмеченного для 100—200 м, что объясняется частыми заморозками во влажных низменностях, несколько задерживающими развитие растений. Он установил, что увеличение высоты на 100 м задерживает развитие растений в среднем на 2—2,5 дня.

Изучением вопроса об изменении сроков наступления осенних фаз на возвышенностях занимался Ине [19, 55]. Он указал на то, что изменение окраски листьев в горах отмечается значительно

*Таблица 18*

**Средняя скорость продвижения фаз по высоте** (в днях на 100 м высоты)

| Горы | Высота (м) и разность высот | Начало полевых работ | Овес | | Озимая рожь | | Овес, появление первых метелок | Озимая рожь, уборка | Овес, уборка | Озимая рожь | | Конец полевых работ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | посев | всходы | колошение | цветение | | | | посев | всходы | |
| Шварцвальд | 300—1000 (700) | 4,0 | 4,3 | 5,8 | 3,3 | 3,6 | 5,7 | 4,2 | 4,2 | —5,5 | —5,0 | —2,2 |
| Судеты | 150—650 (500) | 5,0 | 4,3 | 4,2 | 2,6 | 3,5 | 2,6 | 5,2 | 5,7 | | | |
| | 300—650 (350) | | | | | | | | | —3,4 | —5,7 | —4,0 |
| Тюрингенский и Франконский Лес | 150—650 (500) | 4,9 | 3,5 | 2,8 | 1,8 | 2,2 | 1,9 | 4,3 | 2,8 | | | |
| | 300—650 (350) | | | | | | | | | —3,4 | —4,1 | —5,0 |
| Эйфель | 50—550 (500) | 4,1 | 3,4 | 3,7 | 3,3 | 3,1 | 2,6 | 4,9 | 4,8 | | | |
| | 150—550 (400) | | | | | | | | | —5,4 | —2,6 | —2,8 |
| Среднее для трех горных хребтов (Судеты, Тюрингенский и Франконский Лес, Эйфель) | | 4,5 | 3,9 | 4,1 | 2,8 | 3,1 | 2,4 | 4,7 | 4,4 | —4,3 | —4,4 | —3,5 |

раньше, чем на низменностях. Имеются также данные Шрепфера [46] и Гильтнера [56] по определению высотного градиента. По Шрепферу, увеличение высоты на 100 м задерживает цветение озимой ржи на 4 дня, а уборку ржи более чем на 5 дней. Гильтнер, рассчитывая изменения сроков наступления фаз на каждые 50 м высоты, нашел, что высотный градиент не везде одинаков. Например, в Баварии он в среднем меньше, чем его обычно указывают. Цветение ржи там запаздывает на 2,6 дня, а уборка урожая на 4 дня на каждые 100 м высоты.

В табл. 18 приведены средние скорости продвижения отдельных фаз сельскохозяйственных культур для четырех возвышенностей [40] (Шварцвальда, Судет, Тюрингенского и Франконского Леса и Эйфеля). Приведенные в таблице градиенты изменяются в пределах от 1,8 до 5,7 дня. Средние градиенты, полученные для этих возвышенностей, позволяют определить типичные особенности для отдельных фаз. Самые большие высотные градиенты наблюдаются в начале лета. Фазы, наступающие в это время (колошение и цветение озимой ржи, появление первой метелки у овса), поднимаются на 100 м в среднем за 2,5—3 дня. Весной, в середине лета и осенью градиент меньше. Продвижение сроков посева овса и всходов его происходит за 4,5 дня на 100 м. Почти столько же времени, около 4,3—4,4 дня, требуется осенью на продвижение фаз посева и всходов озимой ржи вниз по склону. В то время как весной фаза начала полевых работ продвигается вверх с незначительной скоростью и проходит 100 м за 4,5 дня, осенью фаза окончания полевых работ, опускаясь вниз, проходит 100 м за 3—3,5 дня.

Средние градиенты для отдельных возвышенностей более или менее значительно отличаются от общих средних скоростей продвижения фаз. Особенно значительны эти отклонения для Тюрингенского и Франконского Леса, где все фазы, за исключением начала и конца полевых работ, перемещаются значительно быстрее, чем на других горных хребтах. Об этих различиях будет говориться подробнее дальше. От рассмотренного выше годового хода вертикального градиента фаз имеются существенные отклонения. Так, Ине [19] указал на различие скорости продвижения фаз развертывания листьев и цветения плодовых. По его наблюдениям, появление первых листьев, особенно у бука, продвигалось по горам быстрее, чем зацветание вишни, груши и яблони. Скорость продвижения фазы зацветания яблони по высоте на 100 м он нашел равной 3,2 дня, а скорость продвижения на такую же высоту зеленения бука — всего 2,4 дня. Он считает, что такое различие объясняется температурами, более низкими в период зеленения, чем в период цветения. Эти вопросы нуждаются еще в дальнейших исследованиях.

Если скорость продвижения фаз в отдельные годы определяется для высот через 50 м, то выявляется большая неравномерность темпов продвижения. Полученные при этом градиенты

кажутся неправильными, они то больше, то меньше средних. Это объясняется, помимо особенностей влияния микроклимата, неравномерной скоростью продвижения фаз по склону. Если, например, для перемещения фазы цветения ржи из долины на большую высоту требуется около двух недель, то нельзя ожидать, чтобы эти две недели делились на совершенно равные части по мере продвижения снизу вверх. Только при условии, что перемещение будет происходить регулярно день за днем, можно получить одинаковые градиенты. В действительности оно идет вверх толчками, то скорее, то медленнее в зависимости от погоды (одни дни теплее, другие вслед за ними прохладнее). В табл. 18 указаны средние градиенты, сглаживающие эти мелкие отклонения за отдельные годы.

Закономерные отклонения от равномерного замедления развития с увеличением высоты, заметные и по средним показателям, объясняются действием длительных благоприятных или, наоборот, угнетающих термических условий на определенных высотах. Так, Розенкранц [57] показал, что в Нижней Австрии переход температуры через 5° на высотах между 520 и 860 м наблюдается на несколько дней раньше, чем на высотах выше или ниже этого пояса. Средняя скорость продвижения фазы появления листьев до высоты 800 м составляет 1,7 дня на 100 м, а выше 800 м — 3,5 дня на 100 м.

Интересны также различия в скорости перемещения фаз по вертикали на южных и северных склонах, которые следует специально изучать. Вычисленные градиенты действительны только в том случае, если пункты, расположенные на разной высоте, находятся на ровных местах. Если площадки на разных высотах неодинаково освещаются, неравномерно затенены, имеют различный угол наклона, то градиенты будут очень различны. Для получения наиболее правильных градиентов надо осреднить материалы наблюдений ряда станций, расположенных на одинаковых высотах, что позволит исключить влияние местных особенностей.

### 6.2.3. Одновременное сравнение местностей в разном географическом положении и с различной высотой над уровнем моря

После выяснения влияния на фенологические явления отдельно географического положения и высоты над уровнем моря необходимо определить их совместное влияние.

Если для определенных высот на возвышенностях Средней Европы установить, на какой день приходится отдельная фаза или группа фаз, то можно обнаружить, что последовательность во времени на разных возвышенностях непостоянна для всех фаз в течение года. Точно так же меняется и порядок наступления одной и той же фазы на различных высотах. Если, например, по

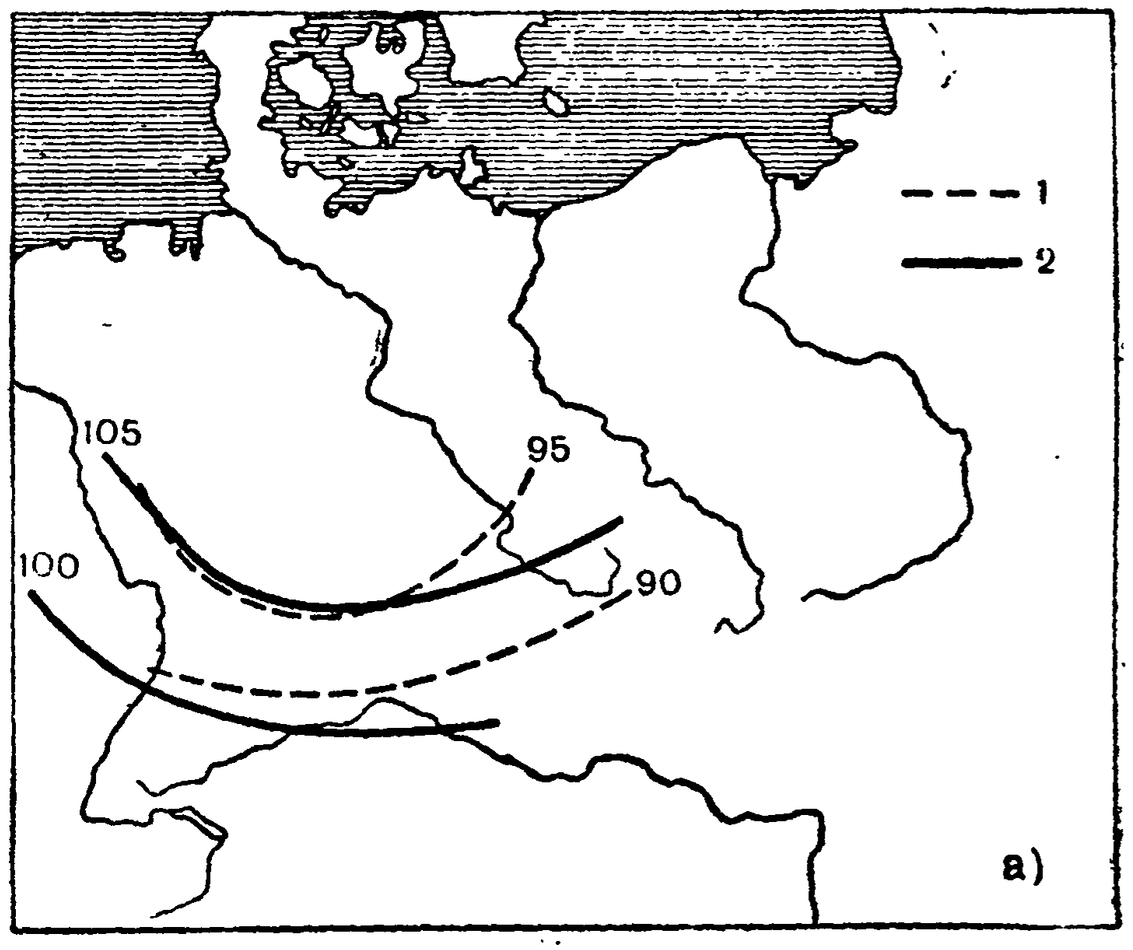
времени наступления фазы уборки ржи на высоте 200 м возвышенности располагаются в следующем порядке: Судеты, Шварцвальд, Эйфель, Тюрингенский Лес, то для высоты 500 м он будет таков: Шварцвальд, Судеты, Тюрингенский Лес, Эйфель. Но характерным является не только порядок размещения возвышенностей, но также и смещение во времени между отдельными горными хребтами, что указывает на общие закономерности фенологических различий, которые наблюдаются на больших пространствах возвышенностей Средней Европы.

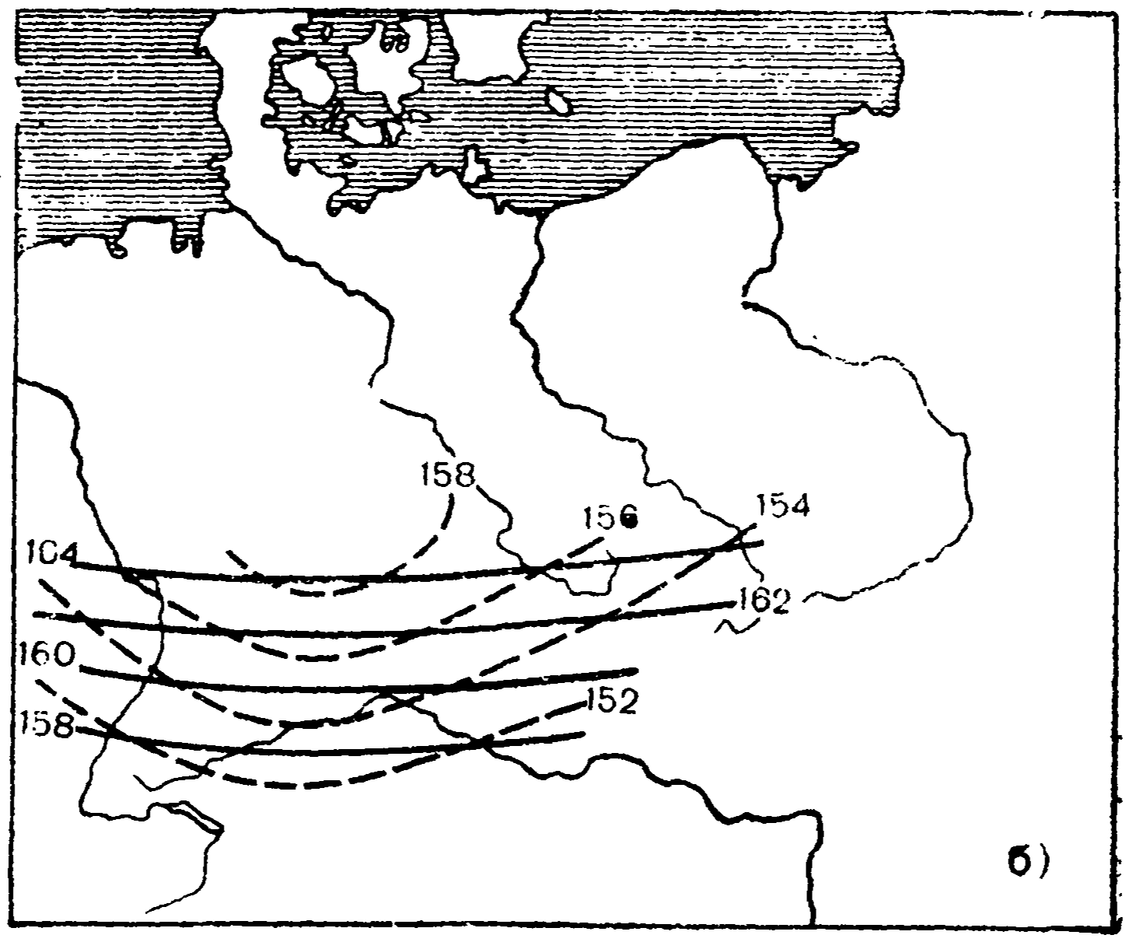
Если сравнить четыре возвышенности (Шварцвальд, Эйфель, Тюрингенский и Франконский Лес и Судеты) и на основе материалов наблюдений на высоте 200 и 500 м начертить для этих возвышенностей схематический ход изолиний одновременного наступления фенологических фаз, то получится картина, изображенная на рис. 24. Значительный изгиб линий, обозначающих одновременное начало фаз (с весны до лета) к югу, вызванный запаздыванием фаз в Тюрингенском Лесу, сильно проявляется только на незначительных высотах, на высоте 500 м и выше эти изгибы сглаживаются. Если сравнить рис. 24 с фенологической картой Европы (карта 10), то можно заметить, что последовательность уборки зерновых во времени, установленная для отдельных возвышенностей по материалам фенологических наблюдений на высоте больше 500 м, лучше отражает общие закономерности фенологических явлений во всей Европе, чем наблюдения на высоте 200—300 м, где эти закономерности нарушаются.

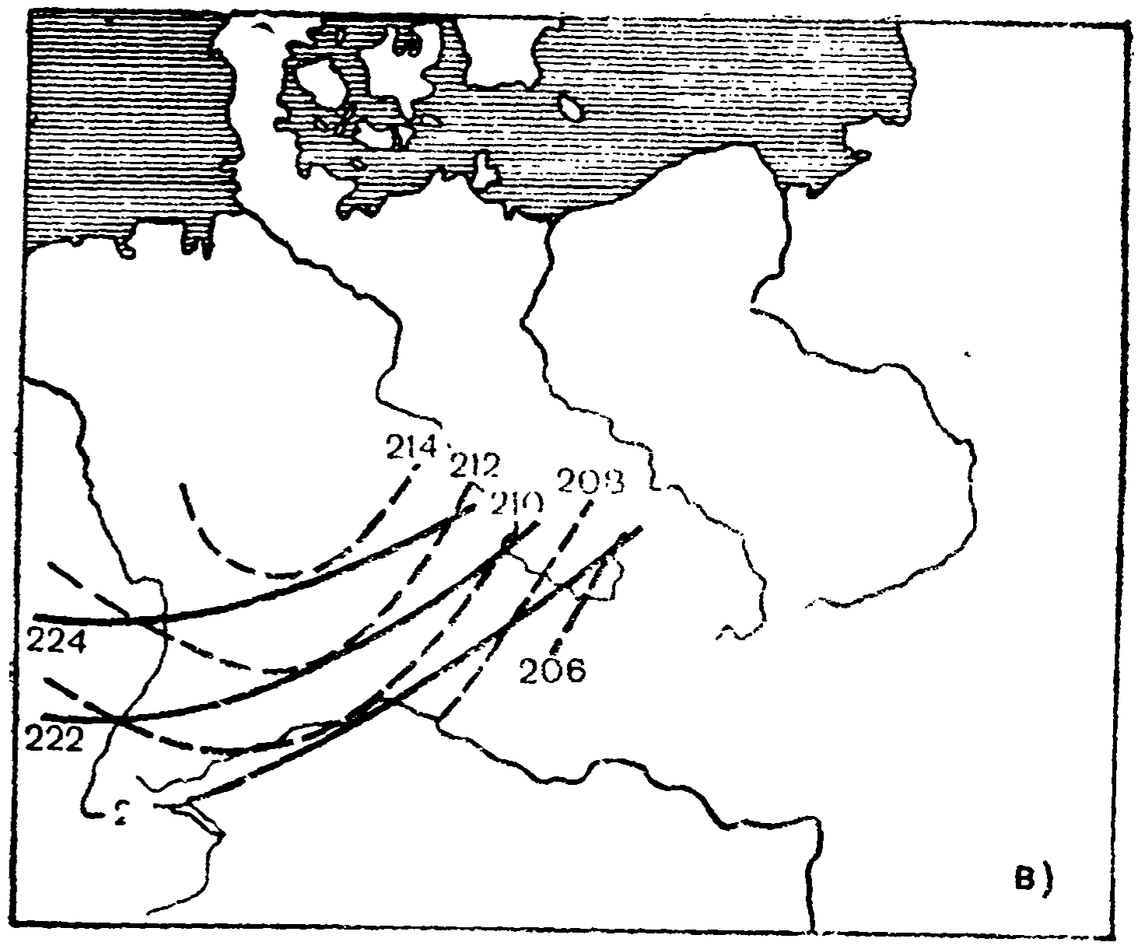
В широкой полосе, простирающейся по всей Средней Европе с запада на восток, от Франции через Германию и Польшу до средней части СССР, основное направление изолиний одновременного наступления, например, уборки озимой ржи идет с западо-юго-запада на востоко-северо-восток, а не с юго-запада на северо-восток или с юго-юго-запада на северо-северо-восток, как это наблюдается на нижней части склонов возвышенностей Средней Европы. С увеличением высоты направление изолиний в горах все ближе подходит к европейскому распределению изолиний. На высотах более 500 м изолинии на отдельных возвышенностях все больше смыкаются с изолиниями, показывающими общие для всей Европы закономерности в ходе фенологических явлений. Возвышенности средней Германии, а также холмистая местность между ними и плоскогорья, поднимающиеся над низинами в северной части страны, в течение всего года значительно задерживают наступление отдельных фаз.

Эта часть Средней Европы охлаждает и задерживает наступление фаз дальше на юг сильнее, чем этого можно было ожидать от влияния одной высоты. Только отдельные горные хребты, высота которых превышает 500 м, менее зависят от влияния холмистой части средней Германии.

Судеты, довольно круто поднимающиеся над равниной, не



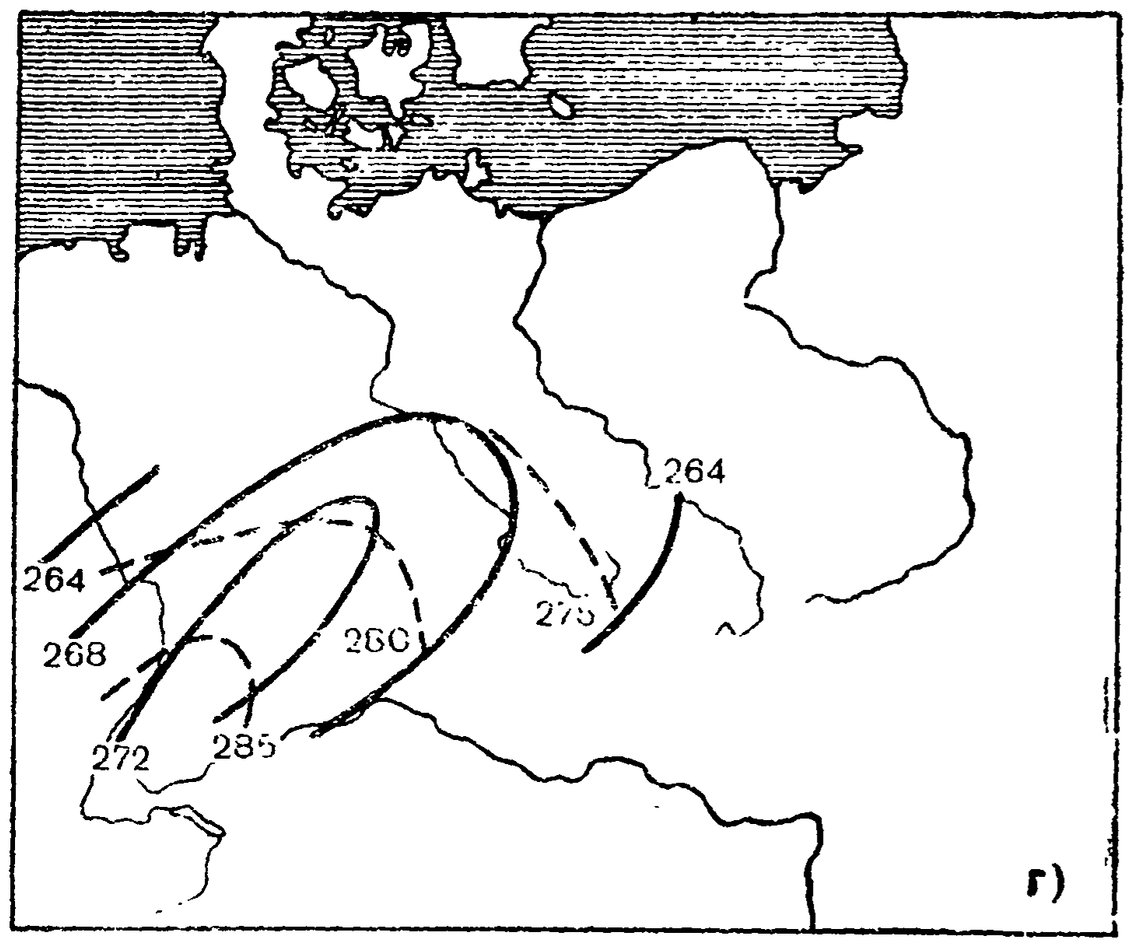




Рис. 24. Схематические карты изофен в горах Средней Европы: Шварцвальд, Судеты, Тюрингенский Лес и Эйфель.

Высота: *1* — от 200 до 300 м, *2* — от 500 до 550 м, цифрами дано число дней от начала года. *а* — посев и всходы овса (средние); *б* — колошение и цветение озимой ржи; выметывание овса (средние); *в* — уборка озимой ржи и овса (средние); *г* — посев озимой ржи (средние).

испытывают влияния предгорий. В этих горах все высоты находятся под непосредственным влиянием больших равнин, примыкающих к ним с севера и востока. Это можно видеть по расположению изолиний наступления фаз на рис. 22. Изолинии для Судет дают равномерное повышение, соответствующее высоте, в то время как внизу в других горах фазы начинаются позднее, и только с высоты 400—500 м дают нормальные для этих высот величины. Особенно заметен такой ход кривых, представляющих перемещение фаз в горах Тюрингенского и Франконского Леса. Если сравнить эти данные с величинами, полученными на других горах, то видно, что возвышенности средней Германии на малых высотах отличаются значительным запозданием сроков наступления фаз. Только на высоте, превышающей 500 м, на горах Тюрингенского и Франконского Леса создаются условия, соответствующие зональному распределению сроков наступления фаз на больших пространствах Европы.

### 6.2.4. Оценка разных областей в фенологическом отношении

В последние годы при определении ценности отдельных участков для сельскохозяйственного производства наряду с почвой стали учитывать климатические условия местности. Для правильной оценки территории, кроме сведений о почве, грунтах и климате, имеют большое значение точные сведения о средних сроках наступления отдельных фаз развития сельскохозяйственных культур.

Фенологические данные существенно дополняют оценку пригодности естественных условий для земледелия. Для того чтобы по фенологическим показателям определить пригодность местности для сельскохозяйственного использования, нужно все имеющиеся фенологические материалы, полученные за год, объединить и на их основе составить краткую характеристику местности. Характеристика должна содержать данные о начале, продолжительности и делении на части всего периода, который может быть использован для ведения сельскохозяйственных работ.

Такая оценка по фенологическим данным была сделана для 25 различных районов, расположенных вдоль полосы, проходящей по Средней Европе от Франции до Советского Союза. Методика, применявшаяся для таких оценок [58], была впоследствии несколько изменена [40]. Оценка производилась по периодам. За начало весеннего периода был принят срок сева яровой пшеницы, который считался временем начала полевых работ. Первый период заканчивался датой уборки озимой пшеницы, а дата осеннего сева озимой пшеницы была принята за окончание всего периода, годного для полевых работ. Время начала полевых работ (посев яровой пшеницы) приводилось не для определенной даты, а для пентады, на которую эта дата приходилась, общая продолжительность периода, пригодного для сельскохозяйственных работ, от весеннего до осеннего посева указывалась

*Таблица 19*

**Фенологическая классификация некоторых европейских станций**

| Продолжительность периода от весны до лета | Продолжительность периода от лета до осени | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | од | д | м | к | ок |
| ОД | Бордо 10/265 | Брест 12/251 | | | |
| Д | | Париж 15/223 Гейзенгейм 16/214 | Галле 16/202 Эмден 17/202 | Мюнхен 18/194 Фленсбург 19/185 Кеслин 18/182 | |
| М | Тулон 10/255 Сегед 13/214 Бухарест 13/217 | Вена 16/199 | Вроцлав 16/202 | Мюнхсберг 18/186 Сандомир 18/173 Хохензальца 19/172 | |
| К | Болонья 12/231 | Херсон 16/188 | | Киев 19/155 Варшава 20/167 | Трейбург 22/140 |
| ОК | | | | | Новое Королево 24/122 Рига 26/126 Тарту 27/111 |

Примечания:

1. Обозначение продолжительности периодов: ОД — очень длинный, Д — длинный, М — средний, К — короткий, ОК — очень короткий (от весны до лета); од — очень длинный, д — длинный, м — средний, к — короткий, ок — очень короткий (от лета до осени).

2. Числитель — начало весенних полевых работ (пентада от начала года), знаменатель — продолжительность периода от сева яровых до сева озимых (число дней).

в днях; для фенологической характеристики районов земледелия считались необходимыми сведения о делении всего периода на части. По продолжительности межфазных периодов можно судить о скорости прохождения всего вегетационного периода. При этом уже не стоит вопрос, где весна наступает раньше, где позже. В первую очередь надо знать, в какой из областей развитие растений между двумя фазами проходит ускоренно и где оно замедляется.

Данные 25 различных станций делятся на ряд типов по различной длительности периода полевых работ.

Период от начала весны до середины лета (до уборки озимой пшеницы) делится на 5 групп периодов, обозначенных буквами ОД, Д, М, К, ОК. Буква М обозначает среднюю для всех 25 станций продолжительность периода, равную 117 дням с отклонением $\pm$6 дней, Д — продолжительность периода, превышающую среднюю на 7—25 дней. Очень большая продолжительность периода, превышающая среднюю больше чем на 25 дней, обозначена буквами ОД, продолжительность меньше средней на 7—25 дней — буквой К, продолжительность меньше чем на 25 дней — буквами ОК.

Второй период от лета до осени тоже делится на 5 групп, причем такие же отклонения от средней продолжительности (72 дня) на 1—6 и на 7—25 дней обозначались, в отличие от первой серии, строчными буквами од, д, м, к, ок (очень длинный, длинный, средний, короткий, очень короткий).

Эта буквенная характеристика отдельных станций по разной продолжительности периодов, отражающих ускорение или, наоборот, замедление скорости развития растений с весны до середины лета и с середины лета до осени, позволяет выделить типы станций, приведенных в табл. 19.

Такое сопоставление дает возможность определить, какие станции можно отнести к одному и тому же типу. Очень большая продолжительность как первого, так и второго периода наблюдается только в Бордо. В Новом Королеве, Риге и Тарту оба периода очень короткие. Все остальные станции имеют разные буквенные обозначения для первого и второго периодов и занимают переходное место. Почти никогда не наблюдается совпадение длинного (или очень длинного) и короткого (или очень короткого) периода. Только в Болонье первый период короткий, а период от лета до осени очень длинный.

Станции, где весна начинается приблизительно в одно и то же время, большей частью сгруппированы в одной клетке. Из данных табл. 19 видно, насколько сильно запаздывает начало весны при переходе от группы ОД, од к группе ОК, ок.

С помощью этих буквенных обозначений можно дать достаточно точное представление о том, когда на каждой станции начинается весна, сколько времени продолжается и как делится на части период, пригодный для производства сельскохозяйственных работ. Подобное деление, представленное в сводке, достаточно для удовлетворения основных запросов сельскохозяйственной практики.

На этой основе можно всегда сделать более детальное деление.

Другой способ характеристики климатических условий местности на основании фенологических данных был предложен Вальтером [59], который для каждого места предложил особое

пятизначное число. Разные зоны более раннего или позднего начала фаз на картах обозначались цифрами от 1 до 4 или 5. Отдельные цифры показывают, какое по порядку место занимает та или другая местность по продолжительности морозного периода, по началу весны (цветение яблонь), по раннему лету (цветение озимой ржи), по середине лета (уборка озимой ржи), по началу ранней осени (созревание плодов каштана), причем цифра 1 обозначает, что эта местность относится к самым ранним, а 5 (для созревания каштанов — 4), что она относится к самым поздним в ряду. Продолжительность морозного периода один месяц или меньше обозначается первой цифрой 1, цифра 4 на первом месте обозначает, что морозный период продолжается больше трех месяцев.

По этой схеме для некоторых крупных городов даны следующие обозначения: Гамбург 13333, Мюнстер 12222, Майнц 11111, Штутгарт 22222, Мюнхен 33333, Нюренберг 22211, Дрезден 22211, Берлин 23211, Вроцлав 33211, Калининград 44333.

Эти цифры гораздо более наглядно, чем климатические карты, указывают, насколько в том или ином месте благоприятны или неблагоприятны климатические условия.

Как показали в своих работах Кнох и Шульц [60], фенологическая классификация может послужить очень ценным добавлением к климатической классификации. Метеорологами проведен ряд исследований, имеющих целью классифицировать климаты и разделить поверхность земного шара на области с одинаковыми климатическими условиями. Основанием для такого деления служат обычно отдельные элементы климата, особенно температура и осадки, причем метеорологи стремятся также отразить комплексное действие ряда элементов, т. е. дать синтез климата. Необходимым добавлением к климатической классификации является фенологическая классификация. Она может оказаться необходимой по нескольким причинам. Ряд попыток классифицировать климат исходит из связи его к жизни растений. При этом всегда рассматривается влияние климата на распространение отдельных видов растений, т. е. учитывается география растений. Эта связь между климатом и жизнью растений выявляется еще более ясно, если проследить скорость развития растений в течение года. Классификация климатов может быть осуществлена на основе синтеза, а для этого наиболее показательны фенологические явления, так как рост каждого растения определяется действием различного сочетания элементов погоды. Следовательно, средние данные о ходе развития растительности в конечном счете являются выражением общего воздействия климата. При проведении исследований по классификации климатов и деления крупных пространств на климатические зоны необходимо обязательно учитывать фенологические данные, изучать воздействие климата на органический мир, главным образом на мир растений.

Только в том случае, если классификация климатов отвечает требованиям различных отраслей производства, можно считать ее полной и соответствующей своему назначению. Чем лучше климатическая классификация согласована с фенологической, тем более полно она сможет удовлетворить запросам практики.

## 6.3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РЕГИОНАЛЬНОЙ ФЕНОЛОГИИ

### 6.3.1. Германия

#### 6.3.1.1 Фенологические карты

Решающее значение для развития региональной фенологии имела карта весны Ине [62a], появившаяся в 1905 г. Для ее составления были использованы все имевшиеся к тому времени фенологические наблюдения над различными весенними фазами для Средней Европы. Средние, вычисленные из 14 взятых фаз, довольно хорошо совпадающие с началом цветения яблони, были приняты за начало весны.

Фенологические карты для других времен года были позднее составлены Х. Шрепфером [46]. Он составил для Германии карты дат цветения озимой ржи, уборки озимой ржи и созревания каштана конского.

Материал наблюдений, собранный за 1922—1935 гг. Биологическим государственным ведомством при Государственной фенологической службе, был частично использован Герле [61]. В 1938 г. вышли составленные им карты цветения и уборки озимой ржи и озимой пшеницы.

В соответствии с недостаточной густотой наблюдательной сети того времени на этих картах были даны только общие фенологические обзоры. Вдаваться в подробности не было возможности. Более дифференцированные цветные фенологические карты были опубликованы О. Кеслером [62] для Рейнской области за 1934—1935 гг. Обработка производилась в Институте климатологии (позднее на агрометеорологической станции) в Трире на основании материалов специальной густой наблюдательной сети.

После того как в 1936 г. фенологической службой при Германской службе погоды по всей стране была значительно расширена сеть станций, стало возможным составление фенологических карт с учетом местных различий. Вследствие наличия однородного материала наблюдений по всей Германии за 1936—1944 гг. были составлены и опубликованы для этого периода карты средних значений [63]. При подборе фаз обращалось внимание на то, чтобы по возможности отразить разные времена года. В соответствии с настойчивыми требованиями сельского хозяйства в первую очередь обрабатывались фазы сельскохозяйственных культурных растений.

Были составлены следующие 6 карт средних значений, характеризующих наступление времен года (согласно фенологическому календарю, приведенному в разделе 6.1.4).

| Фенологическая фаза | Время года |
|---|---|
| 1. Начало цветения подснежника | Предвесенний период |
| 2. „ посева овса | Ранняя весна |
| 3. „ цветения яблони | Разгар весны |
| 4. „ „ озимой ржи | Начало лета |
| 5. „ уборки „ „ | Середина лета |
| 6. „ посева „ „ | „ осени |

В приложении даны три такие карты: начало цветения подснежника (карта 1), начало цветения яблони (карта 2) и начало уборки озимой ржи (карта 3).

Средние значения для фенологических карт вычислялись за период с 1936 по 1944 г. Так как 3 из этих 9 лет (1940—1942) были поздними по развитию, то вычисленные 9-летние средние приходятся на более поздние сроки (до 3 дней), чем, например, 10-летние средние за 1930—1939 гг. или многолетние средние за несколько десятилетий. Такое различие более всего характерно для областей с ранним развитием растительности. Однако там, где развитие растений само по себе позднее, запаздывание фаз после холодной поздней зимы не так заметно. Поэтому карты за эти 9 лет дают для областей с ранним развитием и, естественно, для весенних фаз даты на несколько дней более поздние, чем карты средних дат за другие отрезки времени, с более частыми мягкими зимами. Для всей Германии только за эти 9 лет имеются полные ряды наблюдений, дающие возможность однородной детальной обработки.

На всех картах горы и значительные возвышенности выделяются более поздним наступлением фаз, так как с высотой понижается температура. Особенно детально были обработаны фенологические данные горных районов, плато, долин, равнин и т. д., насколько это было возможно по имеющемуся материалу наблюдений. При сравнении различных фенологических карт средних значений видно, как с изменением времени года меняется расположение областей с наиболее ранними (наиболее благоприятными) сроками наступления фаз. На схематических картах (см. рис. 20) показано, что такие области в период цветения подснежника находятся в западной Германии, по нижнему течению Рейна и на Эмсе, затем смещаются через юго-запад и юг на юго-восток.

Естественно, что раннее наступление фаз в южной Германии не могло четко выявиться вследствие высокого расположения областей между Дунаем и Альпами. Так как Верхне-Рейнская низменность находится значительно ниже, то там проявляются зоны с очень ранним наступлением фаз. Особое положение за-

нимают узкие полосы вдоль Бертштрасе и Вейнштрасе у Гаарда, а также в области около Кайзерштуля и южнее его. В северной и северо-западной Германии, в Шлезвиг-Гольштейне и в большинстве болотистых областей наблюдается особенно сильное запаздывание фаз. В восточной и северо-восточной Германии только весенние фазы наступают относительно поздно. В начале лета и в разгаре его заметно ускорение развития растений.

На карте посева озимой ржи осенью [63] расположение областей раннего и позднего развития обратное. В неблагоприятных (особенно в высокорасположенных) областях осенний посев производится раньше, а в благоприятных, наоборот, позднее. Такие поздние области находятся не только в низинах, но отчасти и на склонах некоторых средневысоких гор.

К картам средних значений (1—3) могут быть сделаны следующие пояснения:

*Цветение подснежника (карта 1).* Для этой карты характерно расположение областей раннего цветения главным образом в западной Германии, а более позднего — в восточной части и в Баварии. Самые большие площади с наиболее ранним наступлением цветения (до 19 февраля) находятся около Кельнской бухты, в особенности ниже Кельна до границы с Голландией, с ответвлениями в Мюнстерландскую бухту. Меньшие площади имеются в долинах Саара и Мозеля, по склонам гор, обращенных к Верхне-Рейнской низменности (вдоль Вейнштрасе и Бергштрасе), у подножия южного Шварцвальда, на Неккаре между Гейльбронном и Штутгартом, далее по среднему и нижнему течению Эмса.

Вторая зона, где цветение начинается между 19 февраля и 1 марта, простирается вдоль долины Рейна и боковых долин, до подножия высот. В долине Майна эта зона восходит приблизительно до Марктгейденфельда, дальше в верховьях долины Майна она снова появляется между Вюрцбургом и Гасфуртом. В Мюнстерландской бухте она доходит до подножий прилегающих высот. В северной Германии она простирается до Шлезвиг-Гольштейна, за исключением больших высот и болот, которые обусловливают запоздание фаз. Эта зона с относительно ранним развитием на некоторых площадях заходит на восток до Заале и Эльбы и даже до Одера.

В горах подснежник зацветает лишь после 21 марта. В средней и южной Германии вклиниваются интервалы от 1 до 11 и от 11 до 21 марта. Для Вюртемберга и Баварии, Швабско-Франконской Юры, Франкенхее, Штейгервальда, предгорий Рона, Тюрингенского, Франконского, Богемского и Баварского Леса, а также для значительной части Верхней и Нижней Баварии характерна предпоследняя зона (11—21 марта). К востоку площади с наиболее поздним цветением увеличиваются. В северо-восточной и восточной Германии средняя зона с началом цветения между 1—11 марта занимает большие площади. К востоку чаще встречаются

области предпоследней зоны, примыкающей к высотам Гарца, Эйсфельда, Тюрингенского и Франконского Леса, Рудных гор.

*Цветение яблони (карта 2).* Эта карта начала разгара весны характеризуется более или менее равномерным перемещением областей с наиболее ранним развитием растений из юго-западной Германии в северо-восточном направлении. В долине Рейна и прилегающей к ней северной Германии вплоть до побережья можно хорошо проследить, насколько отдельные зоны проникают на север. Зона с ранними сроками цветения, до 20 апреля, находится на крайнем юге, у Кайзерштуля, и вверх по долине Рейна. Вторая зона, со сроками цветения до 25 апреля, доходит своими отрогами до Бергштрасе и Вейнштрасе. Третья зона, со сроками цветения до 30 апреля, занимает долину Рейна до Кельнской бухты и область Липпе, не доходя до границы с Голландией. В долинах Мозеля, Лана и Майна она достигает Мильтенберга, находится также на некоторых островах среднего течения Неккара, прежде всего на Нижнем Дунае у Штраубинга, а также в долинах Нижнего Зальцаха и Инна. Следующая зона, со сроками цветения между 30 апреля — 5 мая, простирается в долине Неккара, Майна, Мозеля, Лана и Верхнего Рейна, проникает в Мюнстерландской бухте до Эмса, встречается также по Везеру у Порта Вестфалика, тесно соприкасаясь с меньшими зонами раннего развития у Штраубинга и между Зальцбургом и Пассау.

Зона со сроками цветения 5—10 мая находится в северной Германии в долинах Эмса, Везера, Эльбы и Одера до 53-й параллели, охватывает к югу значительную часть северной Германии до Среднегерманских гор, проникает в долины и занимает большие площади в Пфальце, Франконии, северном Вюртемберге, у Боденского озера, в северной части Верхней Баварии и прилегающей Нижней Баварии. На средних высотах средней и южной Германии цветение яблони наступает между 10—20 мая, а на больших высотах — после 20 или 25 мая. В северной Германии изофена начала цветения 15 мая приблизительно параллельна побережью Северного и Балтийского морей. В Шлезвиг-Гольштейне и кое-где на побережье Балтийского моря наблюдаются поздние даты цветения, позднее 20 мая. Распределение областей раннего и позднего цветения яблони изменилось сравнительно с такими же областями цветения подснежника. Области с наиболее ранними сроками цветения находятся теперь на юго-западе. Сроки цветения на юго-востоке значительно продвинулись, в то время как на побережье Северного моря наблюдаются лишь зоны с поздним началом цветения.

*Уборка озимой ржи (карта 3).* Для этой карты характерно расположение областей с наиболее ранней уборкой на востоке. Наибольшие площади со средним началом уборки до 19 июля находятся к востоку от Эльбы и южнее Гавеля. Меньшие площади этой зоны расположены также в Кельнской бухте, по Саару

и Мозелю выше Трира, по Майну между Ганау и Мильтенбергом, в долине Рейна вдоль Горной дороги и между Шпейером и Гаардтом, у Кайзерштуля, по Неккару у Гельбронна, также на Зальцахе, по нижнему течению Инна и Дуная.

Следующая зона со сроками уборки между 19 и 24 июля распространяется на бо́льшую часть Рейнской долины, на некоторые области Мюнстерландской бухты, долины Майна, Нюрнбергской бухты, Боденского озера, Нижнего Дуная и его притоков. Эта зона охватывает прежде всего большие площади между Эльбой и Одером, проникая отрогами в долину Аллера и Лейны до Везера и частично еще дальше.

Зона со сроками уборки 24—29 июля занимает большинство остальных низменных областей, за исключением северо-западной Германии, где более поздняя уборка в Шлезвиг-Гольштейне обусловливается наличием болот. В средней и южной Германии обе зоны с 29 июля по 8 августа занимают средние высоты, а на больших высотах расположены три последние зоны 8—13, 13—18 и позднее 18 августа. Третья зона, позднее 18 августа, находится на севере у границы с Данией. Области с поздними сроками уборки отодвинуты в северной Германии к северо-западу.

Карты средних значений фенологических фаз для некоторых областей Германии появились в климатологических атласах для Гессена, Баварии, Баден-Вюртемберга, Рейнланд-Пфальца [64] и Германской Демократической Республики [65].

Карты наступления весны (начала цветения яблони) имеются в различных школьных атласах [66, 67, 68, 69]. Карты средних значений некоторых фенологических дат появились также в атласе для Нижней Австрии [70]. Мюллер [71] обработал и опубликовал карты средних значений 8 фенологических фаз для Тюрингии. Однако того, кто пользуется фенологическими картами, интересует не только многолетнее среднее значение какой-либо фазы, данной на картах, но и ее колебания от года к году. Картину таких различий дают цветные карты за отдельные годы (с 1936 по 1944) для 6 фаз (цветения подснежника, начала полевых работ, всходов овса, цветения яблони, цветения и уборки урожая озимой ржи) в первой части «Фенологии Германии» [43]. Другие карты опубликованы в связи с итогами фенологических наблюдений 1936—1937 гг. [72].

При составлении карт 1936—1944 гг. использованы также данные за три года с поздним развитием растительности после суровых зим 1939-40, 1940-41 и 1941-42 гг. В 1943 г. наблюдалось очень раннее развитие. 1937 и 1938 гг. отличались весьма интересными противоположностями: для 1937 г. характерна ранняя весна и относительно позднее лето, а для 1938 г., наоборот,— поздняя весна и раннее лето. В соответствии с этим первая половина вегетационного периода (весна — лето) в 1937 г. была длинной, а в 1938 г.— короткой.

Таким образом, карты за 9-летний период показывают, какие фенологические экстремы можно ожидать в данной области. Сведения о размахе годовых колебаний в разных областях приводятся в табл. 21. Подробные данные за отдельные годы для определенных местностей следует брать из опубликованных карт. Фенологические карты за отдельные годы после 1945 г. для американской зоны и с 1953 г. для Федеративной Республики Германии имеются в метеорологических ежегодниках [73, 74], в которых регулярно публикуются карты начала цветения подснежника, яблони, озимой ржи и уборки последней. Для Саксонии появилось несколько фенологических карт за 1947 и 1948 гг. [75]. Можно также упомянуть карты начала цветения яблони для района Гамбурга, составленные ван Эймерном и Капсом [76] и для западной части Боденского озера Айхеле [77].

Составлено мало карт, показывающих продолжительность отдельных отрезков вегетации, несмотря на крайнюю необходимость их для сельского хозяйства и лесоводства. Карты продолжительности фаз, характеризующие феноклиматические условия возделывания пожнивных культур в Гессене, опубликованы Шнелле [25], в северо-западной Германии Земаном [78] и в Германской Демократической Республике Зейфертом [79].

Гессе [27, 80] построил карту длительности всего вегетационного периода (от ранней весны до осени) для ГДР, отразив колебания его по годам. Карты продолжительности различных отрезков вегетационного периода для Германии разработаны и будут опубликованы [81].

### 6.3.1.2. Фенологические профили

Возможность более глубокого ознакомления с фенологическими условиями обширных пространств дают вертикальные профили с указанием на них фенологических данных. На рис. 25 изображен профиль цветения яблони, проходящий через Германию с юга на север. Начинаясь от Шварцвальда, он пересекает Верхне-Рейнскую низменность, Таунус, горы Ротхара, Мюнстерландскую бухту, Тевтобургский Лес и гору Виэн и заканчивается на побережье Северного моря. На рисунке видно, что высоты, на которых отмечаются даты одновременного начала цветения яблони, понижаются с юга на север. По такому профилю можно установить, на какой высоте линии одинакового начала фаз пересекают гору. Инверсии фаз наблюдаются в Верхне-Рейнской низменности и в северной Германии. Болота на равнине к северу от хребта Виэн обусловливают большое запаздывание наступления фаз. По климатическим условиям цветение яблони наступает здесь раньше 130-го дня (после 1 января), а на болотах — после 130-го и даже 135-го дня. В Верхне-Рейнской низменности наблюдается запаздывание цветения яблони в пойме реки под влиянием местного климата. Оно наступает в среднем после 120-го

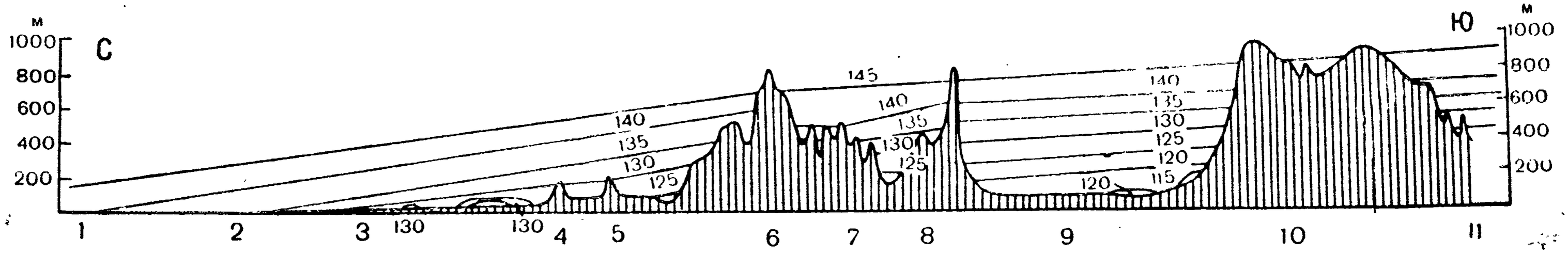



Рис. 25. Фенологический профиль от Северного моря до Альп. Изменение высоты линий одновременного начала цветения яблони (число дней от начала года).

*1* — Фёр, *2* — Куксхафен, *3* — Везер, *4* — горы Виэн, *5* — Тевтобургский Лес, *6* — горы Ротхар, *7* — Вестервальд, *8* — Таунус, *9* — Верхне-Рейнская низменность, *10* — Шварцвальд, *11* — Рейн-Вальдсхут.

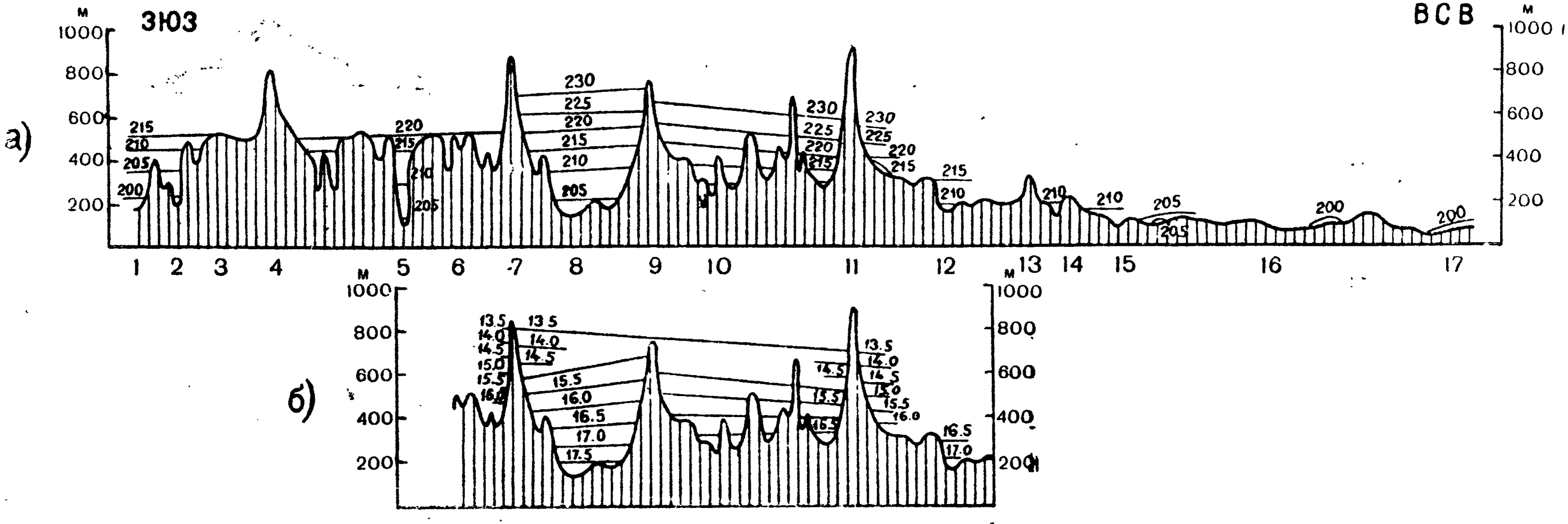



Рис. 26. Фенологический профиль от Мозеля до Шпревальда.

*а* — изменение высоты линий одновременного начала уборки озимой ржи (число дней от начала года), *б* — изменение высоты изотерм июля между Фельдбергом и Инзельсбергом. *1* — Мозель, *2* — Саар, *3* — Гунсрюк, *4* — Эрбескопф, *5* — Рейн, *6* — Таунус, *7* — Фельдберг, *8* — Фридберг, *9* — Фогельсберг, *10* — Фульда, *11* — Инзельсберг, *12* — Эрфурт, *13* — Финне, *14* — Унструт, *15* — Заале, *16* — Торгау, *17* — Шпревальд.

дня, в то время как обычно отмечается между 120-м и 115-м днями. У подножия Шварцвальда, несколько выше дна долины, где местные климатические условия более благоприятны, цветение яблони наступает даже ранее 115-го дня. По профилю видно, что решающее влияние принадлежит макроклимату, на которое налагается влияние местного климата.

Некоторая особенность наблюдается в Вестервальде и в горах Ротхара. Слои одинакового начала фаз расположены ниже, чем следовало бы ожидать. Цветение яблони на отдельных высотах начинается позднее, чем это можно ожидать по общему фенологическому фону для этих территорий.

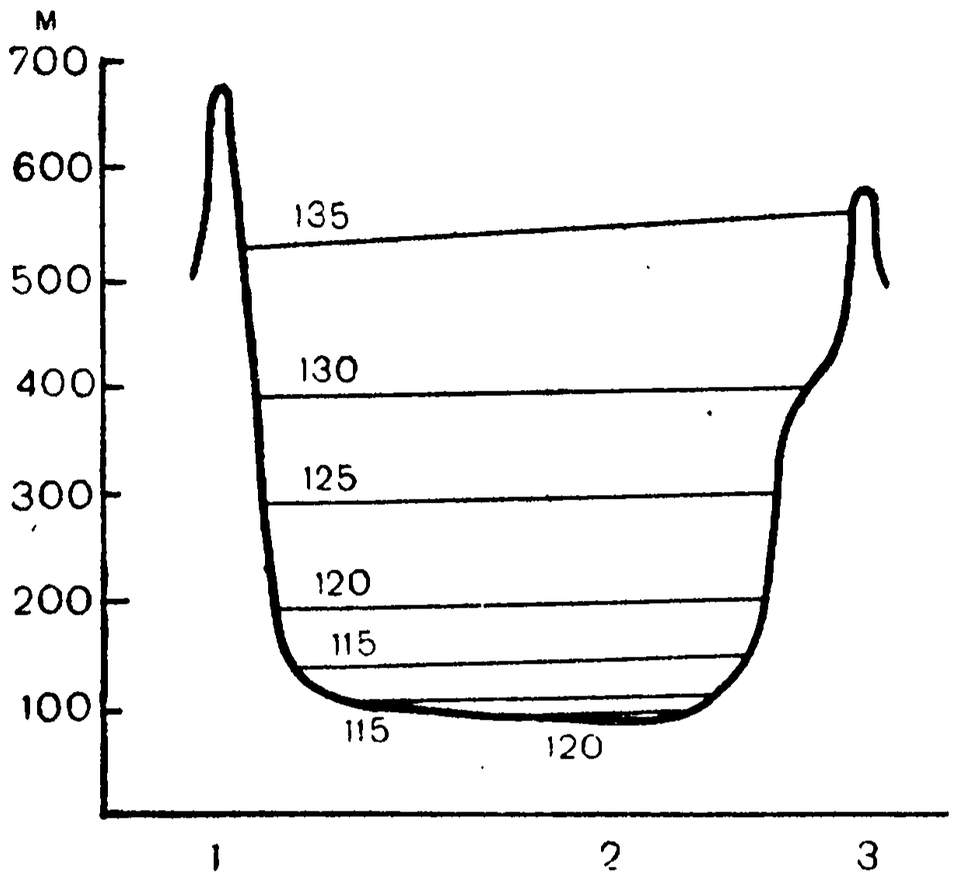



**Рис. 27.** Фенологический разрез Верхне-Рейнской низменности от Кальмита до Оденвальда. Линии одновременного начала цветения яблони (число дней от начала года).

*1* — Кальмит, *2* — Рейн-Неккар, *3* — Оденвальд (Гардеберг).

На рис. 26 приводится фенологический профиль уборки озимой ржи, который начинается с долины Мозеля и идет в западо-юго-западном направлении через Эрбескопф в Гунсрюкке, Фельдберг, Фогельсберг, Инзельсберг, вдоль северо-западной части Тюрингенского Леса, через Эрфурт, Торгау до Шпревальда. В общем, слои с одинаковым началом фаз на разрезе несколько наклонены. Уборка начинается примерно на 205-й день в долинах Мозеля и Саара на высоте 300 м, в долине Рейна и Веттерау на высоте 200 м, а в восточной Германии на высоте 100 м.

Вопреки общей тенденции падения изофен в востоко-северо-восточном направлении, заметной только на больших площадях, линии одинакового начала фаз между Фельдбергом и Фогельсбергом обнаруживают обратную тенденцию. На этом отрезке линии поднимаются с западо-юго-запада на востоко-северо-восток, а на следующем большем отрезке, между Фогельсбергом и Инзельсбергом, падают ниже, чем это соответствует феноло-гическим условиям большой территории.

Различие во времени начала фаз хорошо заметно на западной и восточной части Спессарта. Проезжая поездом из Ашаффенбурга в Лор через горы, можно наблюдать, что цветение яблони ежегодно на западном склоне наступает значительно раньше, чем на восточном на той же высоте.

На рис. 27 изображено начало цветения яблони по разрезу Верхне-Рейнской низменности от Кальмита до юго-западной части Оденвальда. Зоны с наиболее ранним цветением расположены по пологим склонам и несколько выше дна долины. Цвете-

ние запаздывает как на верхней, так и на нижней части склонов. В непосредственной близости к Рейну цветение начинается на 5 дней позднее, чем в местах, расположенных на склонах по обе стороны долины.

### 6.3.1.3. Фенологические особенности, обусловленные орографией

Инверсию фаз, обусловленную местными климатическими условиями (понижением температуры в низине у реки), можно ожидать в любой долине. Обычно инверсия не резко выражена; на дне некоторых долин запоздание фаз на 1—2 дня может быть обнаружено только при внимательном наблюдении. При составлении фенологических карт с 5-дневными интервалами инверсия обычно не принимается во внимание.

На рис. 25 отмечалось обратное расположение фаз, вызванное наличием болот. На дне долин с заболоченными участками или сырыми трудно высыхающими полями начало фаз также может запаздывать. Запаздывание фаз в результате повышенной влажности почвы может еще увеличиваться под влиянием низких температур на дне долины. При весенней обработке почвы такие сдвиги настолько значительны, что их приходится принимать во внимание даже на картах мелкого масштаба (1 : 1 000 000). Возможно еще другое явление, которое на картах мелкого масштаба (1 : 1 000 000 или менее) также трудно различимо, хотя его надо иметь в виду при составлении карт. Это — не всегда равномерное запаздывание фаз с высотой.

Если гора расположена изолированно, то на ней запоздание фазы с высотой менее выражено, чем на склонах хребта. Это же явление часто наблюдается и на отдельно стоящих вершинах. Если возвышенности незначительны и относительные высоты не превышают известную величину, то во многих случаях влияние высоты может быть вообще незаметным, хотя на самом деле оно должно бы иметь место. Если бы такая изолированная гора могла превратиться в горный массив, то наблюдалось бы нормальное вертикальное запаздывание фаз. Следовательно, горный массив должен быть не только высоким, но и достаточно большим для того, чтобы смог сформироваться самостоятельный, отличный от окружающего климат.

На дне небольших узких долин между горными массивами развитие растений задерживается больше, чем на склонах на той же высоте. При этом значение имеет не только ширина и глубина дна долины, но и расположение значительных возвышенностей и горных массивов, примыкающих к долине с обеих сторон. Если склоны круто поднимаются и образуется сеть глубоких долин, то развитие растительности на их дне значительнее задерживается. Когда горы поднимаются постепенно на некотором расстоянии от долины, задерживающее влияние их меньше.

**Фенологические средние** (1936—1944 гг.) **для**
(средние по областям

| Названия природных областей | | Средняя высота (м) |
|---|---|---|
| группа областей | основная область | |
| Песчаные возвышенности Шлезвиг-Гольштейна | Северная часть Шлезвига | менее 50 |
| Холмы Шлезвиг-Гольштейна | Озерные и холмистые районы восточного Гольштейна (от Киля до Эйтина) | менее 50 |
| Низменность нижней Эльбы | Болотистые почвы—марши по Эльбе | 0—10 |
| Марши по Эмсу и Везеру | Марши Везера (кроме юго-восточной части — Бремен) | 0—10 |
| То же | Приморские марши восточной Фрисландии (западная часть южнее Нордена) | 0—10 |
| Песчаные возвышенности Эмс-Гунте | Болота Буртангер и песчаная возвышенность Венер | 0—50 |
| Низменность Дюммера | Район Берзенбрюк | менее 50 |
| Нижнесаксонские плодородные равнины | Каленбергская лёссовая равнина | 50—100 |
| Магдебургская плодородная равнина | Магдебургская равнина (кроме северо-восточной части) | 50—100 |
| Люнебургская вересковая степь | Возвышенная степь (северная часть) | |
| Альтмарк | Стендаль | менее 50 |
| Вересковые степи и пахотные земли Мекленбурга и северного Бранденбурга | Гризе | менее 50 |
| Глинистое плато Мекленбурга | Рекниц-плато Пеене (северо-восточная часть) | менее 50 |
| Вересковые степи и пахотные земли Мекленбурга и северного Бранденбурга | Плато Гранзе и вересковая степь (западная часть — плато Гранзе) | 50 |
| Плато средних пограничных областей | Тельтов | 50 |
| Флеминг | Возвышенный Флеминг | 100—200 |
| Вересковые степи Нижнего Лаузитца и Нижней Силезии | Бассейн Луккау-Котбус | 50—100 |
| Бухта Саксонской низменности | Лейпцигская низменность (юго-западная часть: Галле—Лейпциг—Борна) | 100 |
| Холмы Саксонии | Долина Эльбы у Дрездена | 100—200 |
| Средне-Саксонские горы | Подножие Рудных гор (650—700 м) | 700 |
| Гарц | Нижний Гарц (юго-западная часть выше 500 м) | более 500 |
| Тюрингенский бассейн | Гольдене Ауэ Финне | менее 200 |
| То же | Тюрингские раковистые известняки (западная часть—Верхний Эйхсфельд) | 400—500 |

[1] Граница природных областей по карте Мейнена, Шмитхюзена и др.

*Таблица 20*

**различных природных областей Германии**[1]
определены с точностью около 5 дней)

| Начало фаз | | | | | | Продолжительность периода (дни) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| цветение подснежника | посев овса | цветение яблони | озимая рожь: цветение | озимая рожь: уборка | озимая рожь: посев | посев овса — посев озимой ржи | посев овса — уборка озимой ржи | уборка — посев озимой ржи |
| 28 II | 16 IV | 19 V | 13 VI | 3 VIII | 18 X | 185 | 109 | 76 |
| 28 II | 7 IV | 18 V | 15 VI | 5 VIII | 8 X | 184 | 120 | 64 |
| 28 II | 2 IV | 16 V | 7 VI | 29 VII | 6 X | 187 | 118 | 69 |
| 28 II | 2 IV | 14 V | 7 VI | 28 VII | 7 X | 188 | 117 | 71 |
| 17 II | 2 IV | 13 V | 7 VI | 28 VII | 6 X | 187 | 117 | 70 |
| 14 III | 17 IV | 18 V | 12 VI | 6 VIII | 24 IX | 160 | 111 | 49 |
| 27 II | 29 III | 8 V | 3 VI | 27 VII | 15 X | 200 | 120 | 80 |
| 23 II | 29 III | 7 V | 3 VI | 23 VII | 8 X | 193 | 116 | 77 |
| 3 III | 4 IV | 9 V | 4 VI | 26 VII | 3 X | 182 | 113 | 69 |
| 1 III | 8 IV | 16 V | 7 VI | 27 VII | 9 X | 184 | 110 | 74 |
| 3 III | 1 IV | 11 V | 3 VI | 25 VII | 2 X | 184 | 115 | 69 |
| 13 III | 2 IV | 13 V | 5 VI | 22 VII | 5 X | 186 | 111 | 75 |
| 2 III | 7 IV | 18 V | 11 VI | 26 VII | 27 IX | 173 | 110 | 63 |
| 7 III | 3 IV | 14 V | 4 VI | 21 VII | 27 IX | 173 | 105 | 68 |
| 1 III | 2 IV | 9 V | 3 VI | 17 VII | 25 IX | 176 | 106 | 70 |
| 27 II | 2 IV | 12 V | 5 VI | 22 VII | 25 IX | 176 | 111 | 65 |
| 2 III | 30 III | 9 V | 29 V | 18 VII | 25 IX | 179 | 110 | 69 |
| 28 II | 3 IV | 8 V | 3 VI | 22 VII | 2 X | 182 | 110 | 72 |
| 28 II | 2 IV | 8 V | 2 VI | 22 VII | 25 IX | 176 | 111 | 65 |
| 18 III | 16 IV | 26 V | 20 VI | 18 VIII | 17 IX | 154 | 124 | 30 |
| 22 III | 16 IV | 26 V | 21 VI | 19 VIII | 21 IX | 158 | 125 | 33 |
| 2 III | 2 IV | 9 V | 3 VI | 26 VII | 17 X | 198 | 115 | 83 |
| 19 III | 12 IV | 18 V | 12 VI | 5 VIII | 24 IX | 165 | 115 | 50 |

| Название природных областей | | Средняя высота (м) |
|---|---|---|
| группа областей | основная область | |
| Горы Нижнего Везера | Ложбина Равенсберга | 100 |
| Горы Верхнего Везера | Обервальд (южная часть выше 200 м) | 200—300 |
| Холмы и бассейн западного Гессена | Низина западного Гессена (долина Эдера—Фульды между Фрицларом и Касселем, 400—500 м) | 200 |
| Горы восточного Гессена | Горы Кнюлля и высокогорье Гомберг (без гор Кнюлля, ниже 500 м) | 400—500 |
| Бухта Вестфальской низменности | Гельвег (восточная часть, Зоест до Падерборна, ниже 200 м) | 100—200 |
| Нижнерейнская равнина | Низменность Нижнего Рейна | менее 50 |
| Нижнерейнская бухта | Кельнская бухта | 40—100 |
| Западный Эйфель | Западный высокий Эйфель | более 500 |
| Долина Мозеля и Гутланд | Долина Мозеля (выше Трира)+долина Нижнего Саара+Мозель-Саргау (долины) | 200 |
| Гунсрюк | Плоскогорье Гунсрюка (северо-восточная часть) | 400—500 |
| Вестервальд | Возвышенный Вестервальд | более 500 |
| Равнина Рейна — Майна | Равнина Нижнего Майна | 100 |
| Северная часть Верхне-Рейнской равнины | Равнины Гардта (северная часть — севернее Карлсруэ) | 100—150 |
| Южная часть Верхне-Рейнской равнины | Равнина Рейна у Маркгрефлера | 200 |
| Оденвальд, Спессарт и Южный Рён | Зандштейн—Оденвальд (350—450 м) | 350—450 |
| Майн-франконское плато | Плато в треугольнике Майна | 200—300 |
| Франконский Кейпер—Лиас | Среднефранконский бассейн (восточная часть—Бамберг до Швабаха) | 300 |
| Франконская Юра | Северная часть Франконской Юры | 450—500 |
| Тюринго-франконские горы | Мюнхбергская высокогорная равнина | 500—700 |
| Швабский Кейпер—Лиас | Среднее (Швабское) предгорье Юры (Рейтлинген до Гепингена) | 300—400 |
| Швабская Юра | Равнинная Юра (без северо-восточной части) | 700—800 |
| Плато Дуная—Иллера—Леха | Холмы нижней Риссы | 500 |
| Предальпийские холмы и болота | Бассейн Боденского озера (без Шинерберга) | 400—500 |
| То же | Предгорья Иллера и Леха | 750—1000 |
| Нижнебаварские холмы | Нижняя часть долины Изара (северная часть) | 500 |
| То же | Дунгау (Штрайбинг) | менее 400 |
| Щебневатое плато Изара-Инна | Нижняя часть долины Инна (ниже Альт-Эттинга) | менее 400 |
| Плато Неккара и Таубера | Баар | 700 |

| Начало фаз | | | | | | Продолжительность периода (дни) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| цветение подснежника | посев овса | цветение яблони | озимая рожь | | | посев овса — посев озимой ржи | посев овса — уборка озимой ржи | уборка — посев озимой ржи |
| | | | цветение | уборка | посев | | | |
| 2 III | 2 IV | 8 V | 2 VI | 27 VII | 16 X | 197 | 116 | 81 |
| 19 III | 7 IV | 12 V | 9 VI | 30 VII | 24 IX | 170 | 114 | 56 |
| 24 II | 29 III | 6 V | 2 VI | 22 VII | 3 X | 188 | 115 | 73 |
| 17 II | 7 IV | 18 V | 11 VI | 3 VIII | 23 IX | 169 | 118 | 51 |
| 18 II | 3 IV | 4 V | 3 VI | 23 VII | 5 X | 185 | 111 | 74 |
| 14 II | 27 III | 3 V | 29 V | 23 VII | 6 X | 191 | 118 | 75 |
| 19 II | 25 III | 28 IV | 28 V | 18 VII | 10 X | 199 | 115 | 84 |
| 23 III | 13 IV | 27 V | 20 VI | 16 VIII | 22 IX | 162 | 125 | 37 |
| 17 II | 24 III | 3 V | 30 V | 18 VIII | 8 X | 198 | 116 | 82 |
| 15 III | 6 IV | 17 V | 11 VI | 7 VIII | 24 IX | 171 | 123 | 48 |
| 24 III | 13 IV | 22 V | 16 VI | 12 VIII | 22 IX | 162 | 121 | 41 |
| 24 II | 23 III | 27 IV | 29 V | 20 VII | 9 X | 200 | 119 | 81 |
| 22 II | 15 III | 25 IV | 28 V | 17 VII | 2 X | 211 | 124 | 87 |
| 17 II | 19 III | 18 IV | 28 V | 20 VII | 18 X | 203 | 123 | 80 |
| 7 III | 7 IV | 13 V | 12 VI | 2 VIII | 22 IX | 168 | 117 | 51 |
| 5 III | 24 III | 6 V | 1 VI | 24 VII | 27 IX | 187 | 123 | 64 |
| 8 III | 27 III | 5 V | 1 VI | 23 VII | 2 X | 189 | 118 | 71 |
| 15 III | 12 IV | 17 V | 8 VI | 5 VIII | 22 IX | 163 | 115 | 48 |
| 20 III | 16 IV | 27 V | 17 VI | 19 VIII | 20 IX | 157 | 125 | 32 |
| 2 III | 28 III | 4 V | 4 VI | 26 VII | 17 X | 203 | 120 | 83 |
| 21 III | 16 IV | 27 V | 21 VI | 16 VIII | 15 IX | 152 | 122 | 30 |
| 9 III | 5 IV | 20 V | 11 VI | 2 VIII | 9 X | 187 | 119 | 68 |
| 4 III | 27 III | 7 V | 2 VI | 26 VII | 3 X | 190 | 120 | 70 |
| 22 III | 13 IV | 23 V | 22 VI | 18 VIII | 17 IX | 157 | 127 | 30 |
| 13 III | 28 III | 8 V | 4 VI | 25 VII | 25 IX | 181 | 119 | 62 |
| 8 III | 27 III | 2 V | 1 VI | 21 VII | 21 IX | 178 | 116 | 62 |
| 12 III | 25 III | 29 IV | 31 V | 17 VII | 19 IX | 178 | 114 | 64 |
| 19 III | 10 IV | 20 V | 15 VI | 14 VIII | 22 IX | 165 | 126 | 39 |

Только при достаточной ширине дна долина может иметь самостоятельный, отличный от соседних горных массивов климат и наступление фаз будет соответствовать высоте ее расположения над уровнем моря.

Особого внимания заслуживают фенологические условия в местах, где крутой склон смыкается с плоскогорьем относительно острым краем. В таком случае фенологическая граница, которая должна бы проходить по верхнему краю крутого склона, расположена несколько отступя от него на плоскогорье. Если долина широкая, то граница заходит за верхний край крутого склона, благодаря чему по краю плоскогорья расположена узкая, благоприятная для развития зона. Лишь несколько дальше в глубь плоскогорья развитие растительности происходит нормально в соответствии с высотой местности. Таким образом, при составлении фенологических карт необходимо учитывать влияние орографических особенностей. Эти орографические особенности тем легче изобразить на карте, чем больше масштаб карты (1 : 100 000 или 1 : 50 000).

### 6.3.1.4. Фенологические таблицы

Фенологические карты могут составляться и издаваться только в ограниченном количестве. Бóльшую часть материала наблюдений помещают в фенологических таблицах, которые печатаются в ежегодниках и аналогичных сводках [82].

В табл. 20 приводятся сведения о разных фенологических фазах развития и средние даты по областям. Границы между областями проведены в соответствии с природным районированием Германии [83], принимая во внимание фенологические условия. Для каждой станции вычислялись средние за 1936—1944 гг. Средние по всем станциям области объединялись затем в средние по области. Полученные таким образом данные можно считать характерными для отдельных природных областей, тем более что фенологические различия относительно незначительны. Исключение составляют горные районы, для них необходимо указание высоты, а для отдельных станций — экспозиции.

В каких пределах могут изменяться сроки наступления фаз в отдельные годы, видно из данных табл. 21, взятой из более ранней работы [84].

В табл. 22 приведены для некоторых станций данные наблюдений за более длительный период [85]. Из данных табл. 22 можно определить, насколько изменялось время наступления фенологических фаз за предыдущие десятилетия, соответствуют ли 9-летние средние за 1936—1944 гг. многолетним средним и какова величина отклонений от нормы в разных частях Германии.

Вышеприведенные карты и таблицы дают картину фенологических условий Германии. Более подробные данные можно найти в названных литературных источниках.

*Таблица 21*

## Фенологические даты начала фаз в отдельные годы по областям

(дни от начала года)

| Область | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1942 | 1943 | 1944 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Начало цветения подснежника** | | | | | | | | | |
| 1. Шлезвиг-Гольштейн (Хузум) | 61 | 60 | 40 | 48 | 81 | 68 | 79 | 49 | 52 |
| 2. Нижний Рейн (Клеве) . . . . | 47 | 46 | 35 | 46 | 72 | 49 | 78 | 43 | 52 |
| 3. Рейн-Майн (Франкфурт) . . . | 46 | 46 | 45 | 48 | 78 | 48 | 77 | 46 | 58 |
| 4. Верхняя Бавария (Мюнхен) | 60 | 60 | 54 | 72 | 84 | 67 | 80 | 58 | 90 |
| 5. Галле-Лейпцигская бухта (Галле-Лейпциг) . . . . . | 47 | 55 | 46 | 50 | 78 | 61 | 79 | 54 | 71 |
| 6. б. Силезия (Вроцлав) . . . | 49 | 60 | 57 | 51 | 85 | 65 | 79 | 55 | 77 |
| 7. б. Восточная Пруссия (Лидсбарк Варминский/Гейдельберг) | 72 | 71 | 61 | 68 | 90 | 85 | 100 | 63 | 98 |
| **Начало полевых работ** | | | | | | | | | |
| 1. Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | 81 | 86 | 69 | 85 | 100 | 81 | 90 | 53 | 63 |
| 2. Нижний Рейн . . . . . | 64 | 85 | 60 | 77 | 89 | 78 | 82 | 52 | 74 |
| 3. Рейн-Майн . . . . . | 63 | 76 | 61 | 77 | 92 | 69 | 82 | 52 | 74 |
| 4. Верхняя Бавария . . . . . | 74 | 74 | 66 | 91 | 92 | 69 | 87 | 62 | 93 |
| 5. Галле-Лейпцигская бухта . . . | 79 | 74 | 64 | 74 | 94 | 85 | 94 | 56 | 84 |
| 6. б. Силезия . . . . . | 64 | 74 | 70 | 85 | 93 | 100 | 99 | 63 | 84 |
| 7. б. Восточная Пруссия . . . . | 90 | 96 | 82 | 94 | 112 | 122 | 117 | 86 | 98 |
| **Начало всходов овса** | | | | | | | | | |
| 1. Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | 116 | 108 | 108 | 106 | 123 | 122 | 112 | 102 | 121 |
| 2. Нижний Рейн . . . . . | 87 | 105 | 86 | 102 | 108 | 97 | 107 | 85 | 95 |
| 3. Рейн-Майн . . . . . | 86 | 98 | 85 | 97 | 106 | 102 | 99 | 85 | 96 |
| 4. Верхняя Бавария . . . . . | 97 | 98 | 93 | 105 | 104 | 115 | 107 | 95 | 115 |
| 5. Галле-Лейпцигская бухта . . . | 98 | 103 | 88 | 105 | 115 | 118 | 107 | 93 | 109 |
| 6. б. Силезия . . . . . | 98 | 105 | 96 | 108 | 113 | 119 | 108 | 88 | 118 |
| 7. б. Восточная Пруссия . . . . | 118 | 115 | 110 | 108 | 128 | 142 | 125 | 108 | 128 |
| **Начало цветения яблони** | | | | | | | | | |
| 1. Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | 143 | 137 | 132 | 134 | 143 | 151 | 146 | 132 | 138 |
| 2. Нижний Рейн . . . . . | 130 | 123 | 122 | 118 | 122 | 128 | 124 | 107 | 118 |
| 3. Рейн-Майн . . . . . | 114 | 123 | 105 | 117 | 122 | 128 | 126 | 107 | 119 |
| 4. Верхняя Бавария . . . . . | 130 | 128 | 130 | 128 | 129 | 147 | 138 | 114 | 135 |
| 5. Галле-Лейпцигская бухта . . . | 126 | 125 | 121 | 124 | 130 | 146 | 137 | 115 | 129 |
| 6 б. Силезия . . . . . | 124 | 125 | 128 | 125 | 130 | 146 | 137 | 118 | 138 |
| 7. б. Восточная Пруссия . . . . | 133 | 133 | 138 | 138 | 144 | 151 | 152 | 128 | 143 |
| **Начало цветения озимой ржи** | | | | | | | | | |
| 1. Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | 167 | 161 | 159 | 158 | 167 | 175 | 176 | 161 | 167 |
| 2. Нижний Рейн . . . . . | 152 | 148 | 148 | 153 | 153 | 162 | 153 | 141 | 153 |
| 3. Рейн-Майн . . . . . | 150 | 143 | 154 | 154 | 154 | 158 | 152 | 138 | 153 |
| 4. Верхняя Бавария . . . . . | 154 | 158 | 158 | 157 | 162 | 166 | 162 | 153 | 165 |
| 5. Галле-Лейпцигская бухта . . . | 153 | 144 | 155 | 155 | 156 | 163 | 161 | 143 | 156 |
| 6. б. Силезия . . . . . | 148 | 143 | 153 | 153 | 158 | 160 | 162 | 143 | 160 |
| 7. б. Восточная Пруссия . . . . | 153 | 149 | 155 | 158 | 162 | 169 | 168 | 153 | 164 |
| **Начало уборки озимой ржи** | | | | | | | | | |
| 1. Шлезвиг-Гольштейн . . . . . | 212 | 211 | 218 | 214 | 217 | 218 | 231 | 212 | 219 |
| 2. Нижний Рейн . . . . . | 202 | 199 | 199 | 201 | 204 | 202 | 208 | 199 | 209 |
| 3. Рейн-Майн . . . . . | 200 | 196 | 198 | 199 | 203 | 200 | 209 | 195 | 206 |
| 4. Верхняя Бавария . . . . . | 205 | 202 | 208 | 208 | 211 | 213 | 209 | 209 | 220 |
| 5. Галле-Лейпцигская бухта . . . | 199 | 198 | 201 | 203 | 205 | 208 | 216 | 202 | 206 |
| 6. б. Силезия . . . . . | 192 | 185 | 197 | 195 | 200 | 208 | 214 | 196 | 205 |
| 7. б. Восточная Пруссия . . . . | 198 | 199 | 208 | 199 | 203 | 208 | 222 | 207 | 218 |

*Таблица 22*

**Фенологические даты** (дни от начала года) **в отдельные годы за период 1896—1945 гг. для 4 станций Германии**

| Год | Подснежник, цветение | Каштан конский | | | | Бук | | Крыжовник, цветение | Черешня, цветение | Тёрн, цветение | Яблоня, цветение | Сирень, цветение | Черная бузина | | Липа | | Озимая рожь | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | распускание листьев | цветение | созревание | осенняя окраска листьев | распускание листьев | осенняя окраска листьев | | | | | | цветение | созревание | крупнолистная цветение | мелколистная цветение | цветение | созревание |
| Тетеров в Мекленбурге (высота 15 м над ур. м.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1902 | — | 117 | 151 | 275 | 276 | 125 | 284 | 116 | 136 | 132 | 149 | 152 | 176 | | 191 | 202 | 157 | 209 |
| 1903 | 56 | 90 | 130 | 253 | 273 | 110 | 294 | 87 | 119 | 109 | 127 | 128 | 159 | | 174 | 184 | 153 | 206 |
| 1904 | 47 | 109 | 124 | 253 | 256 | 110 | 279 | 108 | 121 | 122 | 131 | 137 | 158 | | 173 | 190 | 155 | 200 |
| 1905 | 48 | 119 | 137 | 254 | 271 | 120 | 285 | 107 | 124 | 124 | 134 | 133 | 158 | | 173 | 185 | 152 | 193 |
| 1906 | 34 | 104 | 128 | 259 | 272 | 104 | 287 | 102 | 107 | 104 | 125 | 127 | 149 | | 167 | 181 | 144 | 190 |
| 1907 | 57 | 114 | 133 | 267 | 271 | 119 | 297 | 112 | 126 | 124 | 132 | 134 | 161 | | 180 | 197 | 152 | 208 |
| 1908 | 53 | 122 | 140 | 264 | 269 | 122 | 293 | 116 | 129 | 128 | 136 | 142 | 164 | | 176 | 187 | 153 | 200 |
| 1909 | 85 | 119 | 144 | 265 | 273 | 120 | 297 | 123 | 131 | 130 | 142 | 145 | 176 | | 183 | 196 | 164 | 211 |
| 1910 | 48 | 104 | 134 | 255 | 267 | 110 | 292 | 100 | 111 | 108 | 128 | 133 | 154 | | 163 | 175 | 147 | 193 |
| 1911 | 32 | 109 | 128 | 257 | 264 | 109 | 293 | 107 | 113 | 112 | 125 | 129 | 153 | | 168 | 184 | 146 | 196 |
| 1912 | 55 | 120 | 139 | 260 | 263 | 113 | 282 | 107 | 115 | 115 | 130 | 139 | 164 | | 181 | 191 | 159 | 204 |
| 1913 | 40 | 95 | 124 | 253 | 260 | 114 | 288 | 96 | 113 | 112 | 121 | 124 | 153 | | 168 | 181 | 150 | 197 |
| 1914 | 39 | 102 | 124 | 252 | 269 | 107 | 285 | 90 | 109 | 107 | 118 | 124 | 132 | | 170 | 182 | 151 | 196 |
| 1915 | 50 | 116 | 134 | 258 | 264 | 121 | | 115 | 124 | 123 | 134 | 142 | 161 | | 174 | 185 | 155 | 203 |
| 1916 | 45 | 109 | 125 | 252 | 271 | 114 | 289 | 106 | 120 | 118 | 125 | 128 | 156 | | 180 | 194 | 150 | 209 |
| 1917 | 79 | 127 | 143 | 255 | 271 | 127 | 292 | 126 | 135 | 134 | 143 | 145 | 163 | | 169 | 183 | 157 | 195 |
| 1918 | 48 | 102 | 123 | 257 | 266 | 105 | 280 | 100 | 113 | 111 | 118 | 126 | 147 | | 168 | 184 | 146 | 200 |
| 1919 | 52 | 112 | 141 | 261 | 275 | 125 | 292 | 110 | 128 | 127 | 132 | 141 | 161 | | 174 | 193 | 153 | 207 |
| 1920 | 49 | 97 | 116 | 252 | | 105 | | 90 | 101 | 100 | 109 | 115 | 149 | | 167 | 181 | 148 | 202 |
| 1921 | 38 | 94 | 128 | 257 | 264 | 120 | 281 | 92 | 100 | 100 | 117 | 124 | 147 | | 155 | 174 | 146 | 195 |
| 1922 | 58 | 110 | 140 | 254 | 265 | 124 | 285 | 112 | 127 | 127 | 136 | 139 | 154 | | 172 | 184 | 153 | 208 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1923 | 30 | 112 | 135 | 268 | 283 | 114 | 290 | 108 | 116 | 111 | 127 | 136 | 166 | | 190 | 200 | 165 | — |
| 1924 | 81 | 126 | 140 | 262 | 270 | 128 | 298 | 124 | 134 | 133 | 139 | 145 | 168 | | 175 | 194 | 161 | 211 |
| 1925 | 37 | 111 | 130 | 255 | 260 | 115 | 288 | 106 | 118 | 113 | 129 | 134 | 152 | | 165 | 185 | 144 | 196 |
| 1926 | 43 | 107 | 127 | 260 | 271 | 109 | 294 | 104 | 109 | 109 | 122 | 127 | 154 | | 172 | 190 | 153 | 205 |
| 1927 | 35 | 106 | 139 | 268 | 277 | 117 | 291 | 100 | 110 | 103 | 127 | 134 | 163 | | 183 | 193 | 160 | 211 |
| 1928 | 50 | 117 | 132 | 272 | 279 | 120 | 294 | 115 | 121 | 121 | 128 | 133 | 173 | | 187 | 198 | 161 | 215 |
| 1929 | 79 | 127 | 141 | 273 | 277 | 129 | 297 | 126 | 131 | 131 | 141 | 142 | 168 | | 182 | 196 | 158 | 208 |
| 1930 | 54 | 113 | 132 | 264 | 275 | 115 | 290 | 111 | 121 | 118 | 130 | 137 | 156 | | 173 | 183 | 152 | 193 |
| 1931 | 57 | 123 | 137 | 263 | 271 | 122 | 280 | 122 | 129 | 127 | 137 | 139 | 159 | | 172 | 186 | 148 | 205 |
| 1932 | 47 | 117 | 136 | 267 | 284 | 120 | 292 | 115 | 123 | 122 | 136 | 137 | 159 | | 177 | 188 | 154 | 202 |
| 1933 | 64 | 115 | 130 | 265 | 281 | 117 | 292 | 102 | 118 | 117 | 126 | 128 | 160 | | 171 | 188 | 153 | 203 |
| 1934 | 42 | 104 | 119 | 252 | 287 | 116 | 291 | 100 | 107 | 107 | 117 | 120 | 145 | | 163 | 174 | 139 | 191 |
| 1935 | 46 | 111 | 136 | 263 | 283 | 115 | 290 | 97 | 111 | 112 | 127 | 129 | 160 | | 174 | 183 | 155 | |
| 1936 | 60 | 109 | 135 | 265 | 288 | 121 | 293 | 108 | 121 | 122 | 133 | 139 | 169 | | 177 | 184 | 157 | |
| 1937 | 58 | 112 | 131 | 262 | 279 | 115 | 291 | 109 | 121 | 121 | 130 | 133 | 152 | | 157 | 166 | 146 | |
| 1938 | 35 | 87 | 135 | 262 | 284 | 103 | 294 | 86 | 102 | 100 | 127 | 131 | 161 | | 176 | 183 | 155 | |
| 1939 | 37 | 103 | 130 | 269 | 287 | 115 | 292 | 101 | 111 | 110 | (130) | 134 | 158 | | 171 | 178 | 153 | |
| 1940 | (92)[1] | (130) | (134) | (263) | (280) | (124) | (289) | (115) | | (129) | (136) | (143) | (168) | | (173) | (180) | | |
| 1941 | (65) | (137) | (146) | (266) | (277) | (136) | (294) | (128) | | (143) | (142) | (153) | (170) | | (183) | | | |
| 1942 | (92) | (126) | (141) | (272) | (279) | (127) | (298) | (122) | | | (137) | (146) | (175) | | (188) | | | |
| 1943 | (48) | (102) | (121) | (265) | (280) | (119) | (289) | (93) | | | (125) | (120) | (149) | | (166) | | | |

Рохлиц в Саксонии (средняя высота 165 м над ур. м.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1896 | 34 | 102 | 136 | 260 | 279 | 120 | 284 | 107 | 117 | 121 | 139 | 139 | 161 | | 173 | 191 | 168 | 216 |
| 1897 | 61 | 100 | 123 | 258 | 274 | 112 | 277 | 111 | 108 | 122 | 130 | 129 | 157 | 247 | 173 | 184 | 155 | 207 |
| 1898 | 43 | 102 | 129 | 253 | | 114 | | 107 | 118 | 121 | 126 | 135 | 150 | | 175 | 192 | 155 | 213 |
| 1899 | 43 | 105 | 131 | 251 | 282 | 117 | 282 | 115 | 114 | 114 | 134 | 133 | 156 | 247 | 186 | 196 | 155 | 208 |
| 1900 | 55 | 106 | 134 | 275 | | 110 | 284 | 111 | 120 | | 128 | 134 | 155 | 251 | 176 | 189 | 156 | 207 |
| 1901 | 73 | 110 | 132 | 255 | 283 | 112 | 287 | 112 | 118 | 121 | 130 | 133 | 154 | 244 | 171 | 182 | 150 | 196 |
| 1902 | 60 | 107 | 146 | 283 | 285 | 110 | 285 | 108 | 113 | 121 | 126 | 148 | 148 | 256 | 183 | 192 | 160 | 208 |
| 1903 | 55 | 87 | 125 | 257 | 275 | 123 | 295 | 84 | 108 | 120 | 119 | 122 | 150 | 250 | 172 | 184 | 159 | 205 |
| 1904 | 69 | 109 | 124 | 254 | 293 | 116 | 271 | 105 | 108 | 114 | 118 | 123 | 152 | 233 | 168 | 184 | 167 | 200 |
| 1905 | 55 | 107 | 128 | 255 | 279 | 114 | 284 | 109 | 118 | 118 | 126 | 131 | 151 | 244 | 171 | 182 | 152 | 193 |
| 1906 | 59 | 100 | 128 | 263 | 274 | 115 | 283 | 104 | 108 | 110 | 125 | 135 | 148 | 245 | 170 | 179 | 151 | 203 |
| 1907 | 71 | 110 | 130 | 268 | 275 | 118 | 277 | 118 | 125 | 125 | 128 | 133 | 154 | 241 | 172 | 188 | 155 | 215 |

[1] Цифры, стоящие в скобках, — приблизительные даты.

| Год | Подснежник, цветение | Каштан конский | | | | Бук | | Крыжовник, цветение | Черешня, цветение | Тёрн, цветение | Яблоня, цветение | Сирень, цветение | Черная бузина | | Лила | | Озимая рожь | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | распускание листьев | цветение | созревание | осенняя окраска листьев | распускание листьев | осенняя окраска листьев | | | | | | цветение | созревание | крупнолистная цветение | мелколистная цветение | цветение | созревание |
| 1908 | 56 | 115 | 134 | 263 | 268 | 128 | 276 | 115 | 126 | 126 | 133 | 139 | 155 | 252 | 171 | 185 | 161 | 199 |
| 1909 | 87 | 115 | 135 | 269 | 276 | 115 | 282 | 114 | 117 | 124 | 129 | 129 | 162 | 247 | 173 | 189 | 167 | 216 |
| 1910 | 50 | 106 | 131 | 267 | 271 | 107 | 271 | 106 | 108 | 109 | 121 | 131 | 154 | 253 | 164 | 180 | 151 | 222 |
| 1911 | 50 | 106 | 123 | 265 | 270 | 109 | 270 | 111 | 110 | 109 | 121 | 126 | 149 | 251 | 170 | 182 | 152 | 220 |
| 1912 | 54 | 111 | 122 | 268 | 263 | 115 | 265 | | 115 | 116 | 119 | 138 | 155 | 256 | 176 | 187 | 148 | 203 |
| 1913 | 39 | 95 | 124 | 269 | 258 | 117 | 259 | 95 | 96 | 114 | 116 | 131 | 151 | 245 | 176 | 186 | 154 | 200 |
| 1914 | 40 | 100 | 121 | 267 | 263 | 113 | 271 | 97 | 104 | 120 | 112 | 117 | 142 | 242 | 171 | 186 | 152 | 201 |
| 1915 | 44 | 116 | 131 | 263 | 254 | 115 | 267 | 117 | 121 | 128 | 126 | 134 | 154 | 250 | 172 | 189 | 153 | 196 |
| 1916 | 19 | 113 | 121 | 272 | 254 | 108 | 267 | 103 | 111 | 122 | 119 | 122 | 142 | 277 | 182 | 188 | | 199 |
| 1917 | 57 | 125 | 135 | 259 | 258 | 130 | 273 | 126 | 130 | 136 | 133 | 138 | 157 | 253 | 167 | 179 | 151 | 196 |
| 1918 | 41 | 102 | 118 | 255 | 263 | 105 | 268 | 98 | 102 | 101 | 112 | 118 | 142 | 251 | 158 | 171 | 137 | 201 |
| 1919 | 56 | 127 | 140 | 253 | 273 | 123 | 272 | 111 | 127 | 125 | 131 | 142 | 160 | 253 | 173 | 181 | 160 | 210 |
| 1920 | 45 | 106 | 108 | 250 | 268 | 107 | 270 | 93 | 100 | 100 | 102 | 109 | 144 | 229 | 156 | 161 | 144 | 197 |
| 1921 | 1 | 99 | 126 | 259 | 270 | 100 | 274 | 92 | 97 | 97 | 105 | 117 | 140 | 237 | 160 | 172 | 147 | 196 |
| 1922 | 68 | 122 | 140 | 250 | 255 | 132 | 258 | 117 | 120 | 129 | 131 | 139 | 151 | 273 | 172 | 182 | 155 | 205 |
| 1923 | 38 | 101 | 123 | 269 | 271 | 122 | 279 | 101 | 105 | 101 | 122 | 127 | 154 | 267 | 185 | 189 | 144 | 211 |
| 1924 | 83 | 117 | 136 | 260 | 270 | 124 | 286 | 117 | 124 | 125 | 132 | 136 | 154 | 224 | 175 | 178 | 150 | 197 |
| 1925 | 38 | 105 | 128 | 261 | 271 | 117 | 268 | 104 | 110 | 116 | 119 | 130 | 147 | 226 | 165 | 171 | 153 | 198 |
| 1926 | 48 | 98 | 114 | 263 | 265 | 106 | 264 | 95 | 98 | 100 | 114 | 119 | 146 | 240 | 173 | 186 | 147 | 209 |
| 1927 | 56 | 105 | 125 | 265 | 273 | 108 | 279 | 97 | 110 | 107 | 122 | 126 | 154 | 244 | 175 | 193 | 152 | 189 |
| 1928 | 45 | 102 | 126 | 264 | 274 | 119 | 278 | 106 | 116 | 119 | 120 | 127 | 164 | 254 | 184 | 197 | 160 | 202 |
| 1929 | 73 | 122 | 137 | 264 | 268 | 127 | 274 | 124 | 127 | 131 | 132 | 138 | 161 | 253 | 185 | 195 | 148 | 211 |
| 1930 | 67 | 105 | 125 | 261 | 268 | 107 | 276 | 107 | 115 | 120 | 121 | 124 | 152 | 249 | 172 | 181 | 149 | 201 |
| 1931 | 77 | 119 | 129 | 255 | 261 | 115 | 263 | 119 | 119 | 123 | 125 | 134 | 150 | 239 | 173 | 180 | 149 | 205 |
| 1932 | 35 | 108 | 135 | 272 | 286 | 111 | 281 | 111 | 127 | 111 | 134 | 136 | 156 | | 181 | 187 | 152 | 202 |
| 1933 | 59 | 106 | 130 | 274 | 278 | 115 | | 108 | 117 | 119 | 123 | 129 | 157 | 255 | 173 | 180 | 154 | 198 |
| 1934 | 68 | 116 | 120 | | | | | 102 | 107 | 109 | 110 | 120 | 143 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1935 | | | 141 | | | | | 106 | 112 | 114 | 125 | 143 | 157 | | | | | |
| 1936 | 49 | | 129 | | | | | 101 | 112 | | 124 | 130 | 153 | | 175 | 187 | | |
| 1937 | 49 | (118) | 126 | (260) | (261) | (114) | (271) | 104 | 113 | | 123 | 131 | 145 | | 161 | 166 | (163) | |
| 1938 | 36 | (122) | 138 | (260) | (271) | (127) | (275) | 92 | 105 | | 123 | 136 | 155 | | 180 | 186 | (155) | |
| 1939 | 47 | (109) | 131 | (263) | (275) | (125) | (277) | 104 | 111 | | 124 | 132 | 157 | | 179 | 189 | (163) | |

Гейзенхейм на Рейне (средняя высота 100 м над ур. м.)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1896 | | 96 | 124 | 253 | 277 | 114 | 286 | 98 | 102 | 107 | 117 | 125 | 148 | 208 | 167 | 175 | 145 | 188 |
| 1897 | 46 | 100 | 119 | 253 | 276 | 106 | 281 | 87 | 99 | 101 | 111 | 117 | 143 | 215 | 163 | 168 | 143 | 191 |
| 1898 | 44 | 88 | 121 | 254 | 278 | 107 | 287 | 100 | 98 | 104 | 120 | 123 | 149 | 213 | 162 | 168 | 142 | 194 |
| 1899 | 45 | 98 | 127 | 249 | 274 | 120 | 283 | 95 | 95 | 90 | 108 | 120 | 150 | | 164 | 176 | 143 | 185 |
| 1900 | | 108 | 128 | 257 | 280 | 116 | 286 | 106 | 110 | 110 | 117 | 120 | 153 | 214 | 164 | 170 | 146 | |
| 1901 | 57 | 116 | 125 | 253 | 277 | 123 | 285 | 112 | 118 | 108 | 132 | 123 | 151 | 228 | 161 | 169 | 147 | 196 |
| 1902 | 46 | 100 | 122 | 253 | 276 | 112 | 288 | 93 | 100 | 98 | 110 | 114 | 153 | 234 | 169 | 175 | 152 | 205 |
| 1903 | | 86 | 119 | 255 | 274 | 99 | 291 | 88 | 92 | 86 | 114 | 121 | 144 | 222 | 172 | 175 | 150 | |
| 1904 | 45 | 100 | 117 | | | 107 | | 103 | 107 | 106 | 115 | 115 | 139 | 218 | 161 | 164 | 145 | 194 |
| 1905 | 36 | 91 | 121 | 248 | 258 | 109 | 298 | 93 | 103 | 103 | 112 | 121 | 141 | 217 | 158 | 167 | 147 | 188 |
| 1906 | 30 | 98 | 122 | 258 | 277 | 124 | 288 | 100 | 98 | 102 | 120 | 113 | 141 | 219 | 169 | 171 | | |
| 1907 | 55 | 95 | 131 | 274 | 281 | 112 | 306 | 98 | 107 | 107 | 120 | 129 | 150 | 223 | 160 | 163 | 147 | 207 |
| 1908 | 81 | 105 | 131 | 257 | 282 | 131 | 284 | 106 | 113 | 110 | 126 | 128 | 150 | 216 | 166 | 174 | 145 | 204 |
| 1909 | | 102 | 123 | | | 121 | | 105 | 108 | 110 | 117 | 125 | 152 | 222 | 163 | 179 | 149 | 208 |
| 1910 | 10 | 94 | 115 | 258 | 281 | 99 | 305 | 93 | 98 | 92 | 105 | 116 | 140 | 223 | 156 | 161 | 143 | 211 |
| 1911 | 30 | 90 | 117 | 248 | | 105 | 296 | 91 | 103 | 96 | 107 | 115 | 141 | | 155 | 164 | 144 | 194 |
| 1912 | 41 | 88 | 119 | 258 | 280 | 109 | 279 | 87 | 95 | 88 | 109 | 117 | 133 | 202 | 158 | 163 | 135 | 192 |
| 1913 | 18 | 86 | 115 | 255 | 279 | 100 | 275 | 87 | 91 | 83 | 98 | 114 | 142 | 228 | 159 | 165 | 147 | 205 |
| 1914 | | 93 | 113 | | | 107 | | 93 | 99 | 95 | 106 | 111 | 143 | | 161 | 165 | 145 | |
| 1915 | 7 | 105 | 122 | 258 | 283 | 111 | 266 | 100 | 110 | 103 | 118 | 123 | 140 | 209 | 156 | 170 | 140 | 182 |
| 1916 | 3 | 90 | 117 | 257 | 265 | 99 | 296 | 93 | 93 | 80 | 111 | 111 | 133 | 213 | 162 | 177 | 142 | 202 |
| 1917 | 58 | 120 | 131 | 255 | 293 | 123 | 295 | 122 | 125 | 124 | 127 | 132 | 148 | 218 | 160 | 174 | 146 | 193 |
| 1918 | 37 | 94 | 117 | 255 | 287 | 100 | 291 | 93 | 97 | 96 | 108 | 118 | 139 | 222 | 155 | 165 | 141 | 197 |
| 1919 | 20 | 100 | 130 | 272 | 293 | 117 | 295 | 108 | 110 | 100 | 125 | 130 | 130 | 232 | 165 | 172 | 147 | 199 |
| 1920 | 17 | 88 | 110 | 252 | 274 | 103 | 283 | 91 | 93 | 89 | 102 | 106 | 138 | 213 | 154 | 167 | 144 | 196 |
| 1921 | 28 | 88 | 113 | 256 | 281 | 96 | 288 | 92 | 93 | 85 | 103 | 108 | 136 | 225 | 150 | 160 | 139 | 176 |
| 1922 | 55 | 107 | 134 | 263 | 268 | 128 | 291 | 105 | 107 | 112 | 126 | 130 | 147 | 225 | 159 | 176 | 148 | 201 |
| 1923 | 16 | 87 | 118 | 280 | 293 | 103 | 291 | 85 | 90 | 87 | 107 | 123 | 128 | 232 | 185 | 195 | 149 | 203 |

| Год | Подснежник, цветение | Каштан конский | | | | Бук | | Крыжовник, цветение | Черешня, цветение | Тёрн, цветение | Яблоня, цветение | Сирень, цветение | Черная бузина | | Липа | | Озимая рожь | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | распускание листьев | цветение | созревание | осенняя окраска листьев | распускание листьев | осенняя окраска листьев | | | | | | цветение | созревание | крупнолистная | мелколистная | цветение | созревание |
| | | | | | | | | | | | | | | | цветение | цветение | | |
| 1924 | 62 | 106 | 124 | 252 | 282 | 116 | 283 | 109 | 117 | 116 | 125 | 128 | 148 | 223 | 162 | 170 | 152 | 203 |
| 1925 | 32 | 100 | 125 | 265 | 271 | 111 | 281 | 98 | 100 | 97 | 114 | 121 | 136 | 215 | 160 | 167 | 144 | 195 |
| 1926 | 35 | 104 | 104 | 260 | 278 | 96 | 289 | 81 | 89 | 86 | 100 | 100 | 123 | 207 | 161 | 174 | 149 | 207 |
| 1927 | 43 | 96 | 116 | 236 | 295 | 114 | 287 | 94 | 103 | 99 | 113 | 120 | 138 | 222 | 162 | 173 | 149 | 206 |
| 1928 | 43 | 95 | 119 | 280 | 284 | 112 | 284 | 91 | 102 | 99 | 118 | 119 | 151 | 224 | 168 | 183 | 152 | 200 |
| 1929 | 75 | 108 | 128 | 266 | 292 | 123 | 293 | 113 | 119 | 118 | 127 | 131 | 148 | 232 | 163 | 175 | 153 | 200 |
| 1930 | 44 | 98 | 117 | 263 | 286 | 114 | 281 | 96 | 102 | 100 | 116 | 118 | 143 | 215 | 159 | 169 | 143 | 190 |
| 1931 | 58 | 104 | 127 | 252 | 268 | 118 | 273 | 104 | 116 | 102 | 125 | 131 | 144 | 230 | 159 | 171 | 146 | 195 |
| 1932 | 54 | 106 | 130 | 259 | 295 | 119 | 301 | 106 | 115 | 107 | 127 | 130 | 151 | 227 | 169 | 183 | 152 | 208 |
| 1933 | 63 | 94 | 108 | 251 | 293 | 109 | 299 | 94 | 98 | 99 | 107 | 115 | 144 | 230 | 160 | 180 | 151 | 202 |
| 1934 | 56 | 97 | 111 | 253 | 296 | 106 | 294 | 96 | 102 | 99 | 108 | 111 | 135 | 218 | 164 | 180 | 138 | 184 |
| 1935 | 35 | 100 | 117 | 260 | 290 | 114 | 290 | 94 | 101 | 97 | 114 | 119 | 146 | 220 | 164 | 177 | 151 | 197 |
| 1936 | 32 | 91 | 121 | 262 | 286 | 119 | 290 | 91 | 99 | 90 | 116 | 122 | 139 | 216 | 165 | 175 | 146 | 198 |
| 1937 | 36 | 98 | 121 | 252 | 284 | 114 | 290 | 98 | 104 | 101 | 122 | 124 | 140 | 212 | 156 | 165 | 147 | 196 |
| 1938 | 26 | 84 | 107 | 264 | 293 | 93 | 299 | 85 | 87 | 83 | 104 | 106 | 138 | 216 | 162 | 173 | 153 | 203 |
| 1939 | 43 | 101 | 118 | 264 | 288 | 109 | 288 | 101 | 104 | 101 | 112 | 116 | 146 | 217 | 164 | 177 | 152 | 201 |
| 1940 | 75 | 108 | 121 | 258 | 281 | 113 | 286 | 111 | 113 | 113 | 123 | 123 | 147 | 217 | 161 | 169 | 158 | 202 |
| 1941 | 62 | 103 | 129 | 264 | 283 | 118 | 302 | 97 | 108 | 108 | 125 | 132 | 154 | 227 | 173 | 183 | 158 | 205 |
| 1942 | 79 | 104 | 118 | 262 | 293 | 114 | 293 | 106 | 109 | 111 | 123 | 125 | 149 | 221 | 159 | 174 | 149 | 211 |
| 1943 | 59 | 94 | 109 | 258 | 286 | 106 | 287 | 89 | 96 | 90 | 106 | 107 | 134 | 211 | 152 | 170 | 137 | 197 |
| 1944 | 38 | 104 | 118 | 265 | 287 | 107 | 289 | 105 | 108 | 105 | 116 | 118 | 146 | 220 | 165 | 180 | 148 | 202 |
| 1945 | 54 | 86 | 104 | 245 | 286 | 103 | 285 | 87 | 92 | 91 | 101 | 104 | 132 | 202 | 147 | 159 | 137 | 193 |
| Вейльхейм в Верхней Баварии (средняя высота 590 м над ур. м.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1904 | | 101 | | | 275 | 112 | 269 | 113 | 107 | 108 | 118 | 125 | 155 | | | | (156) | 197 |
| 1905 | | 119 | 132 | 269 | 273 | 117 | | 112 | 120 | 121 | 124 | 134 | 159 | 234 | 178 | (185) | 155 | 195 |
| 1906 | | 126 | 136 | 275 | | 123 | 277 | 113 | 113 | 113 | 127 | 136 | 161 | 241 | 180 | 199 | 151 | 209 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1907 | | 130 | 133 | 264 | 285 | 125 | 288 | 124 | 127 | 127 | 132 | 132 | 155 | 240 | 180 | 188 | 154 | 213 |
| 1908 | | 129 | 137 | 260 | 274 | 126 | 277 | 121 | 125 | 126 | 132 | 134 | 156 | 244 | 173 | 191 | 156 | 209 |
| 1909 | | 117 | 134 | 263 | 278 | 116 | 283 | 114 | 115 | 115 | 120 | 134 | 159 | 253 | (171) | (180) | 157 | 208 |
| 1910 | | 109 | 141 | 266 | 274 | 116 | | 105 | 105 | 109 | 123 | 137 | 157 | 248 | 177 | 203 | 155 | 211 |
| 1911 | | 110 | 129 | | 283 | 114 | 283 | 109 | 110 | 110 | 121 | 128 | 159 | 242 | 179 | 188 | 154 | 209 |
| 1912 | | 111 | 134 | 275 | 274 | 121 | 267 | 98 | 95 | 108 | 125 | 130 | 149 | 239 | 175 | 181 | 155 | 208 |
| 1913 | | 95 | 138 | 280 | 263 | 117 | 272 | 96 | 96 | 97 | 120 | 124 | 152 | 259 | 174 | (189) | 153 | 223 |
| 1914 | | 103 | 126 | (280) | | 111 | 282 | 99 | 103 | 105 | 118 | 119 | 148 | 246 | 187 | (193) | 153 | 213 |
| 1915 | | 116 | 129 | (269) | | 121 | | (107) | 120 | 121 | 129 | 131 | 155 | 238 | 167 | (188) | 156 | 201 |
| 1916 | | 96 | 124 | 279 | | 116 | 277 | 96 | 97 | 96 | 113 | 124 | 147 | 243 | 183 | 194 | 150 | 210 |
| 1917 | | 124 | 136 | 233 | | 126 | 291 | 125 | 128 | 127 | 135 | 138 | 157 | 228 | 169 | 177 | 150 | 205 |
| 1918 | | (109) | (128) | | | (116) | | (105) | (111) | (112) | (123) | (131) | (152) | | (178) | (191) | (158) | (207) |
| 1919 | | (129) | 148 | | | 132 | 301 | 121 | 128 | 128 | 137 | 145 | 165 | 265 | 192 | 204 | 163 | 224 |
| 1920 | | 98 | 121 | (284) | | 112 | | 99 | 100 | 97 | 107 | 118 | 143 | 237 | 163 | 172 | 146 | 201 |
| 1921 | | 100 | 135 | | | 109 | | 101 | (104) | 99 | 115 | 134 | 145 | | 182 | (189) | 150 | 204 |
| 1922 | | (120) | (139) | (281) | | (127) | | (118) | (121) | (124) | (132) | (138) | (154) | | (173) | (188) | 157 | (211) |
| 1923 | | 99 | 127 | (286) | | 113 | | 97 | 112 | 110 | 121 | 127 | 151 | | 193 | (194) | 157 | 211 |
| 1924 | | 116 | 135 | (270) | 276 | 123 | | 118 | 123 | 122 | 132 | 135 | 155 | 245 | 177 | 187 | 157 | 224 |
| 1925 | | 110 | 138 | 278 | | 116 | 283 | 111 | 117 | 121 | 134 | 139 | 153 | 242 | 182 | 196 | 154 | 213 |
| 1926 | | 96 | 123 | (277) | | 106 | 287 | 95 | 101 | 102 | 107 | 122 | 152 | 276 | (188) | (198) | 163 | 219 |
| 1927 | | 112 | 129 | (281) | | 122 | | 113 | 113 | 114 | 124 | 126 | 154 | 245 | 176 | 188 | 154 | 208 |
| 1928 | | (118) | 137 | | | 107 | | 100 | 116 | 110 | 121 | 131 | 162 | 247 | 184 | (197) | 158 | 209 |
| 1929 | | 124 | 140 | (280) | | 127 | | 122 | 127 | 128 | 134 | 141 | 163 | | 177 | 191 | 165 | 211 |
| 1930 | | 113 | 127 | 277 | | 118 | 281 | (110) | 116 | 116 | 125 | 132 | 155 | 246 | 176 | 185 | 155 | 201 |
| 1931 | | 123 | 136 | (273) | | 124 | | 123 | 129 | 128 | 134 | 139 | 150 | 238 | 168 | 181 | 156 | (204) |
| 1932 | | 122 | 138 | 282 | | 124 | | 120 | 128 | 132 | 137 | 141 | 165 | 254 | 184 | (194) | 165 | 220 |
| 1933 | | 122 | 142 | | | 125 | | 108 | 122 | 120 | 125 | 139 | 166 | | 191 | (204) | (167) | (214) |
| 1934 | | 112 | 122 | | | 121 | | 105 | (109) | 110 | 120 | 121 | 144 | | 169 | 189 | 154 | |
| 1935 | | 115 | 144 | (291) | | 126 | | 116 | 114 | 114 | 129 | 144 | 163 | | 175 | (188) | 160 | |
| 1936 | | 118 | 133 | | | 129 | | 100 | (118) | 101 | 122 | 131 | 157 | | 182 | 192 | 166 | 219 |
| 1937 | | 105 | 138 | | | 124 | | 97 | (123) | 113 | 128 | 131 | 148 | | | | 157 | |
| 1938 | | 102 | 143 | | | 130 | | 105 | | 114 | 132 | 144 | 163 | 263 | 182 | 202 | 161 | 240 |
| 1939 | | 112 | 140 | 283 | 277 | 103 | 285 | 113 | 114 | 110 | 135 | 140 | 162 | 247 | 185 | 204 | (163) | |
| 1940 | | 116 | 126 | 267 | 272 | 121 | | (116) | (120) | 117 | 129 | 130 | 145 | 245 | 189 | 198 | 146 | |

### 6.3.2. Европа

В разделе 2 сообщалось, что в разных странах Европы фенологические наблюдения проводились в течение более или менее продолжительного времени. Материал этот был использован для составления фенологических карт Европы для таких фаз (которые наблюдались почти во всех странах), как посев яровых хлебов (пшеницы и овса), посев и уборка озимой пшеницы (карты 9, 10 и 11). Главное затруднение представляло приведение к сравнимому виду данных наблюдений, относящихся к различным промежуткам времени. Все материалы наблюдений отдельных станций приводились с помощью существующих в разных странах длинных рядов наблюдений к 10-летнему периоду (1930—1939 гг). Пригодность такого метода подтверждается тем, что карты отдельных стран или групп стран могут использоваться при составлении карт для Европы.

На фенологических картах средних значений, составленных для обширных территорий от Испании и Франции до Советского Союза, характерно зональное распределение областей с одинаковым наступлением фаз. Такие зоны простираются довольно равномерно с запада на восток Европы, причем границы весенних фаз (посев яровых хлебов) проходят с западо-северо-запада на востоко-юго-восток, а летних фаз (уборка озимой пшеницы) — с западо-юго-запада на востоко-северо-восток, как это видно на схематических картах (см. рис. 20).

Только в Средней Европе фенологические зоны прерываются на возвышенностях. Особенно в Германии нарушение общего расположения зон так велико, что по картам, построенным только для Германии, нельзя определить характерное распределение фенологических зон для Европы.

К фенологическим картам средних дат наступления некоторых фаз в Европе можно добавить следующее: посев яровых хлебов (карта 10) начинается в областях с наиболее ранними сроками сева на юго-западе и юге Европы в среднем до 19 февраля, в областях с наиболее поздними сроками сева на севере и северо-востоке Европы — только после 10 мая. Следовательно, начало этой фазы охватывает период около трех месяцев. Для этой карты характерно общее направление линий с одинаковым началом фаз с западо-северо-запада на востоко-юго-восток. Таким образом, области с поздним севом (позже начала апреля) находятся в Шотландии, Скандинавских странах и на большей части Советского Союза, простираясь там далеко к югу. Широкая зона со средним сроком начала сева (от начала до конца марта) проходит от Ла-Манша и берегов Северного и Балтийского морей до Одера в направлении на востоко-юго-восток, через Среднюю Европу, севернее Альп, через бассейн Дуная до побережья Черного моря. В прилегающих западных и южных областях данная фаза наступает в феврале, особенно в западной

и южной Франции, в большей части Португалии и Испании и в низко расположенных пограничных областях Италии и Балканского полуострова. Только на горных высотах и плоскогорьях начало фазы наступает позднее (в марте). Для средней зоны, от Ла-Манша до Черного моря, для гор и некоторых районов северной Германии, особенно болотистых местностей, характерны более поздние сроки сева (после 1 апреля). В мае (после 30 апреля) начинают сев в Советском Союзе к северу от 55-й параллели, в Финляндии и в большей части Швеции, за исключением прибрежных областей к югу от 60-й параллели.

Уборка озимой пшеницы (карта 9) начинается раньше 9 июня на южном побережье южноевропейских полуостровов (южнее 40-й параллели), а на островах южной части Эгейского моря даже раньше 30 мая. Однако на карте показана только линия 19 июня. Наиболее поздние сроки начала уборки, позднее 28 августа, отмечаются в северной зоне, в Скандинавии приблизительно севернее 60° с. ш., а в северной Англии севернее 55° с. ш. На карте как наиболее поздняя отмечена линия 18 августа. Следовательно, в Европе уборка длится около трех месяцев.

Зоны с одинаковым началом фаз проходят при уборке в разгар лета с западо-юго-запада на востоко-северо-восток. Области со сроком уборки после 29 июля расположены к северу от линии, проходящей от западного побережья Франции, несколько севернее устья Луары, параллельно Ла-Маншу и побережью Северного и Балтийского морей, на востоке несколько южнее 55° с. ш. Только в восточных областях Франции и в горной части средней Германии зона с поздними сроками уборки простирается к югу до Альп, прерывая таким образом широкую полосу со средним началом уборки между 9—29 июля. Эта зона начинается на северном побережье Пиренейского полуострова (в северной Португалии и Испании), на Бискайском заливе (южнее Луары), охватывает бóльшую часть Испании, юго-западной и южной Франции, высóты Апеннинского и Балканского полуостровов, бассейн Дуная, проходит по областям среднего и верхнего течения Одера и Вислы, далее идет на восток в среднюю часть СССР. Крым и нижняя часть Дуная относятся к зоне с ранним началом уборки (ранее 9 июля), охватывающей низкие части южноевропейских полуостровов и прибрежную полосу юга Франции.

Карта средних дат посева озимой пшеницы (карта 10) показывает обратное соотношение в распределении областей с поздними и ранними сроками уборки по сравнению с распределением областей с посевами яровых хлебов. Площади с наиболее ранними озимыми посевами (раньше 28 августа) находятся на северо-востоке, в СССР к востоку от 32° долготы и к северу от 52° широты, площади с наиболее поздними сроками (позднее 16 ноября) — на юго-западе и юге Европы. Период от первого до последнего срока занимает в среднем почти три месяца. Линии одновременного начала фаз проходят опять с северо-запада

на юго-восток. Область с посевом раньше 17 сентября лежит в СССР, исключая южную Украину. На запад эта область доходит своими ответвлениями почти до 20° долготы (севернее Карпат). Карпаты относятся также к этой ранней зоне. Сроки посева между 17 сентября — 27 октября наблюдаются на широкой полосе от Ирландии и Англии через Ла-Манш и от бельгийско-голландского и германского побережья через большую часть средней и северной Франции, Германию, бассейн Дуная до западных берегов Черного моря. Сюда же относятся возвышенные части Франции и трех южноевропейских полуостровов, частично южная Франция и северная Италия. Наиболее поздняя зона со средними сроками посева позже 27 октября занимает приморские области в западной и южной Франции, Португалии, Испании, Италии и прибрежные части Балкан.

Кроме материалов по отдельным фенологическим фазам, обрабатывались данные о продолжительности некоторых периодов. На карте 12 дано число дней от посева яровых до посева озимой пшеницы. В областях с наиболее ранним наступлением фаз на юго-западе Европы период полевых работ продолжается более 260 дней, а в областях с поздними фазами на северо-востоке Европы — менее 100 дней. Наибольшая разница достигает 160 дней. Время для выполнения основных сельскохозяйственных работ в наиболее благоприятных областях западной и южной Франции и трех полуостровов Южной Европы составляет почти 9 месяцев, т. е. в 3 раза больше, чем в Финляндии и Скандинавии, где этот период равен всего только 3,3 месяца или меньше. По карте 12 можно также определить продолжительность развития дикорастущей растительности. Хотя у лиственных древесных пород фазы весеннего распускания листьев и осенней их окраски проходят в другие сроки, а у отдельных видов меняются, все же по продолжительности периода между весенними и осенними работами могут быть сделаны выводы о продолжительности всего вегетационного периода. На карте продолжительности периода зоны с одинаковым началом фаз также проходят с северо-запада на юго-восток, соответственно общему направлению зон на обеих исходных картах посева яровой и озимой пшеницы.

Области с наиболее коротким периодом, менее 180 дней, от посева яровых зерновых до посева озимой пшеницы расположены северо-восточнее линии, проходящей от побережья Балтийского моря между устьем Одера и Вислы в юго-восточном направлении на юг СССР с отклонением к юго-западу у Карпат. Самая южная часть Украины у Черного моря, включая Крым, относится к зоне в среднем с 180—220 днями от посева яровых до посева озимых. С запада и юга границей ее является линия, проходящая через Ирландию, юг Англии, Нормандию, центральную Францию и огибающая Приморские Альпы, затем эта линия идет через долину По на Балканы. К этой средней зоне относится, кроме большей части Франции, прежде всего Германия и страны бас-

сейна Дуная, а также более высокие части Пиренейского и Апеннинского полуостровов, примыкающие к ранней зоне. Области с периодом более 220 дней занимают запад и юг Франции, Португалию. Италию и узкую прибрежную полосу Балкан.

На карте 12 дается продолжительность периода от посева яровых хлебов до уборки озимой пшеницы. Линии одинаковой продолжительности тянутся в Северной и Восточной Европе в направлении с северо-северо-запада на юго-юго-восток, в Западной Европе — с северо-северо-востока на юго-юго-запад, вследствие чего в Средней Европе длина этого периода меняется незначительно. В Ирландии, Англии и на побережье Бискайского залива продолжительность периода составляет 140 дней, в Скандинавии, Финляндии и на большей части СССР 100 дней и менее, в Средней Европе и Средиземноморье 120—140 дней. Разница между областями с благоприятными и неблагоприятными условиями составляет 40 дней.

Более значительные различия по числу дней от уборки озимой пшеницы до ее посева видны на карте 13. По этой карте можно судить о возможностях посева пожнивных культур. Линии одинаковой длительности этого периода проходят с западо-северо-запада на востоко-юго-восток. Наиболее продолжительным периодом (160 дней) отличаются южные оконечности трех южноевропейских полуостровов. Линия, соответствующая продолжительности 80 дней, проходит от Ла-Манша, через южную Францию и оттуда на восток, включая Альпы и бóльшую часть Балкан, до Крыма. К северу число дней уменьшается до нуля. В средней части Скандинавии и Финляндии эти величины становятся отрицательными, потому что уборка озимых совпадает с посевом озимых данного года. В северных областях озимые хлеба высеваются еще до уборки высеянных в предыдущем году для того, чтобы всходы успели развиться до наступления холодов. В зависимости от культуры северная граница возделывания пожнивных культур проходит по линии 40—60 дней, т. е. к югу от северной Ирландии и средней Англии, через Данию, вдоль германского побережья Балтийского моря в востоко-юго-восточном направлении в среднюю часть СССР.

Исходя из данных карт отдельных фаз, была составлена карта естественного деления Средней Европы по фенологическим данным [86]. На ней показаны только относительно крупные области, характеризующиеся более или менее одинаковыми фенологическими условиями (карта 4). Так как фенологические различия на больших площадях обусловлены более или менее благоприятными климатическими условиями, то карта дает также деление на климатические зоны, причем для выделения климатически однородных областей были использованы не метеорологические элементы, а годовой ход развития растений.

Для выделения природных сельскохозяйственных областей были использованы две фенологические величины: 1) начало ве-

сеннего развития (цветения яблони, интервалы 10 дней) и 2) продолжительность основного вегетационного периода от наступления весны (цветения яблони) до разгара лета (уборка озимой ржи, интервалы 10 дней).

Зацветание яблони хорошо характеризует наступление весны и тем самым начало вегетационного периода. Если до этого срока еще возможны задержки в развитии под влиянием возвратов холодов, то после него развитие растений идет полным ходом без существенных перерывов. Этот основной период вегетации заканчивается сроком уборки озимой ржи.

Выделенные районы характеризуются, таким образом, двумя важнейшими фенологическими явлениями — наступлением весны и продолжительностью вегетационного периода. Изменение этих явлений протекает по-разному. Наступление весны задерживается при движении с юга на север, а продолжительность вегетационного периода увеличивается при движении с востока на запад. Пересечение изолиний этих явлений создает разнообразную картину. Горы при такой оценке исключались, так как в силу больших высотных различий для отдельных возвышенностей потребовалось бы особое деление. Как это обычно делается на схематических картах, границы между областями проводились условно, хотя на самом деле имелись постепенные переходы. Выделение небольших областей не производилось, принимались во внимание только крупные различия.

Выделены естественные сельскохозяйственные области с одинаковыми фенологическими показателями, позволяющими считать одинаковыми и температурные условия их. Разнообразный характер областей с меняющимся началом и продолжительностью основного вегетационного периода обусловлен тем, что крупнозональное размещение районов с одинаковыми сроками цветения яблони не совпадает с размещением районов с одинаковыми сроками уборки озимой ржи. Если при цветении яблони линии с одинаковым началом фаз на больших площадях проходят с западо-северо-запада на востоко-юго-восток, то во время уборки озимой ржи они направлены с западо-юго-запада на востоко-северо-восток. Соответственно этому продолжительность вегетационного периода между обеими фазами изменяется независимо от времени начала вегетации, а границы между областями с разной продолжительностью его идут в разных направлениях. Область с наибольшей продолжительностью основного вегетационного периода (более 80 дней) начинается в Западной Европе, в юго-западной Франции у границы Испании и направляется к северо-востоку, пересекая Францию и Бельгию, до устья Рейна. Области с такой же продолжительностью вегетационного периода встречаются в долине Рейна, от Базеля до Бонна, в Бааре и по Верхнему Неккару, между Шварцвальдом и Швабской Юрой, в предгорьях Альп, между Боденским озером и Лехом. Граница областей с продолжительностью основного вегетацион-

ного периода 70 дней проходит от Любекского залива к Гамбургу, далее в юго-восточном направлении к западной оконечности Судет и затем вдоль северного края их и Карпат до Самбора. Южнее она появляется в северо-восточной Венгрии, доходя в юго-восточном направлении до Бургенланда. Она появляется также в южной Франции, отграничивая небольшую полосу вдоль берегов Средиземного моря. На севере эта граница проходит от Любекского залива на север между Данией и Швецией. На востоке области с продолжительностью вегетационного периода более 70 дней встречаются в средней части южной Швеции, в Прибалтийских республиках и в северной части СССР, около 58° с. ш. Граница между областями с коротким и очень коротким периодом вегетации тянется в южной части Советского Союза с востока на запад и затем к югу.

В СССР при движении с юга на север цветение яблони запаздывает, а продолжительность вегетационного периода сперва увеличивается, затем снова несколько укорачивается. Это уменьшение основного вегетационного периода на севере обусловливается влиянием длительности солнечного сияния. Благодаря длинному дню растения получают больше солнечного света.

При таком относительно грубом делении выделяются еще обширные пространства, например область со среднепоздним началом весны (130—140 дней от начала года) и более коротким основным вегетационным периодом (60—70 дней), простирающаяся от Гамбурга вдоль побережья Балтийского моря далее на восток, через среднюю часть Советского Союза. Дальнейшее естественное более дробное деление можно было бы получить, если принять во внимание окончание общего вегетационного периода осенью. Это дало бы на карте более подробное деление.

Различный годовой ход фенологических фаз в разных климатических областях Европы представлен на рис. 28. Для 25 станций, расположенных в типичных климатических областях Европы (от Франции до СССР), вычислялись отклонения фаз от средних. Запаздывание фаз по сравнению со средними значениями наносилось на графике ниже горизонтали (со знаком плюс), а более раннее наступление — выше (со знаком минус). На рис. 28 выделяются определенные группы годового хода фаз.

Для первой группы, типичными представителями которой являются Бордо и Париж, характерно раннее начало весенних работ. Но цветение яблони и уборка озимой пшеницы явно запаздывают, благодаря чему осенняя обработка полей начинается значительно позднее.

Для второй группы, куда относятся последние 6 станций (от Варшавы до Тарту), характерен очень поздний посев яровых, затем сильное ускорение развития, продолжающееся до осени.

К третьей группе относятся южноевропейские станции Тулон, Болонья, Сегед, Бухарест и Херсон. На этих станциях все сроки от посева яровых хлебов весной до уборки озимой пшеницы явля-

ются ранними или очень ранними. До начала цветения яблони наблюдается некоторая задержка фаз, затем до уборки озимой пшеницы — определенное ускорение. Для этой группы станций характерно сильное запаздывание после уборки. Таким образом,

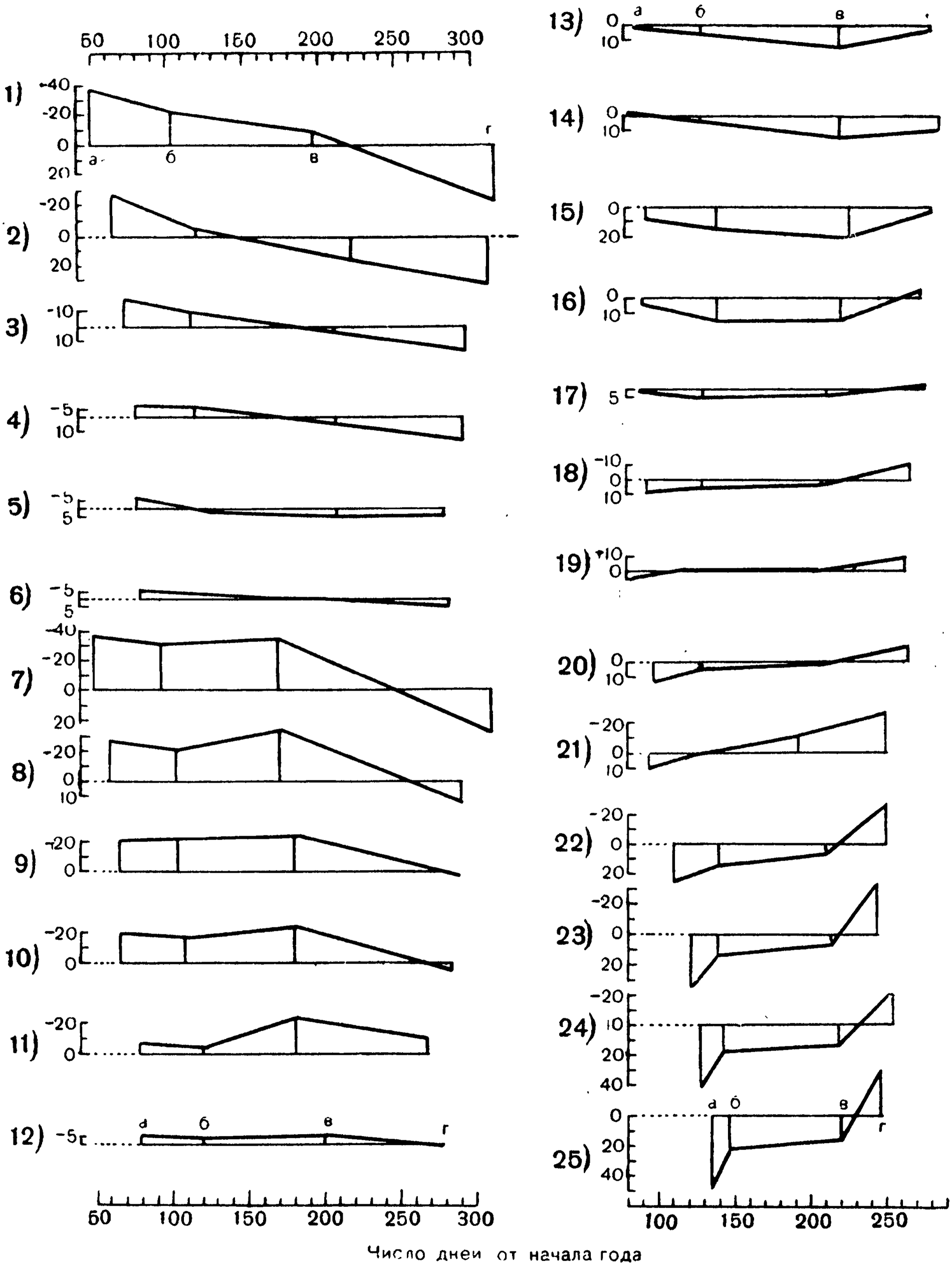



Рис. 28. Годовой ход фенологических фаз в разных областях Европы (отклонения от средних дат наступления фазы для 25 станций в днях).

*а* — посев яровых хлебов, *б* — цветение яблони, *в* — уборка озимой пшеницы, *г* — посев озимой пшеницы. *1* — Бордо, *2* — Брест, *3* — Париж, *4* — Гейзенхейм, *5* — Галле, *6* — Вроцлав, *7* — Тулон, *8* — Болонья, *9* — Сегед, *10* — Бухарест, *11* — Херсон, *12* — Вена, *13*— Мюнхен, *14* — Эмден, *15* — Фленсбург, *16* — Кеслин-Козалин, *17* — Мюнхеберг, *18* — Гогензальц-Иноврацлав, *19* — Сандомир, *20* — Варшава, *21* — Киев, *22* — Трейбург-Олеко, *23* — Новое Королево, *24* — Рига, *25* — Тарту.

срок осенней обработки полей близок к среднему или несколько более поздний; период между уборкой и обработкой поля под озимую пшеницу особенно длинный, тогда как основной вегетационный период до уборки короче, чем на станциях первой группы.

Четвертая группа, типичными представителями которой являются Фленсбург и Мюнхен, противоположна третьей группе. Всюду от весеннего посева до уборки озимой пшеницы заметно запаздывание, уборка довольно поздняя. Но период от уборки до подготовки поля под озимые относительно короткий в силу возрастающего ускорения развития.

Для более точного изучения фенологических условий в различных частях Европы наряду с составлением карт отдельных фенологических фаз и продолжительности периода между фазами небходимо составление графиков для возможно большего числа станций и сопоставление их. Только такое изучение отклонений от среднего значения для всех времен года позволит судить, является ли определенная область во все периоды вегетации благоприятной или неблагоприятной для сельского хозяйства.

### 6.3.3. Карта уборки пшеницы

Карта уборки пшеницы (карта 5), составленная ранее [87], переработана и опубликована в приложении. Она показывает закономерность фенологических явлений в мировом масштабе. В каждом месяце года где-нибудь в мире производится уборка пшеницы. Начинаясь на экваторе в феврале, эта фаза постепенно продвигается к северу. У северной границы возделывания пшеница убирается в сентябре. В южном полушарии уборка начинается на экваторе в сентябре и затем продвигается к югу до февраля. В феврале начинается новый цикл уборки в северном полушарии. В общем, время уборки пшеницы определяется как в северном, так и в южном полушарии изменением температуры и солнечного сияния.

В тропиках условия более сложные. В районах, где действительно высевается пшеница, решающим для посева, продолжительности вегетационного периода и уборки является годовой ход осадков. Например, в Центральной Африке (два периода дождей) пшеница может возделываться и собираться дважды в год. В умеренных широтах при достаточном количестве осадков решающее значение имеет температура и солнечное сияние.

На карте уборки пшеницы можно видеть также распределение мировых площадей возделывания этой культуры (раздел 5.4.3).

Каждая точка на карте соответствует 200 000 га. При сравнении площадей возделывания пшеницы в северном и южном полушариях видно, что в первом эти площади больше, чем во втором; соотношение равно 10 : 1. Однако по величине мирового экспорта соотношение северного и южного полушарий составляет лишь 3 : 2, что указывает на важное значение южного полушария на мировом рынке пшеницы.

# 7. ПРИЧИНЫ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ

Ответ на вопрос, почему в одном случае развитие растений начинается раньше, в другом позднее, почему одно местонахождение благоприятствует развитию, другое задерживает его, дает экология, изучающая зависимость развития растений от условий окружающей среды. Из факторов среды будут рассматриваться следующие основные группы: климат, характер местности, почва, растительные сообщества, селения.

## 7.1. КЛИМАТ

Из всех факторов среды наибольшее влияние на фенологические явления оказывает климат.

Источником энергии для образования веществ и для развития растений является солнечный свет. Его действие на растение проявляется при определенной температуре. Чем выше последняя, тем больше ускоряются процессы развития растений, пока не будет достигнута оптимальная температура, которая для разных растений может быть различной. При превышении оптимальной температуры развитие растений задерживается. Для растения основным источником тепла является температура окружающего воздуха. Любые изменения солнечной радиации и температуры воздуха влекут за собой изменение в развитии растений. Прямая солнечная радиация нагревает растения выше температуры воздуха.

Большие различия во времени наступления фенологических фаз в разных местах наблюдений определяются прежде всего различными радиационными и температурными условиями, которые определяются в первую очередь географической широтой места. В общем, количество солнечной радиации и температура убывают с юга на север, что сопровождается ростом запаздывания в развитии растений. Важное значение имеет также расположение места по отношению к морю или континенту. Континентальность места в разные времена года по-разному изменяет влияние географической широты.

Решающее значение имеет также высота места над уровнем моря. С поднятием из долин в горы температура падает. Скорость развития растений находится под влиянием не только макроклимата, но и микроклимата местности. Потребность растения в тепле отчасти удовлетворяется другим способом. Определенную роль играет теплопроводность отдельных частей растения и отражение тепла от поверхности почвы. Деятельность корневой системы и прежде всего начало весеннего сокодвижения непосредственно зависят от температуры почвы.

Климат почвы также имеет известное значение для процессов развития растений, а следовательно, и для фенологических явлений.

## 7.1.1. Температура воздуха

### 7.1.1.1. Сравнение изофен с изотермами

Тепло ускоряет, а холод тормозит развитие растений. С понижением температуры воздуха с юга на север замедляется наступление фенологических фаз. Линии одновременного начала фаз в течение года при отсутствии другого влияния должны идти параллельно географической широте. В действительности наблюдаются значительные отклонения, различные в разные времена года, как это видно из вышеприведенных (в разделе 6.2.1.1) схематических изображений среднего годового хода фенологических явлений (см. рис. 20). Годовой ритм фенологических явлений в различных областях Германии зависит от ее географического положения между Западной Европой с морским климатом и Восточной Европой с континентальным климатом. В связи с температурным влиянием с запада или востока соответственно меняется ожидаемое с юга на север равномерное запаздывание вегетации. Для сравнения на рис. 19 даны изотермы соответствующих месяцев, взятые из климатического атласа Германии [1]. Так как изотермы приведены к уровню моря, то их можно сравнивать с линиями одновременного наступления фенологических фаз, построенными по наблюдениям приблизительно на одинаковых высотах, ниже 200 м над уровнем моря.

На картах (см. рис. 19) видно одинаковое направление изофен и изотерм. Весной западная Германия под влиянием морского климата Западной Европы быстрее нагревается, чем восточная, находящаяся под влиянием континентальной Восточной Европы, более холодной в это время года. При переходе к лету континент на востоке и юго-востоке начинает быстро прогреваться. Температура в континентальных областях бассейна Дуная и соседних с ним областях приближается к температуре на западе и даже превышает ее, к концу мая развитие вегетации на юго-востоке происходит значительно раньше, чем в приморской западной части Европы. Два месяца спустя, в июле, восточ-

ная часть Европы настолько прогревается, что ко времени уборки урожая области с наиболее ранними фазами находятся на востоке и юго-востоке. До наступления лета изофены и изотермы проходят в одинаковом направлении, отклоняясь от первоначального с западо-северо-запада на востоко-юго-восток ранней весной и с западо-юго-запада на востоко-северо-восток к середине лета. Ко времени осенней обработки почвы обе группы линий не совпадают. Изофены осенней обработки почвы и всходов озимой ржи пересекаются изотермами октября. В то время как изотермы опять меняют направление с запада на восток, изофены разворачиваются против часовой стрелки. Следует, однако, иметь в виду, что осенняя обработка почвы зависит еще от сельскохозяйственных мероприятий. Посев озимых должен производиться с таким расчетом, чтобы всходы успели взойти и развиться до наступления зимы. Этим может определиться различное направление изофен и изотерм.

В ноябре направление изотерм и изофен сходно. Области наиболее раннего развития растений осенью совпадают с областями наиболее низких температур, в то время как весной и летом, наоборот, самые высокие температуры соответствуют самым ранним срокам. Такое сопоставление изофен с изотермами сделано на рис. 20 (дается связь между началом фаз и температурой). Причина различного соотношения по полугодиям заключается в том, что срок начала фаз в первом полугодии зависит от того, когда будут достигнуты определенные градации температуры, тогда как во втором полугодии фазы наступают, когда температура падает ниже этих градаций.

Сравнение изофен и изотерм (см. рис. 19 и 20) возможно только для небольших областей. Изотермы показывают среднее состояние за целый месяц, а изофены — продвижение соответствующей фазы развития. Изотермы изображают статику, а изофены — динамику явления. Ввиду этого приблизительное совпадение тех и других возможно только на ограниченных площадях. Для каждой фенологической фазы или группы фаз следовало бы изобразить ход одной определенной изотермы, совпадающей с данными изофенами. На картах сравнение по месяцам произведено только для изотерм. Карты показывают определенную зависимость между ходом изофен и изотерм Средней Европы. Там, где наблюдается хорошее совпадение во времени изофен с изотермами, изофены передвигаются в направлении изменения температуры.

Следовательно, ход изофен в значительной степени определяется температурными условиями. Изофенами можно пользоваться для характеристики особенностей климата, в частности температурных условий изучаемых областей .

Большая зависимость всех фенологических явлений от температуры проявляется также при изменениях скорости развития по высоте, фенологическим кривым наступления фаз по высо-

там на рис. 22 *а* противопоставлены соответствующие кривые температур для Судет на рис. 22 *б*. По данным некоторых станций, расположенных на разных высотах, было установлено изменение во времени перехода температуры через определенные градации весной и осенью.

Данные этих вычислений изображены графически для градаций температуры 5, 8, 10, 14° весной и 12, 8, 4° осенью. Отмечается параллельный ход температуры и фенологических фаз весной и осенью. Только осенью не было отмечено инверсии температуры, типичной для низ-

ких местоположений.

Кроме параллельности хода изотерм и изофен, отмечается также сходная крутизна обоих видов кривых. На рис. 22 *б* весной кривые, построенные для градаций 8 и 10°, более круто поднимаются, чем кривые для 5 и 14°. Разница в крутизне подъема обусловливается годовым ходом температуры. При быстром нарастании температур ранней весной кривая поднимается более круто, чем в раз-

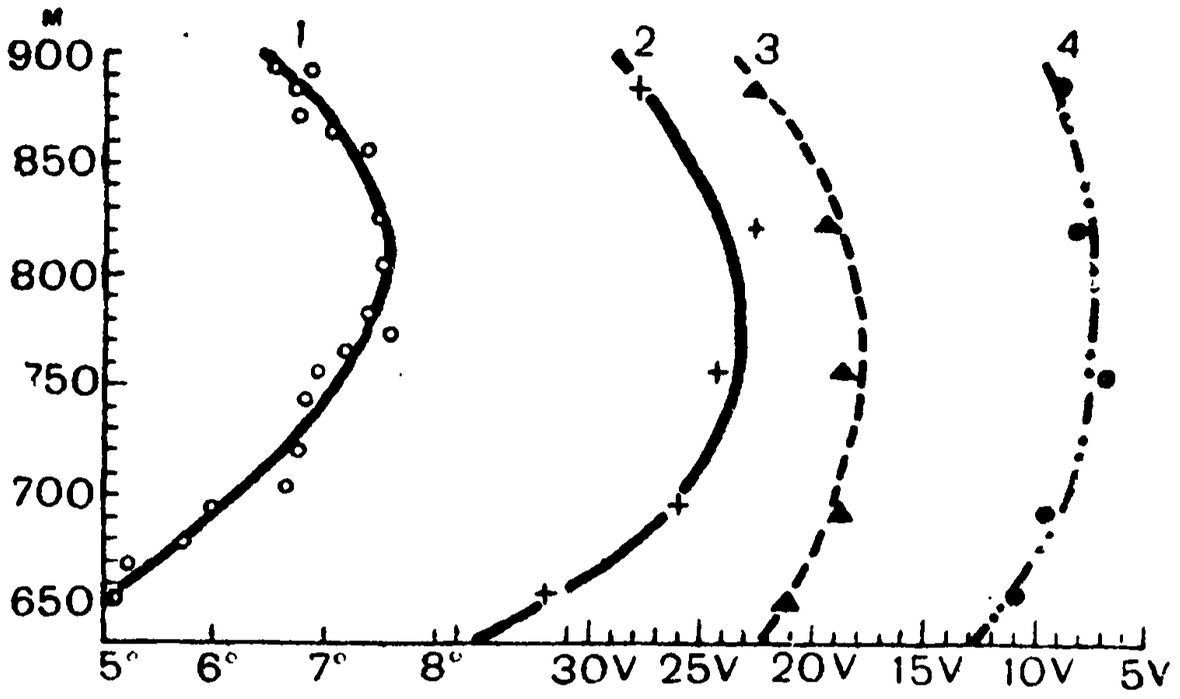



Рис. 29. Зависимость между ночными минимальными температурами и развитием растений на склонах Большого Арбера (по Гейгеру).

*1* — средняя минимальная температура; фенологические наблюдения; *2* — черника достигла 4 см, *3* — побеги бука достигли 4 см, *4* — зеленение бука.

гар весны и лета. На рис. 22 *б* наименее крутая кривая —14°. В соответствии с различным наклоном кривых расстояние между ними на разных высотах тоже различное. Расстояние между кривыми 5 и 8° на малых высотах больше, чем на больших; между кривыми 8 и 14°, наоборот, расстояние увеличивается с высотой. Таким образом, меняющееся расстояние между температурными кривыми такое же, как на рис. 22 *а* для начала фаз на разных высотах и на рис. 23 для изменения продолжительности периода между фазами овса на разных высотах Судет. Изменения фенологических фаз несколько отстают от температурных изменений и нередко реагируют на них со значительным запозданием. Параллельность изменений, отмеченная на примере Судет, наблюдается и на других горных хребтах. Гейгер, Вельфле и Зейп [2] подтвердили это своими фенологическими наблюдениями на Большом Арбере. На рис. 29 даны кривые наступления фаз на высотах 600—900 м для бука и черники. Увеличение кривизны на высоте 800 м указывает на более раннее наступление фаз. Слева приведена кривая средних ночных температур. На теплой части склона фенологические фазы наступают раньше. При сравнении кривых видно влияние температуры на смещение фаз на разных высотах.

востока на западо-юго-запад. Эти отклонения также параллельны ходу температуры на соответствующих высотах. На рис. 26, кроме профиля уборки озимой ржи, даны изотермы июля. Для вертикального распределения температуры характерны те же отклонения, что и для линий одновременного начала уборки. Линии одинаковых температур спускаются на восточных склонах гор ниже, чем на западных; в общем они расположены в западной Германии выше, чем в средней.

Установление тесной связи между температурой и скоростью развития в горизонтальном и вертикальном направлении прове-

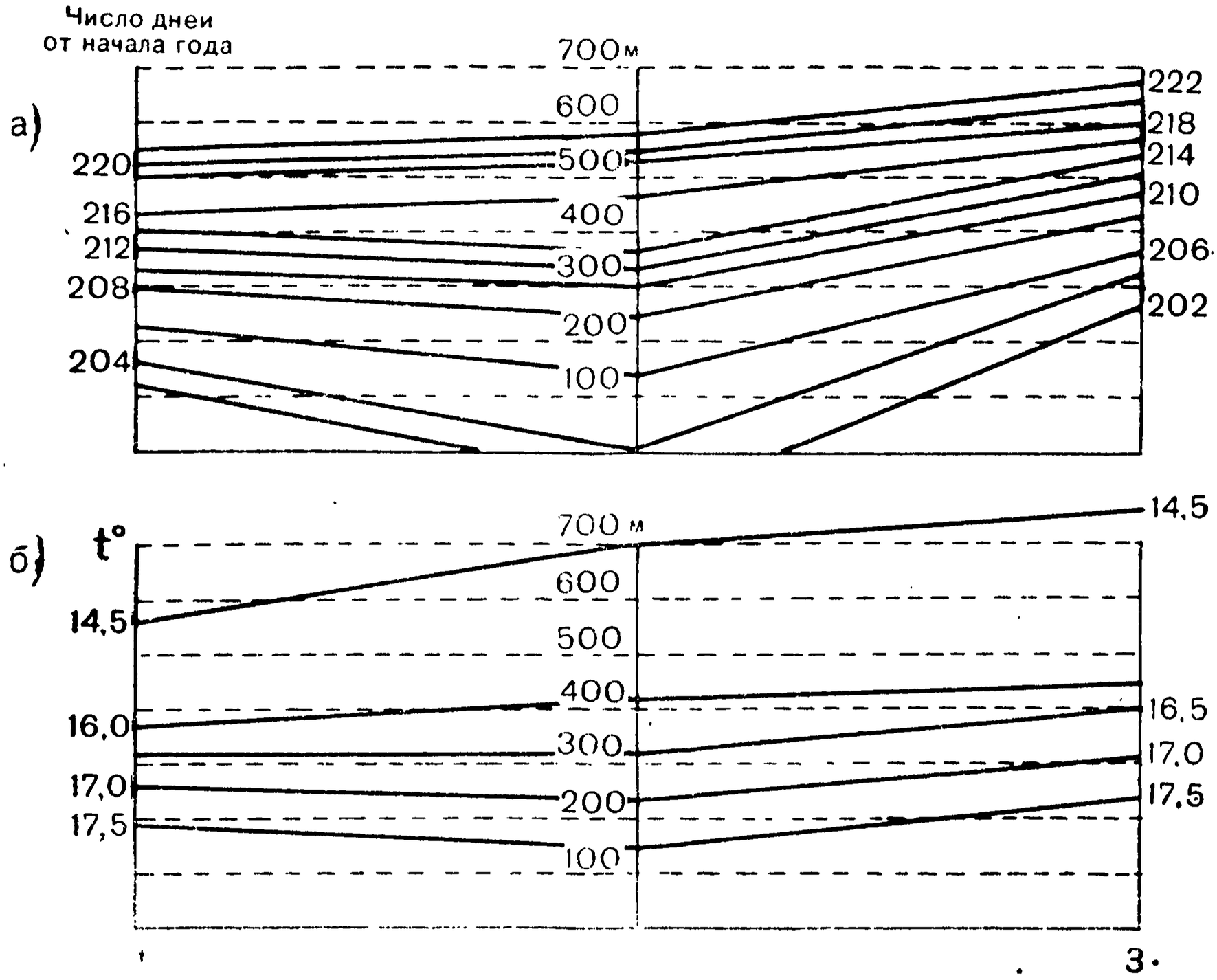



Рис. 30. Смещение линий одинакового срока уборки озимой ржи *(а)* и изотерм июля *(б)* на разных высотах в горах Эйфеля *(1)*, Тюрингенского и Франконского Леса *(2)*, Судет *(3)*.

дено на основе многолетних средних. В отдельные годы возможны значительные отклонения, возникающие под влиянием погодных условий. Такие отклонения затрудняют выявление закономерностей. Обычно ход начала фаз не столь равномерен, как это принимается на основании средних. Чаще развитие растений происходит неправильно, более или менее сильными толчками в зависимости от смены теплых и прохладных дней.

### 7.1.1.2. Влияние смены воздушных масс

Наступление фаз развития растений определяется в основном двумя условиями: во-первых, необходимо наличие в течение длительного периода определенных погодных условий (например,

более высоких температур), обеспечивающих соответствующее развитие растений, во-вторых, требуется небольшой толчок, вызванный теплым вторжением или антициклональной погодой с сильной инсоляцией.

При исследовании причин различного хода фенологических явлений по годам [3] было отмечено, что вторжение теплой воздушной массы на западе является таким толчком к наступлению весенних фаз, в то время как на востоке, где «готовность» растений еще отсутствует, потепление не оказывает такого влияния или приводит к появлению лишь предыдущей фазы. Когда вторжение охватывает всю Германию, то в областях с одинаковой готовностью растений наступает одна и та же фаза, а в областях с различной готовностью — разные фазы. Таким образом, во всех частях страны фенологическое развитие одновременно получает известный толчок. Часто, однако, теплое вторжение охватывает только часть Германии, вызывая местное развитие растений. Это является причиной разнообразия фенологических явлений в пределах Германии, отраженного на картах за отдельные годы. Неправильное развитие растений хорошо видно на так называемых картах феноаномалий.

Развитие растений ускоряется под влиянием вторжения теплых воздушных масс. Этим объясняется неравномерность развития фаз в отдельные годы. Развитие растений в отдельные годы протекает под воздействием нерегулярной смены погоды в зависимости от последовательности теплых и прохладных дней. При вычислении средних значений небольшие колебания в отдельные годы в значительной степени выравниваются.

Смена воздушных масс определяет в отдельные годы значительные различия в развитии растений в разных частях Германии. Указание воздушной массы еще недостаточно для однозначного описания погоды отдельного дня в данной местности, но дает возможность сделать заключение о господствующих температурных условиях, больше всего интересующих фенологов. Средняя частота появления отдельных воздушных масс для данной местности, рассчитанная за продолжительный период, показывает нормальные условия развития растений.

Данные о повторяемости воздушных масс могут быть использованы для характеристики континентальности климата местности. Берг [4] определял степень континентальности климата (в процентах) по формуле $K = \frac{C + M}{M}$, где $C$ означает воздушные массы континентального происхождения, $M$ — морского происхождения. К воздушным массам континентального и морского происхождения ($C$ и $M$) были отнесены массы полярно-континентальные ($PC$), тропическо-континентальные ($TC$), а также полярно-морские ($PM$) и тропические морские ($TM$). Тропические ($T$), полярные ($P$), смешанные ($X$) и индифферентные ($I$) воздушные массы присчитывались поочередно к морским и конти-

нентальным массам для того, чтобы для местностей, имеющих постоянно смешанный воздух, получить коэффициент континентальности, равный единице. Если этого не делать, то для таких местностей получится неопределенный результат.

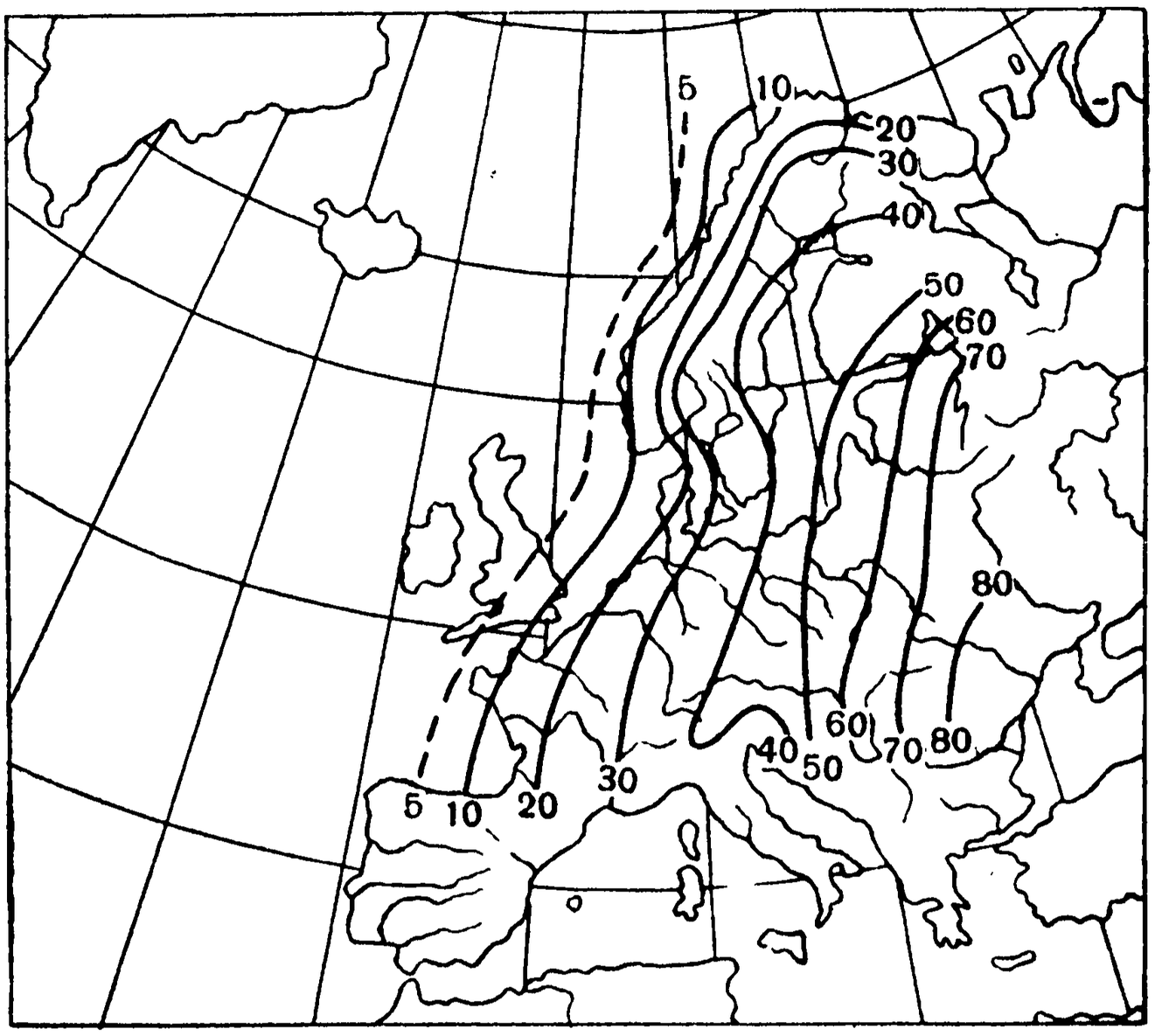



Рис. 31. Континентальность климата Европы. Год (средняя за 1928—1937 гг.).

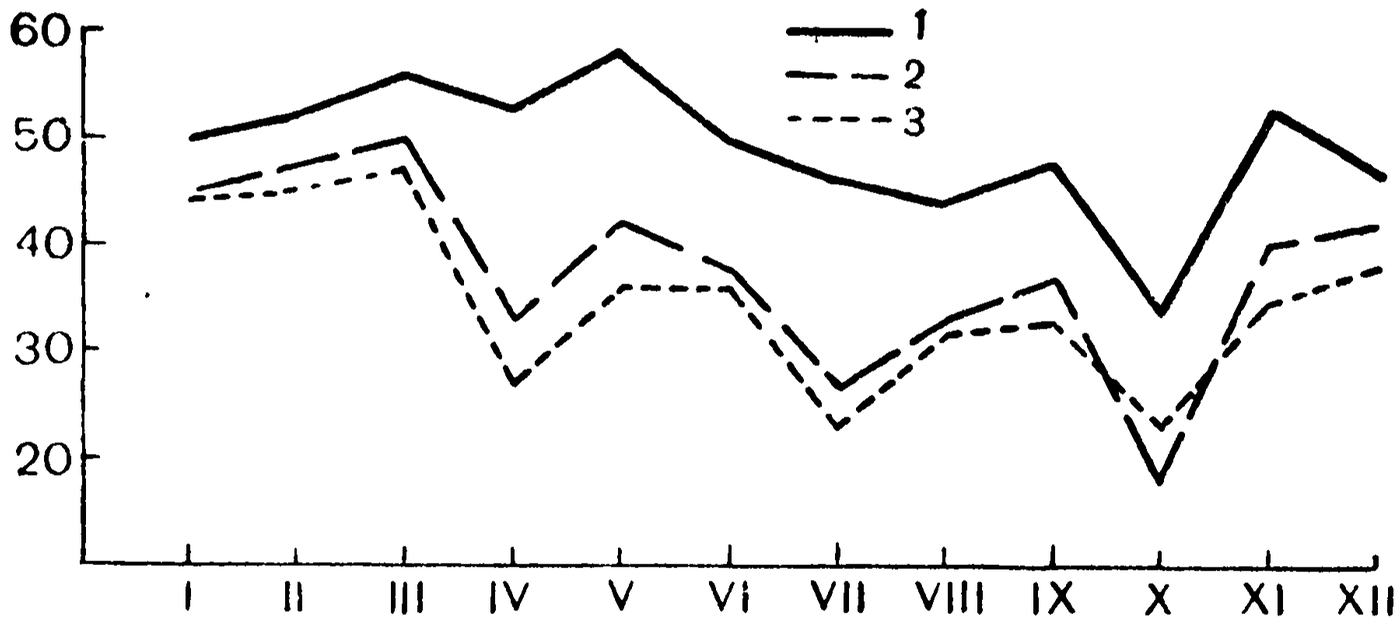



Рис. 32. Средний годовой ход континентальности (1929—1936 гг.).

*1* — Калининград, *2* — Берлин, *3* — Франкфурт.

На рис. 31[1] показана континентальность климата, определенная по методу Берга. Континентальность имеет годовой ход, который можно определить по формуле Берга и опубликованной Линке статистике воздушных масс.

На рис. 32 изображен средний годовой ход континентальности для Калининграда, Франкфурта и Берлина, значения которого

[1] Рисунки 31—35, по Шнелле и Улигу [3].

действительны также для Лейпцигской бухты (Галле). Влияние моря во второй половине года проявляется более четко на востоке.

Ниже приводятся показатели континентальности для 7 областей.

| | Год | Лето | Зима |
|---|---|---|---|
| 1. б. Восточная Пруссия | 51 | 48 | 50 |
| 2. б. Силезия | 47 | 44 | 48 |
| 3. Верхняя Бавария | 44 | 38 | 49 |
| 4. Галле — Лейпцигская бухта | 39 | 33 | 45 |
| 5. Рейн-Майн | 34 | 29 | 40 |
| 6. Шлезвиг-Гольштейн | 32 | 28 | 39 |
| 7. Нижний Рейн | 27 | 24 | 30 |

На рис. 33 континентальность для этих областей за год дана в связи со средней продолжительностью периода от цветения подснежника до уборки озимой ржи. С усилением континентальности этот период укорачивается.

На рис. 34 приводится (по данным одной из работ Линке) средняя повторяемость полярных и субтропических воздушных масс по месяцам для Франкфурта и Калининграда. Весной, осенью и зимой в Калининграде преобладают полярные воздушные массы, а на западе—только с мая до августа. Только в течение короткого периода в Калининграде субтропические воздушные массы появляются чаще, чем во Франкфурте. В это время в Калининграде наблюдается бурное развитие растительности.

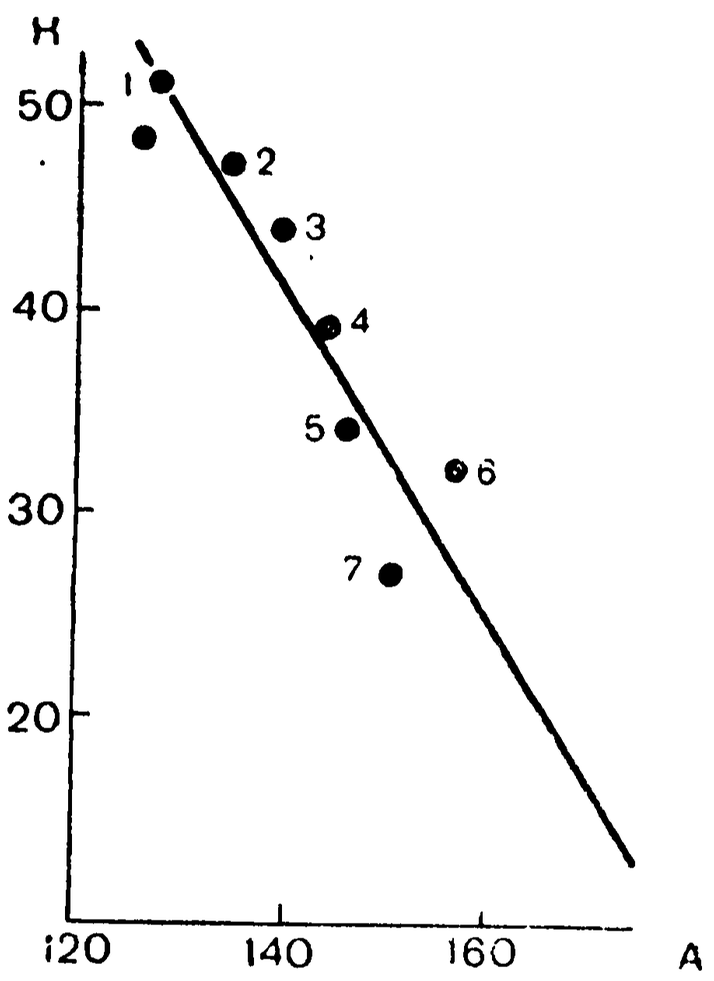



Рис. 33. Зависимость между континентальностью *K*, по Бергу, и продолжительностью периода *A* (в днях) от цветения подснежника до уборки озимой ржи в разных областях Германии.

*1* — б. Восточная Пруссия, *2* — б. Силезия, *3* — Верхняя Бавария, *4* — Галле-Лейпциг, *5* — Рейн-Майн, *6* — Шлезвиг-Гольштейн, *7* — Нижний Рейн.

Если вычислить отношение числа дней с полярными и субтропическими воздушными массами, то получатся цифры, легко сравнимые между собой, которые Линке назвал коэффициентом полярности климата.

Согласно определению континентальности, воздушные массы *P, PC, PM* объединяются в *P*, а *T, TC, TM* в *T*, одна половина *C, M, I, X* причисляется к *P*, другая — к *T*. Тогда полярность выразится как $p = \frac{P}{P+T}$. Используя статистику воздушных масс Гофманна и Гейса [4а], Шнелле получил средний ход полярности климата для Карлсруэ и Трейбурга за январь — июль, который сравнивается на рис. 35 с ходом полярности в 1936 г. Показатель полярности в течение первых семи месяцев года на востоке мало меняется, а на западе возрастает от зимы к лету. Ход отклонения

коэффициента полярности от средней величины параллелен годовому ходу фенологических фаз. В 1936 г. на западе наблюдалось нарастание полярности выше нормы, вызывающее задержку развития растительности. На востоке преобладали все время субтропические воздушные массы, обусловившие значи-

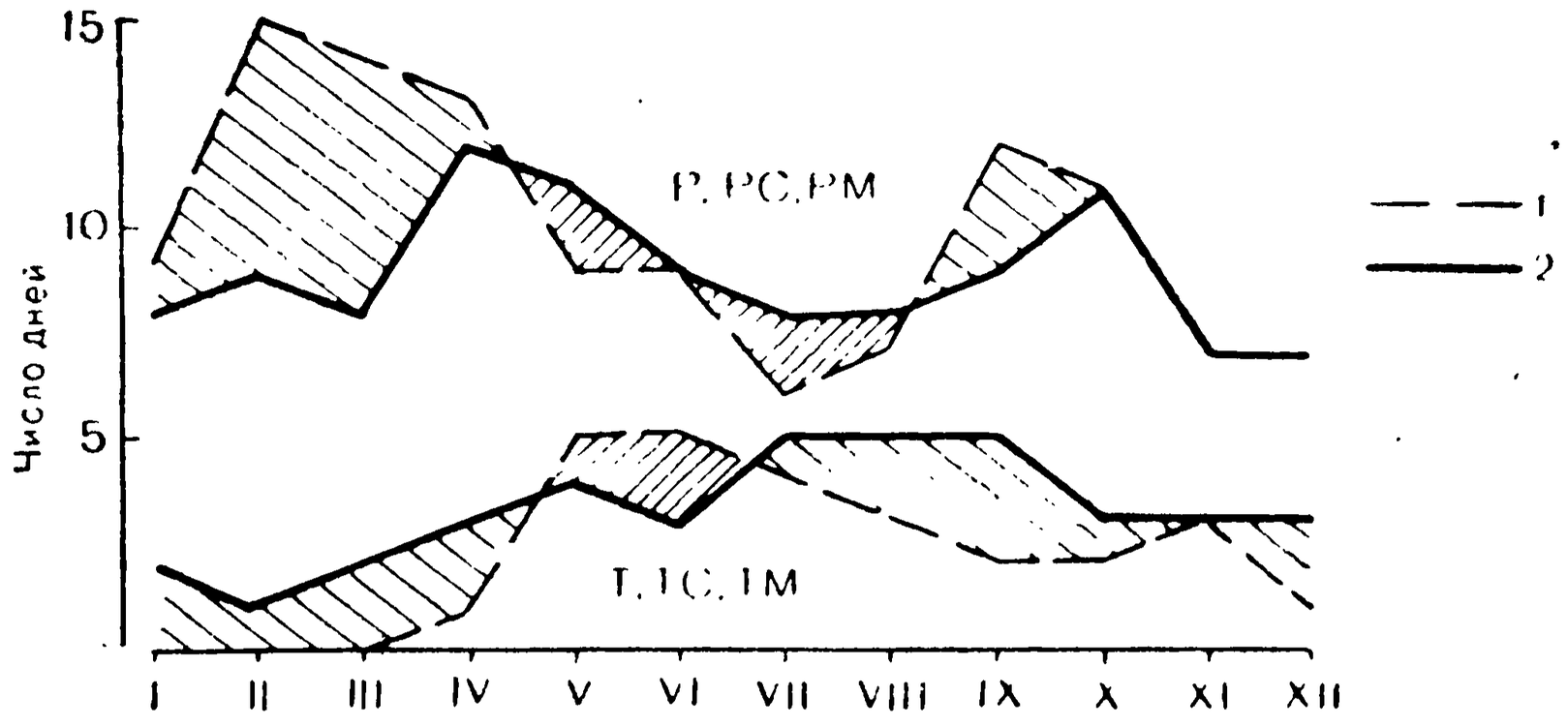



Рис. 34. Повторяемость воздушных масс по месяцам (1929—1936 гг.).

*1* — Калининград, *2* — Франкфурт.

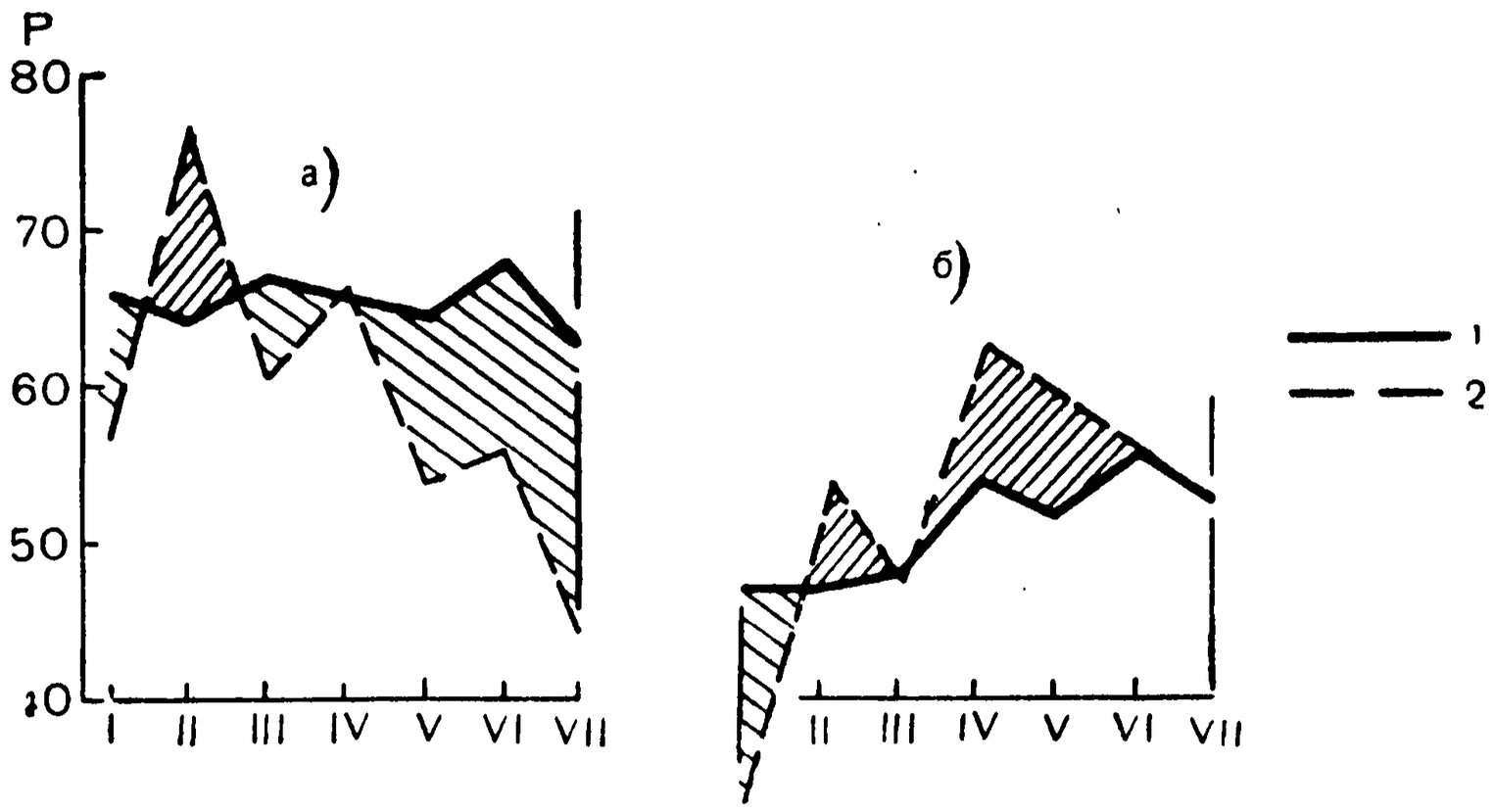



Рис. 35. Сравнение полярности климата в Трейбурге-Олеко *(а)* и Карлсруэ *(б)*.

Ход полярности: *1* — средний, *2* — в 1936 г.

тельно раннее наступление фаз. Влияние воздушных масс в определенный отрезок времени на развитие растений очень велико. Следует иметь в виду, что для определения связи погоды с развитием растений лучше всего использовать дневную температуру.

### 7.1.1.3. Предельные температуры воздуха для отдельных фенологических фаз

Значительная зависимость наступления фаз от температуры воздуха видна из того, что для любой фазы можно вычислить среднюю температуру, достижение которой необходимо для наступления фазы.

*Таблица 24*

**Предельная температура воздуха ($t$) фенологических фаз (число дней от начала года) за период 1936—1939 гг.**

| Область, метеорологическая станция | Начало полевых работ | | Овес, всходы | | Озимая рожь | | | | | | Конец полевых работ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | цветение | | уборка | | посев | | | |
| | дни | $t$ | дни | $t$ | дни | $t$ | дни | $t$ | дни | $t$ | дни | $t$ |
| Шлезвиг-Гольштейн, Киль . . . . . | 77 | 4,0 | 111 | 7,5 | 160 | 15,1 | 213 | 17,4 | 283 | 9,8 | 321 | 5,4 |
| Кельнская бухта, Леверкузен . . . . . | 70 | 6,0 | 97 | 7,9 | 152 | 16,0 | 201 | 18,2 | 283 | 10,5 | 326 | 5,7 |
| Верхне-Рейнская низменность, Карлсруэ | 73 | 6,4 | 94 | 8,2 | 150 | 16,2 | 201 | 19,0 | 279 | 10,8 | 325 | 5,4 |
| Венский бассейн, Нейзидель . . . . . | 68 | 5,3 | 91 | 8,3 | 144 | 16,2 | 184 | 20,1 | 274 | 12,4 | 326 | 3,9 |
| б. Шлезвигская бухта, Вроцлав . . . . . | 77 | 4,9 | 101 | 7,7 | 150 | 15,8 | 195 | 18,8 | 270 | 11,8 | 322 | 4,2 |
| Висла, Тарнов . . . . . | 77 | 5,2 | 104 | 8,5 | 145 | 15,9 | 188 | 19,4 | 256 | 14,7 | 322 | 4,1 |
| б. Восточная Пруссия, Лидсбарк Вурминский . . . . . | 93 | 5,3 | 117 | 9,7 | 154 | 15,7 | 200 | 19,0 | 254 | 14,3 | 316 | 3,9 |
| Средняя . . . . . | | 5,4 | | 8,3 | | 15,8 | | 18,8 | | 12,0 | | 4,7 |
| Максимальная . . . . . | | 6,4 | | 9,7 | | 16,2 | | 20,1 | | 14,7 | | 5,7 |
| Минимальная . . . . . | | 4,0 | | 7,5 | | 15,1 | | 17,4 | | 9,8 | | 3,9 |

В 1846 г. появилась работа Дове [5] о взаимосвязи термических изменений атмосферы с развитием растений. Из исследования Шнелле [6] заимствованы предельные температуры для некоторых фаз (табл. 24). Отклонение температуры от средней, не превышающее $\pm 1{,}5°$, находится, по-видимому, в связи со сроками фенологических наблюдений. Чем раньше в какой-либо области наступает фаза, тем выше в общем вычисленная температура и, наоборот, более позднему сроку соответствует более низкая температура.

*Таблица 25*

**Средняя температура во время распускания листьев во Франции за период 1881—1890 гг.**

| | Сирень | Дуб |
|---|---|---|
| Среднее для трех северных станций (Хонорин-дю-Фай, Париж, Нанси) | 8,4° | 11,1° |
| Среднее для трех южных станций (Тулуза, Авиньон, Перпиньян) . . | 9,9° | 12,2° |

К такому заключению пришел и Анго [7] в своих исследованиях во Франции. В табл. 25 даны вычисленные им за 10-летний период средние температуры во время распускания листьев для северных и южных областей. На отдельных станциях они значительно изменяются из года в год. Среднее отклонение достигает примерно $\pm 2°$. Заслуживает внимания возрастание средней температуры по станциям с севера на юг, при переходе в область с более теплой весной и более ранним наступлением фаз.

Известны также исследования по определению предельных температур в период наступления фаз для других стран. Занон [8] изучал температурные условия во время цветения тисса и граната по 20-летнему материалу наблюдений для Венеции. Имеются подробные исследования Мизавы [9] в Японии. Он определял среднюю температуру воздуха в период начала цветения по кривой годового хода температуры и дате цветения в данной местности. Предельные температуры во время этой фазы в областях Японии изменялись примерно на 4°.

Особенный интерес представляют приведенные в табл. 24 данные по температуре во время начала и конца полевых работ. В среднем она близка к 5°. Таким образом, время перехода температуры через 5° весной или осенью означает срок начала или окончания полевых работ, а также показывает время, которым можно располагать для проведения всех полевых работ в течение года.

Переход температуры через 10° также имеет большое значение для сельского хозяйства. Ко времени наступления темпе-

ратуры 10° весной закончена весенняя обработка почвы, яровые хлеба взошли, озимая рожь начинает выходить в трубку. Осенью посев озимой ржи должен быть закончен до снижения температуры ниже 10°.

Относительно низкие предельные температуры при позднем наступлении фаз не являются решающими для развития растений. Для их развития прежде всего имеет значение минимальная температура, необходимая для наступления фазы, и затем продолжительность периода с этой минимальной температурой. Минимальные температуры, необходимые для прохождения отдельных фаз, обычно ниже предельных температур, приведенных в табл. 24. Например, фазы цветения и уборки озимой ржи могут начаться при температурах, более низких, чем вычисленные предельные, если только температура держалась выше предельно минимальной в течение продолжительного времени. Так, необходимая для созревания ржи минимальная температура может быть определена у северной границы ее возделывания. Но там значительно больше и продолжительность развития. Если в какой-либо области достигнута, например, весной требуемая для цветения ржи минимальная температура, то это еще не означает, что начнется цветение ржи. Для того чтобы рожь могла начать цвести, требуется определенное время для прохождения начальных фаз — роста, выхода в трубку и развития колоса. Если необходимая для начала цветения минимальная температура наступила раньше, чем растение подготовилось к цветению, то впоследствии даже относительно высокие температуры не смогут его вызвать. Может быть только ускорено прохождение предыдущих фаз развития. Следовательно, каждое растение должно во время развития достигнуть определенной готовности перед наступлением фазы. Только при этом условии под влиянием температурных воздействий фаза может наступить.

Если в какой-нибудь особенно благоприятной области весной температура быстро нарастает, то растения не могут в своем росте быстро следовать за ней. Поэтому цветение начинается с запозданием, когда необходимая для него минимальная температура давно пройдена. Развитие растения запаздывает. Чем быстрее возрастает температура, тем выше будет вычисленная предельная температура цветения. Повышение температуры ускоряет цветение, однако не настолько, чтобы оно могло наступить при относительно низкой предельной температуре. Вследствие быстрого нарастания температуры ускоряется также развитие в период всех предыдущих фаз. Каждая фаза развития требует своей минимальной температуры в течение некоторого времени. Постоянное ускорение развития смещает наступление фаз на более ранние сроки, причем в данной области наблюдаемая предельная температура обычно поднимается выше, чем в областях с более медленным нарастанием температуры.

Установленная на основании многолетних средних связь меж-

ду началом фазы и предельной температурой оправдывается в отдельные годы только в тех случаях, когда при благоприятной погоде средняя суточная температура более или менее равномерно возрастает. Часто, однако, приходится считаться с возвратом низких температур. Если такой возврат холода наступает перед началом цветения яблони, то последнее задерживается. Иногда цветение начинается лишь после наступления благоприятной погоды, после продолжительного и значительного повышения температуры. Иногда раскрывание цветочных почек происходит и при плохой погоде. Если температура остается выше предельной, то развитие продолжается и при неблагоприятных условиях погоды. Тогда достаточно очень небольшого повышения температуры, чтобы цветение началось. Однако при запоздалом цветении и при плохой погоде возможно значительное снижение урожая. Предельная температура цветения в таких случаях очень низка.

### 7.1.1.4. Суммы температур

Если исходить из предположения, что развитие растений зависит в основном от количества получаемого тепла, то необходимо определить сумму тепла за исследуемый отрезок времени. Мерилом количества тепла, полученного растением за определенный промежуток времени, является интегральная сумма температур воздуха за все дни этого периода или пропорциональная ей сумма средних суточных температур за этот период.

Уже давно при исследованиях влияния тепла на развитие растений пользовались суммами средних суточных температур. Основоположником этого так называемого правила сумм температур был Реомюр [10]. Он подсчитал суммы средних суточных температур с апреля по июнь 1734 и 1735 гг. и объяснил запоздание сроков уборки урожая на месяц в прохладном 1735 г. (по сравнению с 1734 г.).

При вычислении сумм температур до сих пор часто складывались все средние суточные температуры выше 0° начиная с 1 января, иногда с зимнего солнцестояния. Средняя суточная температура ниже 0° не принималась во внимание, так как считалось, что она лишь временно останавливает, но не задерживает развитие. По часто употреблявшемуся правилу сумм температур фаза всегда должна наступать после накопления определенной суммы. Однако вычисления, проведенные по этому способу, которыми в свое время пользовался Анго [7] во Франции, не дали удовлетворительных результатов. В середине прошлого столетия Буркгардт [11], де Кандоль [12] и Эттинген [13] доказали, что нуль начала вегетации не совпадает с нулем термометра, а расположен выше, притом для разных растений на разном уровне.

Казерер снова подтвердил, что для разных видов зерновых температура различна в период начала развития. Принималась во внимание только средняя суточная температура выше опреде-

ленной температуры начала вегетации; разности между этой средней величиной и начальной температурой в период вегетации суммировались. Позднее, в первой трети XX в., правило сумм температур резко критиковалось.

Вегер [15, 16] для прогноза цветения плодовых снова обратился к суммам температур, определяемых, однако, более утонченными методами. Он использовал средние часовые температуры, полученные по самописцам, а не средние суточные.

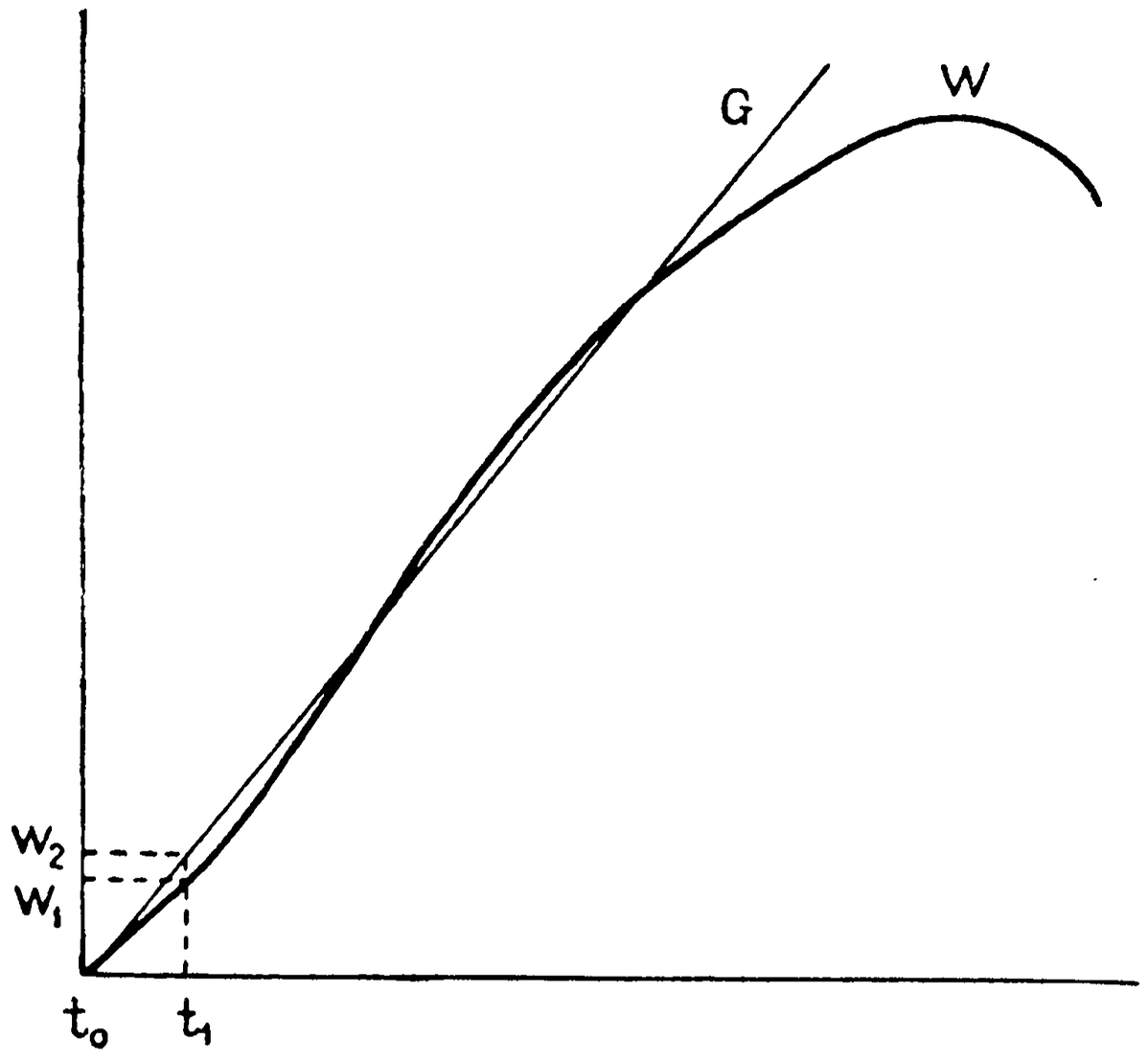



Рис. 36. Кривая развития растений (роста) в зависимости от температуры.

Фойтс [17] подтвердил пригодность этого метода. Бидер [18], исследуя влияние температуры на время начала цветения яблони, также указывал на обоснованность метода сумм температур.

По этому вопросу работали также Арцт и Людвиг [19]. На рис. 36[1] приводится кривая развития растений в зависимости от температуры. Скорость роста непосредственно над нулем вегетации меньше, чем принятая по правилу сумм температур. С повышением температуры достигается наибольшая скорость роста, которая при дальнейшем повышении температуры опять уменьшается.

Правило сумм температур исходит из среднего суточного значения температуры. Если последняя близка к нулю вегетации, то не принимаются во внимание часы, когда днем температура была выше. В этом заключается одна из ошибок правила суммы температур. Рост может начаться в течение нескольких часов днем, когда температура становится выше температуры начала вегетации, хотя средняя суточная еще ниже этой величины. В методе Вегера, исходящем из часовых измерений температуры, эта ошибка исключается.

Прямая связь между температурой и скоростью роста наблюдается только в средней части кривой роста и отсутствует в начале и конце ее. Если в начале кривой средняя суточная температура ($t_1$) лишь немного превышает температуру начала роста ($t_0$), то, согласно правилу суммы температур (прямая $G$), вычисленная температура ($W_2$) скорости роста выше, чем фак-

---

[1] Рисунки 36—38, по Арцту и Людвигу [19].

тическая ($W_1$). Это вторая ошибка правила суммы температур, противоположная первой и тем самым ее выравнивающая.

При вычислении суммы температур очень важен правильный выбор исходной даты, т. е. срока, от которого подсчитывается сумма. Вряд ли правильно предполагать, что часто употреблявшийся произвольно выбранный срок с 1 января является началом весеннего развития. Лесман [20] считал таким сроком время цветения подснежника. Эбле [21] предлагал брать для каждого вида растений отдельный срок начала вегетации. Он вычислял последовательно суммы температур для декад, предшествующих данной фазе (сумма $a$ — для первой декады, $b$ — для 1+2, $c$ — для 1, 2+3 декады и т. д.), и устанавливал, при каком числе декад суммы температур за ряд лет менее всего отличались одна от другой. Он считал, что с этого срока температура воздуха вызывает образование цветочных почек.

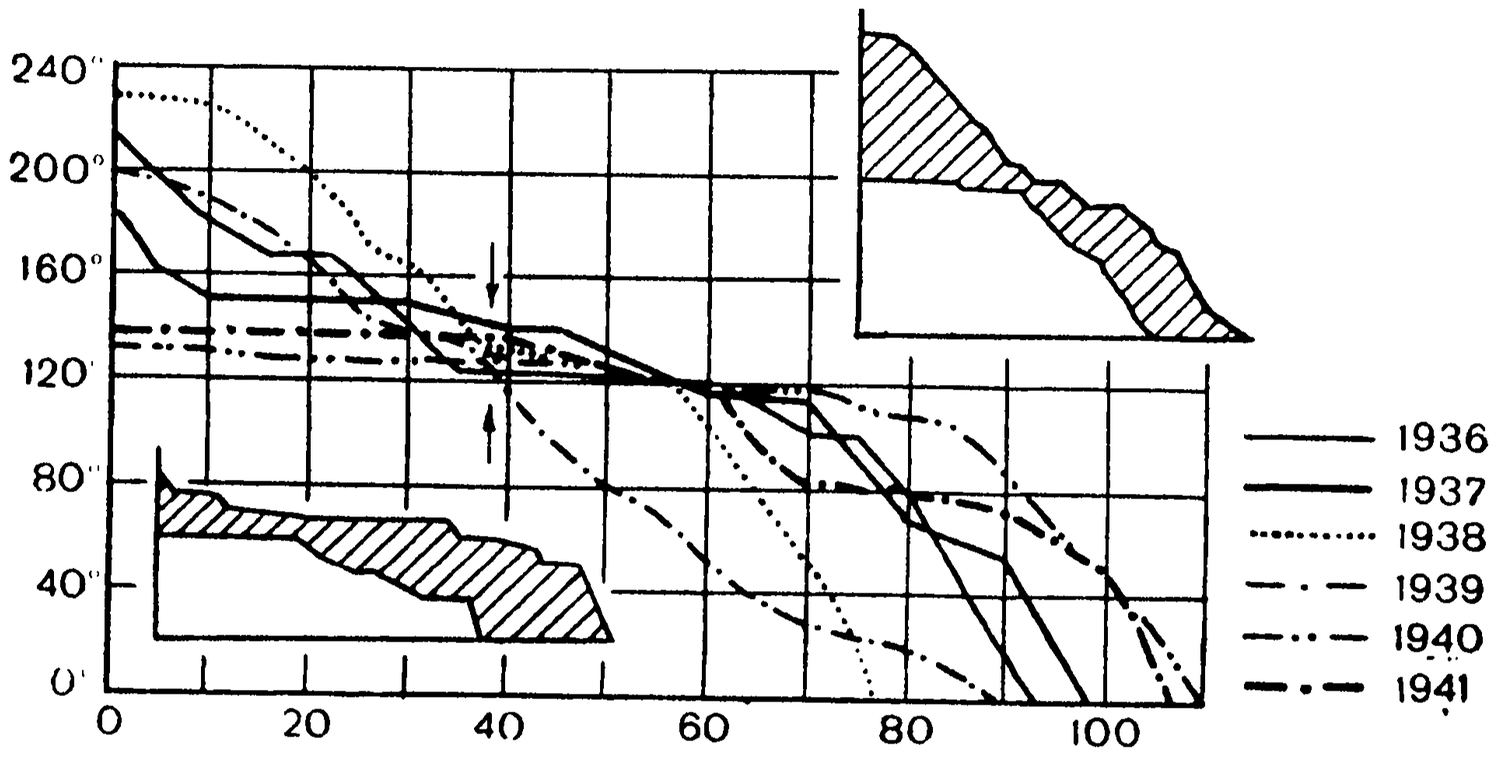



Рис. 37. Кривые сумм температур, подсчитанные от 1 января до даты зацветания для области Ганновер—Ольденбург. Заштрихованные площади дают соответствующие суммы температур для б. Померании и Мекленбурга (внизу) и для б. Восточной Пруссии (вверху).

Арцт и Людвиг [19] использовали этот же метод, несколько уточнив его. Для того чтобы получить по возможности точный срок окончания периода зимнего покоя и начала весеннего развития, они вычисляли для нескольких лет суммы температур исходя из среднего срока изучаемой фенологической фазы и суммируя в обратном порядке средние дневные температуры. Сумма температуры в день начала фазы принимается за 0°. В зависимости от погоды возрастают суммы предыдущих дней. На рис. 37 дается пример такой суммы температур от дня зацветания мать-и-мачехи. Для подсчета сумм использовались средние температуры за пентаду. Кривые за отдельные годы сближаются около 40-го дня для Ганновера и Ольденбурга. Дальше они снова расходятся, рассеивание точек увеличивается. По рис. 38 можно определить время наименьшего расхождения кривых сумм температур за отдельные годы.

Итак, на основании имеющихся работ, в том числе Арцта и Людвига, видно, что 1 января не является исходной датой весеннего развития и что в разных климатических районах весеннее развитие начинается в разные сроки. Для цветения мать-и-мачехи исходная дата для вычисления сумм температур в Ганновере и Ольденбурге приходится на 9-ю пентаду, в б. Померании и Мекленбурге — на 8-ю, в восточной части б. Померании — на 6—7-ю, в среднем приблизительно на 8-ю пентаду. Для вычисления суммы температур надо для каждой фазы, кроме приведенной ранее температуры начала развития, определить для каждой области дату, от которой считать суммы температур.

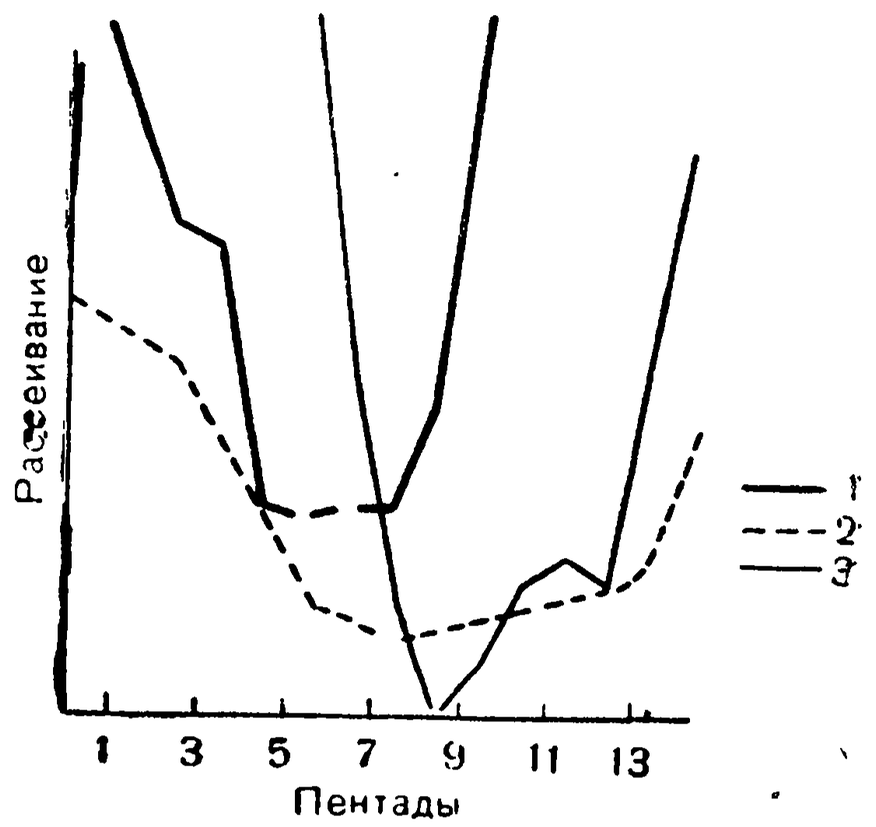



Рис. 38. Рассеивание сумм температур по годам для трех областей Германии.

*1* — Ганновер и Ольденбург,
*2* = б. Померания и Мекленбург,
*3* — б. Восточная Пруссия.

Приведенное в табл. 26 [19] сопоставление фактически наблюденных и вычисленных дат цветения мать-и-мачехи (число дней от начала года) подтверждает существование начальной точки развития. При вычислении сумм температур для каждой области исходили от середины 8-й пентады (среднее для трех областей). За предельную принималась температура воздуха 0°.

*Таблица 26*

**Наблюденные (*а*) и вычисленные (*б*) даты цветения мать-и-мачехи (число дней от начала года)**

| Год | Ганновер и Ольденбург | | б. Померания и Мекленбург | | б. Восточная Пруссия | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *а* | *б* | *а* | *б* | *а* | *б* |
| 1936 | 83,4 | 81 | 90,4 | 93 | 96,0 | 98 |
| 1937 | 86,4 | 86 | 98,7 | 97 | 99,7 | 101 |
| 1938 | 75,1 | 75,5 | 78,9 | 78 | 84,4 | *80* |
| 1939 | 83,1 | *73* | 90,8 | 91 | 95,7 | 97 |
| 1940 | 100,2 | *91,5* | 110,7 | 111 | 115,4 | 114 |
| 1941 | 91,6 | 93 | 106,8 | 108 | 111,4 | 115 |

Таким способом было получено хорошее соответствие между наблюденными и вычисленными датами. Немногочисленные большие отклонения (в табл. 26 выделенные курсивом) объясняются условиями погоды соответствующего года.

Заслуживает внимания связь изменения начальной даты развития в различных областях с климатом. В приведенном выше примере цветения мать-и-мачехи начальная дата получается тем позднее, чем западнее район и чем позже там, в условиях морского климата, наступает годовой минимум. В условиях континентального климата б. Восточной Пруссии, наоборот, годовой минимум и исходная дата наступают раньше. Начальная дата развития растений приходится во всех трех областях на время непосредственно после наступления годового минимума температуры, наблюдаемого на востоке раньше, чем на западе.

Средние суммы температур, вычисленные для цветения мать-и-мачехи в исследованных трех областях (табл. 27), подтвердили выводы Линсера [22]. Он установил для отдельных областей Европы постоянство отношения суммы температур за год к суммам температур до наступления исследуемой фазы. По табл. 24 тоже получается почти постоянное число при делении сумм температур на соответствующие многолетние средние годовые температуры для всех трех областей. Еще один пример, подтверждающий это правило, можно найти в работе Арцта и Людвига [19]. В южной части Бадена в 1936 г. сумма температур к началу цветения черешни достигла 209,5°, при делении этой суммы на среднюю годовую температуру 9,5° был получен коэффициент 22,1. Для Вестфалии при зацветании сумма температур равна 220,5°, средняя годовая температура 9,1°, следовательно, коэффициент равен 24,2. Для времени созревания Ландсберг-ского ранета в южном Бадене сумма температур равнялась 2199,2°, а коэффициент составил 231; для Вестфалии соответственно получено 2040,9° и 224. Такое совпадение коэффициентов для обеих областей можно считать вполне удовлетворительным.

*Таблица 27*

**Средняя сумма температур зацветания мать-и-мачехи в трех областях**

| Область | Сумма температур до средней даты зацветания начиная с | | | Многолетняя средняя годовая температура | Сумма температур, деленная на многолетнюю среднюю годовую температуру начиная с | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 35-го дня | 37,5 дня | 40-го дня | | 35-го дня | 37,5 дня | 40-го дня |
| Ганновер и Ольденбург . . . | 149,3 | 143,4 | 137,4 | 8,33 | 17,9 | 17,2 | 16,5 |
| б. Померания и Мекленбург | 135,2 | 131,2 | 127,2 | 7,64 | 17,7 | 17,2 | 16,6 |
| б. Восточная Пруссия . . . . | 115,7 | 113,0 | 110,3 | 6,59 | 17,6 | 17,2 | 16,7 |

В нескольких исследованиях для разных климатических областей Средней Европы были вычислены суммы температур за ве-

гетационный период овса от всходов до выбрасывания первых метелок или до начала уборки. При этом было выявлено, что суммы температур возрастают с удлинением периода между двумя фазами, особенно когда такой период рано наступает. Чем больше затягивается конец отдельных периодов развития, тем ниже сумма температур. Соответствие высоких сумм температур ранним срокам развития находится в связи с установленным в разделе 7.1.1.3 положением, что при ранних сроках предельные температуры выше. Хотя более высоким суммам температур соответствует ускоренное наступление фаз, полезный эффект для растений невелик. Более низкие суммы температур за тот же отрезок времени относительно лучше используются.

Дальнейшее разъяснение этого вопроса дали исследования Шнейдера [23] для некоторых станций южной Германии. Он выяснил, что в ранние годы и в климатически благоприятных районах растения требуют более высоких сумм температур для завершения фаз. В поздние годы и в климатически неблагоприятных районах достаточны более низкие суммы температур. Связь между суммами температур и климатическими условиями области требует дальнейших исследований, представляющих существенный интерес для фенологии.

Все рассмотренные выше методы вычисления сумм температур недостаточны для объяснения наблюдаемых ежегодных колебаний. При вычислениях сумм температур необходимо принимать во внимание как положительные, так и отрицательные отклонения температуры. По новейшим исследованиям изучение периодов похолоданий может уточнить определение сумм температур. Общеизвестно, что на озимые необходимо воздействие холода для выхода их в трубку. Потребность в холоде у разных сортов различна, как показал Гензель [24] для озимого ячменя. У некоторых сортов потребность в холоде удовлетворяется в начале зимы, у других позднее. На практике эта особенность используется при яровизации: растение во время прорастания семян подвергается действию низких температур, изменяющих ритм развития, сокращающих сроки прохождения последующих стадий и ускоряющих срок уборки.

Для выгонки веток тоже нужно воздействие холода, различное для разных сортов. Шюпп [25] начиная с ноября отреза́л ветви лещины, форситии и сирени, ставил их в условия комнатной температуры и наблюдал развитие почек. Он различал период полного покоя, следующий за ним период покоя и фазу начала развития. Если период полного покоя еще не был закончен, то почки не распускались даже в теплой комнате и засыхали. Только после прекращения полного покоя, по всей вероятности после первого мороза (ниже —5°), могло начаться распускание почек в теплой комнате, причем вначале еще требовалась очень высокая сумма температур. В период, следующий за полным покоем, происходит перестройка растительного организма, за-

канчивающаяся, по-видимому, к концу года. За это время необходимая для развития сумма температур уменьшается вдвое по сравнению с первоначальной. По окончании этого, второго, периода наступает третий период начала развития, когда скорость развития является только функцией температуры и сумма температур остается неизменной. В дальнейших работах о суммах температур эти положения должны быть учтены.

Франкен [26] изучал фенологию форситии. Он фиксировал зависимость развития цветков этого растения с помощью формул и кривых. Наблюдения проводились в комнатных и полевых условиях. Выяснилось, что правило суммы температур действительно только в пределах оптимальных температур (13—20°). Между температурами 0—6,5° развитие происходит по другим законам. Для развития в пределах температур 6,5—13° предлагается особая формула.

Исследования Бёэра [27] показали. что неоднократно наблюдавшиеся колебания сумм температур в отдельные годы обусловливаются прежде всего различными воздействиями холода зимой. Потребность в тепле (т. е. сумма температур) у подснежника тем меньше, чем выше сумма холода (т. е. всех отрицательных температур), чем суровее зима. После мягкой зимы цветение наступает раньше, однако необходимая для него сумма температур выше. Холод снижает потребность растений в тепле. Для каштана конского (распускание листьев), сирени (цветение) и бузины (цветение) также наблюдалось снижение потребности в тепле после холодных зим.

Погодные условия и в другие времена года могут вызывать колебания сумм температур. Бёэр отметил, что у каштана конского потребность в тепле для распускания листьев снижалась не только после суровой зимы, но и после сухого лета предыдущего года и была в этих случаях ниже, чем после влажного лета и теплой зимы. В стремлении уменьшить колебания сумм температур за отдельные годы Гентшель [28] пошел иным путем. Он наблюдал цветение подснежника за 36-летний период (1854—1889) в Вернигероде. В то время как Арцт и Людвиг определяли дату начала подсчета сумм температур от точки наименьшего рассеивания кривых сумм температур, рассчитанных от начала цветения за предыдущий период, Гентшель брал для суммирования меняющиеся начальные даты, означающие смену погодных условий, как, например, последний период холода. Полученные таким методом суммы температур дают лучшее совпадение, чем вычисленные по способу Арцта и Людвига. Колебания сумм температур, все-таки имеющие место при меняющихся начальных датах, могут быть объяснены интенсивностью специфических календарных особенностей погоды.

Шредтер [29] связал правило сумм температур с функцией гиперболы. Он основывался на работах Блунка [30, 31], изображавшего связь между температурой и продолжительностью раз-

вития у насекомых равносторонней гиперболой. Шредтер применил так называемую гиперболу Блунка к растениям и доказал на основании многолетних фенологических наблюдений в Вернигероде пригодность правила температур для фазы цветения. Он дал метод для вычисления начальной температуры развития и определения даты, от которой следует считать сумму температур. Этот метод дает возможность пользоваться правилом сумм температур с большей точностью.

Недостаток метода Шредтера состоял в том, что вычисленная температура начала развития до известной степени зависела от выбора исходной даты. В другой работе [32] он дает улучшенный метод. Зависимость между исходной датой и температурой начала роста используется для получения наиболее устойчивых величин. Для каждой предварительной исходной даты получается определенная температура начала развития, и для каждой комбинации появляется возможность выбрать разные исходные даты. По этому улучшенному методу удалось вдвое снизить ошибку между отдельными фактическими и вычисленными датами цветения липы. Хотя биологическое значение температуры начала развития, выведенной из соотношения гипербол, недостаточно ясно, однако это не уменьшает практического значения правила сумм температур, что и показал Шредтер на многих примерах. Условием является правильный выбор исходной даты и температуры начала развития. Для этого предлагается следующий путь: 1) выбор приемлемых предварительных исходных дат, 2) расчет соответствующей температуры начала развития на основе соотношения гипербол, 3) вычисление соответствующих средних сумм температур и ошибки между наблюдавшимися и вычисленными сроками фаз, 4) систематический выбор окончательных исходных дат, вплоть до получения наименьшей ошибки.

Можно также на основе функции гипербол перевести даты фенологических наблюдений в климатологические средние температуры для определенных периодов вегетации и получить таким путем ценные отправные точки для решения ряда задач региональной агрометеорологии.

Гертлейн [33] сравнивал различные методы получения сумм температур. Он вычислял температуры начала развития, соответствующие произвольно выбранным исходным датам, не только на основании гиперболической связи продолжительности развития (от исходной даты до цветения) и средней температуры за период. Он дает более простой способ определения температуры начала развития на основании линейной связи между продолжительностью развития и суммой температур за этот период. Эти различные методы вычислений дали согласованные результаты. Уравнение для прямой можно получить значительно проще, чем для гиперболы.

Крамер [34] изучал теорию постоянства сумм тепла математи-

чески — статистическими методами на примере периода прорастания ярового ячменя. Он пришел к заключению, что метод вычисления сумм тепла имеет практическое значение, в особенности если имеется небольшое число внешних факторов, влияющих на развитие растений и необходимых для достижения определенной фенологической фазы. Он получил при вычислении сумм температур почвы за период посев — всходы для разных сортов ярового ячменя приблизительно постоянные величины.

Несмотря на все исправления, правило сумм температур все-таки не вполне отвечает требованиям. Из года в год приходится наблюдать трудно объяснимые различия в суммах температур, необходимых для развития фаз. Торнсвейт [35] считает причиной этого фотопериодизм и условия водоснабжения растений. Объяснения этих зависимостей можно получить только при исследовании ежедневных фенологических наблюдений, потому что при редких сроках фенонаблюдений нельзя однозначно выявить влияние погоды на развитие.

Торнсвейт получил «единицу развития» растения при испарении определенного количества воды. 100 единиц развития соответствуют транспирации 10 мм воды. Между транспирацией и температурой существует определенная связь. С помощью единиц развития можно получить лучшие результаты, чем измерением температуры.

При вычислении и использовании сумм температур приходится считаться с тем, что на растения оказывают влияние еще внутренние, наследственные факторы. Возможно, у дикорастущих видов под влиянием климата путем естественного отбора образовались наследственно различные расы с разными требованиями к теплу или холоду. Это следует иметь в виду при дальнейших исследованиях.

Берг [36] в своих работах о значении фенологии для климатологии приходит к заключению, что принципиально невозможно представить какую-либо фенологическую дату как функцию суммы функций различных метеорологических элементов, имеющую общее значение. Причиной этого может быть обилие отдельных факторов или меняющийся состав местных рас растений. Берг видит основную причину в том, что каждое растение представляет собой индивидуум. Во всяком случае, нельзя считать исследования проблемы сумм температур законченными.

Практическое значение имеет предвидение отклонений суммы температур в текущем году по прошедшим фазам. Так, например, в некоторых случаях по отклонениям от нормы суммы температур необходимых для распускания листьев каштана конского, можно судить, в каком направлении и насколько будет отклоняться сумма температур, необходимая для цветения яблони или сирени. Познание таких взаимосвязей весьма ценно.

### 7.1.1.5. Зависимость наступления фаз от температуры

Правило сумм температур не может быть применено ко всем фенологическим фазам. В сельском хозяйстве в отношении некоторых фаз существенную роль играют производственные соображения. Так, например, начало сенокоса в общем зависит от развития луговых трав, от начала цветения их, т. е. от достижения определенной необходимой суммы температур. Но, кроме того, приходится считаться и с погодой. Это же относится и к весенней обработке почвы. Выше мы видели, что эти фазы часто наступают одновременно в обширных областях, тогда как наступление других фаз, зависящих от сумм температур, например сроков цветения, различно на небольших площадях. Так и созревание хлебов зависит не только от накопления определенной суммы температур, но и от характера предыдущей погоды. В одних случаях созревание ускоряется при высоких температурах, в других — задерживается при пасмурной, сырой погоде и умеренных температурах.

То же самое действительно в отношении продолжительности цветения. Мартон [37] наблюдал для *Geranium robertianum* зависимость развития цветков от погоды. Цветки, развившиеся при хорошей погоде, цветут очень недолго, иногда всего один час. Продолжительность же цветения цветков, распустившихся при плохой погоде, 3—4 дня.

А. Деникер [38] доказал зависимость фенологических явлений от климатических условий. Благоприятная погода вызывает развитие весенних фаз только тогда, когда растение к этому готово. Так, подснежник может при благоприятной погоде зацвести в декабре, так как к этому времени он закончил период покоя. Черная бузина вообще не реагирует на потепление в декабре, ибо еще не закончился ее период покоя. Только по окончании периода покоя благоприятные погодные условия могут вызвать начало развития растений. Каждое растение имеет свою предельную температуру, по достижении которой оно пробуждается после покоя. Предел такой температуры находится в связи с местом происхождения растений. Для растений теплых стран предельная температура достаточно высока.

Итак, решающей для развития является степень готовности растений и быстрый переход через предельную температуру. Если под влиянием неблагоприятной погоды наступление фазы задерживается, то степень готовности может быть настолько велика, что после превышения предельной температуры последующие фазы наступают быстро одна за другой.

Интересно поведение растений альпийского пояса во время таяния снега. В лощинах, где снежный покров долго не тает, вегетация очень задерживается, а степень готовности растений значительно возрастает. Поэтому, когда снег растает, темпера-

тура быстро повышается над предельной для растений, в результате чего начинается бурное развитие их. То же самое бывает весной при чрезмерном потеплении в апреле, когда бурное цветение плодовых начинается почти одновременно как в южных, так и в северных районах.

Характерно, что при значительном колебании одной фазы наблюдается тенденция к выравниванию в следующую фазу. При очень раннем наступлении первой фазы ускорение второй происходит в меньшей степени, так как готовность растения к ней еще не наступила. Наоборот, при сильном запоздании первой фазы вторая запаздывает в меньшей степени, так как растение уже подготовлено к ней.

Для всех фаз от весны до лета решающее значение имеет сумма температур продолжительного периода предшествовавшей погоды. Только в дополнение к ней наступление фазы определяется погодными условиями данного момента.

В конце лета и осенью, наоборот, наблюдаются три группы зависимости фаз от температуры.

Фазы первой группы зависят преимущественно от температурных условий длительного предыдущего периода, здесь действенно правило сумм температур. При таких условиях созревает каштан конский, дуб и грецкий орех. Окончание созревания зависит от господствующей в это время погоды.

Фазы второй группы обусловливаются кратковременным воздействием температуры, чаще всего при снижении ее ниже определенного уровня. Сумма температур предыдущего периода не имеет значения. Осенняя окраска листьев наступает, когда в первые прохладные осенние ночи минимум температуры опускается до 6° или несколько ниже. После такого понижения температуры, дающего толчок осеннему окрашиванию листьев, должны пройти еще 1—2,5 недели до заметного изменения окраски листьев. Про-

*Таблица 28*

**Зависимость осенней окраски листьев от возраста**

| Место наблюдений | Число дней от понижения минимальной температуры | | Начало осенней окраски | Число дней от распускания листьев до осенней окраски | Возраст листьев |
|---|---|---|---|---|---|
| | ниже 7° | ниже 6° | до начала изменения окраски | | |
| Рейнгау у Гейзенхейма | 10 | 6 | 16 X | 185 | Старые |
| Михелау у Лихтенфельса (долина Верхнего Майна) . . . . . | 14 | 11 | 11 X | 160 | Средние |
| Оберкотцау у Гофа . . | 18 | 16 | 7 X | 150 | Молодые |

должительность воздействия низких температур до наступления этой фазы зависит, по имеющимся наблюдениям [39], главным образом от возраста листьев, как это видно из данных табл. 28. В самых низких местностях у Гейзенхейма в Рейнгау при наиболее позднем сроке изменения окраски листьев и возрасте их 185 дней требуется только от 6 до 10 дней для пожелтения их. В средних высотах у Лихтенфельса в долине Верхнего Майна для пожелтения листьев в возрасте 160 дней требуется от 11 до 14 дней, а на больших высотах в Гофе до 16—18 дней для пожелтения относительно молодых листьев.

С пожелтением листьев создаются условия для листопада, начинающегося несколько позднее под влиянием ветра. Во вторую группу фаз входит также фаза конца полевых работ поздней осенью.

К третьей группе фаз относится начало посева озимых хлебов. Срок его определяется в основном средним временем начала зимы для данной местности. Так, по опыту известно, когда надо начинать сев, чтобы еще до наступления зимы растения могли развиться и раскуститься. На этой фазе отражаются термические условия при переходе поздней осени в предзимье. Небольшие ежегодные отклонения от установленного на основании опыта срока вызываются условиями погоды.

Следовательно, наступление осенних фаз только частично обусловливается продолжительным воздействием температур. Другие осенние фазы зависят от внезапных температурных воздействий или от среднего срока наступления зимы.

Ко второй группе фаз, наступление которых вызывается кратковременным действием температур, относится также изменение окраски листьев под влиянием засухи. Это наблюдалось в засушливом 1947 г. Данная фаза обусловливается повышением температуры выше критической при условии, что при сильном иссушении почвы водоснабжение растений недостаточно и не покрывает расход воды на усиленное испарение. Вследствие обезвоживания клетки отмирают, листья увядают и буреют. При одинаковых температурах и влажности отмирание листьев, как при нормальном пожелтении, связано с их возрастом. Чем они старше, тем больше концентрация клеточного сока и плазмы [40] и тем быстрее проходит увядание и засыхание при относительно невысоких температурах. Чем моложе листья, тем более высокие температуры нужны для их отмирания, как это отмечалось в засушливом 1947 г. [41]. В наиболее теплых районах Верхнего Гессена, области Рейн-Майна и долины среднего течения Майна уже в середине августа началось засыхание листьев от засухи, тогда как в прохладных районах Верхнего Гессена, долины Майна и моренного ландшафта Верхней Баварии это явление еще не наблюдалось. Только месяц спустя, в середине сентября, отмирание листьев от засухи было отмечено во всех названных областях. К этому времени листья так сильно постарели, что при сравни-

тельно невысоких максимальных температурах в сентябре всюду началось засыхание их от засухи.

С. Илличевский [42] сообщает об очень раннем изменении окраски листьев и листопаде в результате засухи, наблюдавшемся в окрестностях Полтавы в июле 1934 г. и в окрестностях Херсона в августе и сентябре. На некоторых деревьях поздней осенью снова развились листья и цветки. В других местах он наблюдал вторичное цветение после преждевременного листопада; например, яблоня и сирень зацвели 17 октября. Вторичное цветение по силе не отличалось от первого. Вторичное цветение наступает сравнительно часто. В некоторые годы оно наблюдается у различных растений, в другие годы отсутствует полностью. Сбрасывание листвы при засухе, однако, не является необходимым условием для вторичного цветения. Чаще всего последнее наблюдается при полном сохранении старой листвы. Иштван Гиорффи [43] наблюдал в Сегеде (Венгрия) даже троекратное цветение белой акации. За 9 лет он регистрировал ежегодно вторичное цветение и за 3 года троекратное. Причем это не было единичным явлением, цвело очень много деревьев, вполне здоровых и неповрежденных. В годы троекратного цветения осенние температуры были очень высокими. Не выяснено, какие факторы погоды вызывали это вторичное и троекратное цветение.

Иногда имеет место необычайно раннее цветение. Это бывает в тех случаях, когда оно начинается при значительно более низких, чем обычно, суммах температур. Поггенполь предложил назвать это явление «передовиком». Илличевский [42, 45] приводит примеры таких явлений. Он наблюдал в 1934 г. в окрестностях Полтавы очень раннее цветение *Leontodon autumnalis* (26 мая) при сумме температур 931°, тогда как нормальный срок цветения 30 июня и 4 июля отмечается после того, как накоплены суммы температур 1580—1650°. Чрезвычайно раннее цветение отдельных экземпляров наблюдается обычно, когда готовые к цветению почки зимуют под снегом.

Ф. Розенкранц [46] сообщает об аномалиях цветения весенних многолетников осенью 1948 г. Причина этого усматривается в воздействии холода в прохладные летние ночи и в частой смене погоды в конце лета. Кроме того, по-видимому, имел значение фотопериодизм. Осеннее цветение наступает только при длине дня менее 12,5 часа.

Изменение окраски листьев при засухе, повторное цветение и случаи чрезвычайно раннего цветения свидетельствуют о сложности влияния внешних условий на развитие растений. Численный учет влияния температуры или других внешних факторов на развитие растений возможен только до известной степени. Следует принимать во внимание также внутренние особенности растений, имеющие свой годовой ритм.

### 7.1.1.6. Фенологическая интерцепция (нарушение последовательности фаз)

При изучении связей температуры и развития растений надо учитывать еще одно явление, указанное Смирновым и названное им, по предложению Святского, фенологической интерцепцией. На рис. 39 показано изменение порядка цветения сирени, каштана конского и рябины в Южной, Средней и Северной Европе. На такие нарушения последовательности фаз (так называемую инверсию их) в свое время указывал Вимменауэр [48]. В Гисене, например, граб зеленеет раньше бука красного, а в Шварцвальде, горах Ротхара, Тюрингенском Лесу и Гарце часто отмечается обратная последовательность цветения. В Гисене редко

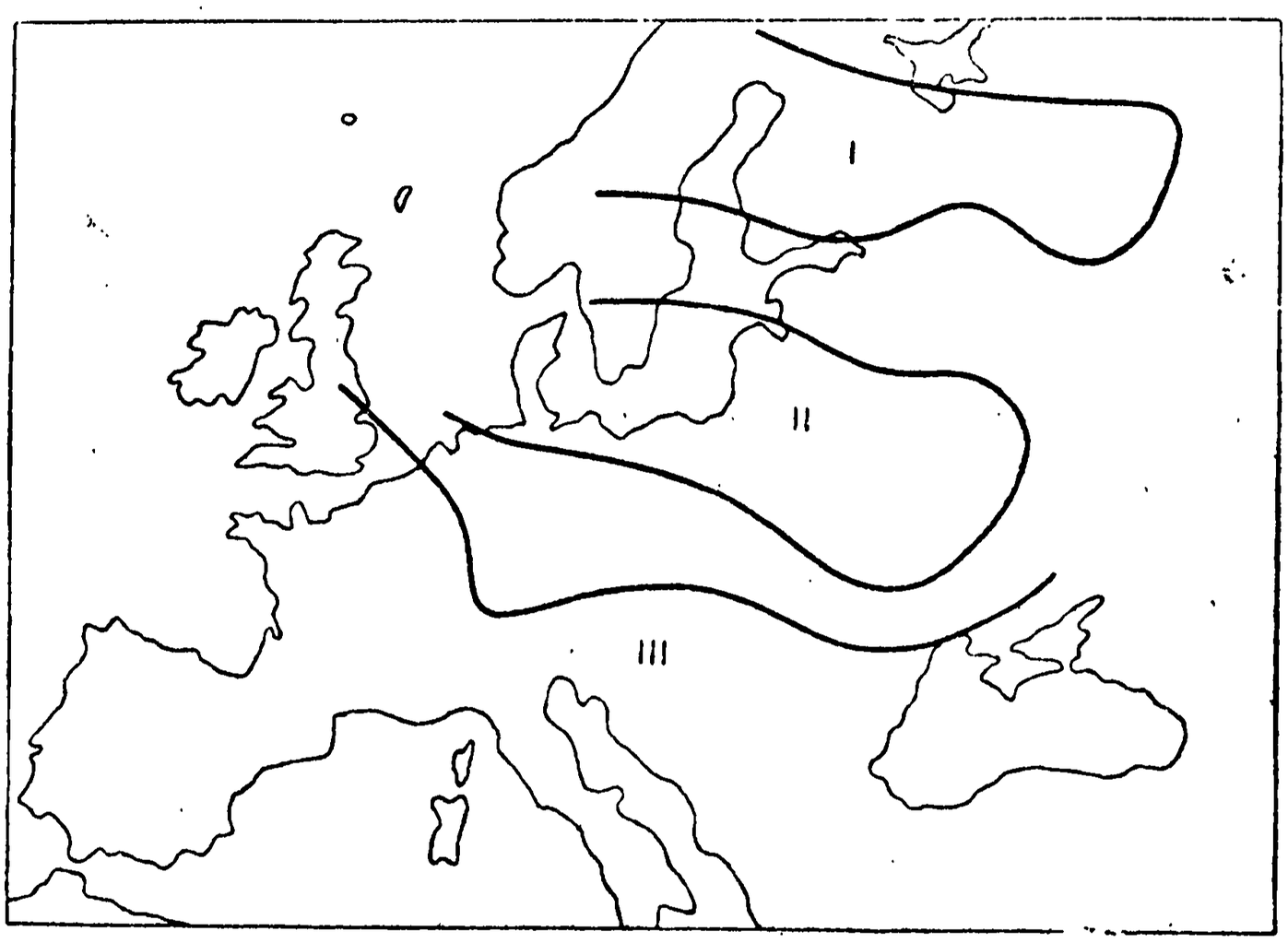



Рис. 39. Изменение последовательности цветения сирени, каштана конского и рябины в Европе (по Кеппену).

*I* — рябина раньше сирени, *II* — каштан конский, сирень, рябина, *III* — сирень, каштан конский, рябина.

встречающаяся европейская пихта зеленеет в среднем на 3 дня раньше сосны. В Эльзас-Лотарингии, Бадене и Вюртемберге в пределах своего основного ареала она зеленеет на 2—6 дней позднее сосны.

По наблюдениям Смирнова и Кеппена, решающим фактором для изменения последовательности фаз является характер погоды, на который разные виды растений реагируют по-разному. Отдельные виды растений по-разному реагируют на влияние различных воздушных масс. При неблагоприятной погоде, например, развитие цветочных почек у вишни может задержаться, но для листовых почек это не обязательно. Бос [49] приводит несколько примеров, когда цветение начинается раньше распускания листьев и наоборот (*Wistaria chinensis* D. C., *Laburnum, Robinia, Pyrus communis, Prunus spinosa*). Белая акация (*Robinia*) цветет в Южной Европе до распускания листьев,

а в Средней Европе при распустившихся листьях. Вообще, чем раньше начинается весеннее развитие растений, тем чаще цветение опережает развитие листьев. Примером этого могут служить древесные растения, имеющие склонность к повторному цветению. Бос не дал объяснения этому явлению.

В другой работе [50] Бос говорит, что скорость роста весенних побегов меняется в зависимости от условий погоды. Это объясняется не только переменой погоды, но и физиологическими процессами, происходящими в растениях. Первое распускание листовых почек происходит у древесных пород за счет резервов воды в стволе и ветвях. Только после достаточного нагревания почвы почвенная влага становится доступной молодым побегам. Если после суровой зимы почва медленно нагревается, то вследствие быстрого согревания воздуха и надземных органов растения запас воды в стволе расходуется на развитие листвы раньше, чем растению станет доступной почвенная влага. В таком случае происходит задержка в росте до тех пор, пока почва не прогреется и вода из почвы не начнет поступать в растение. В годы с ранним весенним прогреванием почвы задержка в развитии весенних побегов не наблюдается.

В работе [51] Бос указывает, что такие явления свойственны главным образом растениям, у которых цветки развиваются раньше, чем листья. У подобных растений (например, у видов *Prunus*, груш и ясеней) период зимнего покоя цветочных почек заканчивается раньше, чем у листовых почек. Если при неблагоприятной погоде цветение задерживается, а период покоя листовых почек заканчивается, то при наступивших благоприятных условиях обе фазы наступают одновременно. При длительной неблагоприятной погоде развитие листьев опережает фазу цветения, расходуя влагу и питательные вещества, являясь конкурентом более старой фазы цветения.

Об изменении последовательности фаз на одном и том же растении сообщают Кулешов и Лапцевич [52]. Изучая рост соломины хлебных злаков, они установили, что при прохладной и сырой погоде цветение запаздывает по сравнению с колошением на 7—9 дней. В жаркую сухую погоду цветение начинается уже внутри влагалища, т. е. раньше выхода колоса. Сильно реагируют на такие условия погоды ячмень и овес, а также мягкая пшеница. Твердая пшеница никогда не зацветает до выбрасывания колоса.

Приведенные примеры указывают на возможность нарушений последовательности фаз в зависимости от особенностей климата или погоды отдельных лет. Выяснение этого требует дальнейших исследований с учетом физиологии растений. Особенное внимание надо обращать на изменение порядка наступления фаз при попытке вычисления наступления фаз с помощью сумм температур. По-видимому, кроме тепла, надо учитывать еще другие, пока неизвестные, причины.

## 7.1.1.7. Типы растений (ботанические системы) и виды влияния температуры на развитие растений

Для правильного понимания взаимосвязей между температурой и развитием растений исследователю, обрабатывающему фенологический материал, необходимо знать основы систематики растений. Это позволит правильно оценить данные наблюдений над различными группами растений.

Особенно ценна система датского ботаника Раункиэра [53], основанная на биологии растений. Он подразделяет растения по положению покоящихся глазков на побегах в зимнее время на следующие группы:

1. Фанерофиты — высокоствольные растения, деревья и кустарники, покоящиеся глазки которых на побегах находятся высоко над поверхностью почвы и снежного покрова. Начало вегетации их весной зависит прежде всего от температуры воздуха. К таким растениям относится береза, дуб, сосна и др.

2. Хамефиты, или карликовые растения и кустарники, покоящиеся глазки которых находятся над поверхностью почвы, но зимуют под снегом (например, черника, брусника, вереск).

3. Хемикриптофиты. Глазки зимуют под снежным покровом и отмершими частями растений (например, озимые хлеба, земляника, ревень, львиный зев, примула и др.). Начало вегетации связано с таянием снежного покрова и повышением температуры приземных слоев воздуха.

4. Криптофиты — многолетники. Глазки зимуют в почве в луковицах и на клубнях.

5. Терофиты — однолетники, перезимовывающие в виде семян. К ним относится большинство культурных растений. Криптофиты и терофиты начинают прорастать при достаточном прогревании верхних слоев почвы.

Для более точного понимания вопросов фенологии целесообразно брать для сравнения растения с одинаковым образом жизни, одинаковой генетической конструкцией и одинаковой наследственной реакцией. Точные наблюдения можно проводить в фенологических садах при главных фенологических станциях.

А. Деникер [38] также указывает на необходимость при фенологических наблюдениях различать типы растений. По времени цветения можно выделить четыре главных типа: 1) весеннее цветение — *Galanthus, Corylus, Cornus, Ulmus*; 2) летнее цветение — *Sambucus, Robinia*; 3) осеннее цветение — *Hedera*; 4) зимнее цветение — *Helleborus niger.*

В пределах каждого типа можно выделить следующие формы по продолжительности цветения: долгоцветущие (например, *Galanthus*), цветение длится несколько недель; быстроцветущие (например, *Ulmus*), цветение продолжается от нескольких дней

до 1—2 недель; с очень растянутым цветением (например, *Bellis perennis*), цветение продолжается иногда почти круглый год.

Для решения вопроса, от каких условий зависит развитие различных фаз, необходимо знать последовательность смены их у одного и того же растения. По времени наступления цветения в годовом цикле развития можно провести дальнейшую типизацию. У некоторых растений вместо обычного порядка фаз (развитие листьев — цветение — созревание) сперва наступает цветение, затем распускаются листья (*Corylus, Cornus*). У форситии листва распускается сразу после цветения, а у черной бузины цветению предшествует длительная стадия развития листьев.

На отдельные стадии развития оказывают влияние сезонные изменения погоды. Так, у раноцветущих деревьев и кустарников цветочные почки закладываются в предыдущее лето, погодные условия которого влияют на их развитие. Развитие растений, цветущих весной, зависит главным образом от температуры предшествующего цветению периода. К ним вполне возможно применение правила суммы температур. Для летнего цветения, кроме суммы температур, имеет значение распределение влажности воздуха. Запас питательных веществ в растениях также имеет большое значение. Наблюдения Кеппена [54] в Крыму показали, что древесные и луковичные растения, содержащие значительные запасы питания, менее подвержены влиянию внешних условий и фенологически более стойки, чем травянистые с малым запасом питания.

Кроме того, необходимо выяснить для отдельных видов растений продолжительность периода зимнего (иногда летнего) покоя. Об этом говорилось выше в связи с исследованиями Шюппа. Следует более подробно исследовать годовой ход развития растений: рост, размножение, накопление питательных веществ. Надо обратить внимание не только на наступление фаз, но и на подготовительный период и течение фаз у различных видов растений. Важное значение имеют дополнительные фазы, характеризующие окончание роста побегов. Следует вести наблюдения на взрослых деревьях, развитие которых может отличаться от развития молодых. По исследованиям Гофмана [55], у древесных пород время облиствления не зависит от возраста. У травяных растений с возрастом наблюдается запаздывание цветения и созревания. Деникер [38] указывал, что с увеличением возраста древесных растений число цветков и вероятность появления больших отклонений во времени раскрывания отдельных цветков возрастает. В связи с этим у старых деревьев увеличивается амплитуда колебаний начала и продолжительности цветения. Все-таки влияние возраста на время наступления фаз возможно, о чем будет речь в разделе 7.6. Только принимая во внимание ботанические особенности растений, можно разрешить вопрос взаимосвязи температурных и других климатических условий с фенологией.

## 7.1.2. Солнечная радиация

Солнечный свет является источником энергии для растения при синтезе органических веществ. Необходимым условием при этом является наличие определенной температуры. Интенсивная радиация при одинаковых температурных условиях усиливает синтез и ускоряет развитие. В областях, отличающихся продолжительностью и интенсивностью солнечного сияния, наблюдается ускоренное развитие растений и более раннее начало фенологических фаз. Иллюстрацией может служить рис. 40 [27], на котором дано сравнение фенограммы цветения сирени в 1950 г. в Тюрингии с ходом температуры и продолжительностью солнечного сияния. Интенсивное цветение сирени в третьей пентаде мая обусловливается не температурой, почти не менявшейся с начала мая, а сильным увеличением продолжительности инсоляции в середине мая.

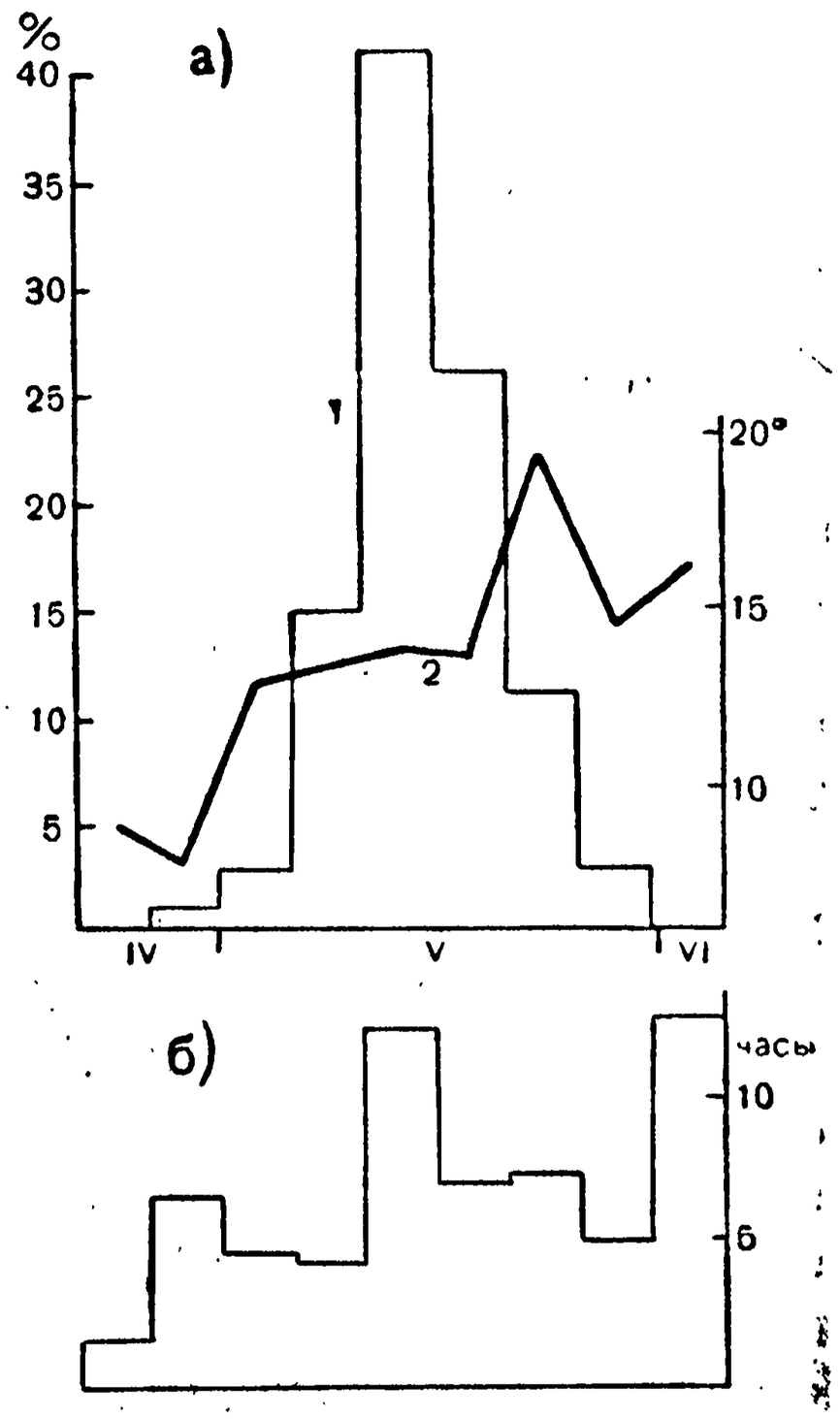



Рис. 40. Фенограмма цветения сирени в 1950 г. в Тюрингии.

*а* — относительная повторяемость (*1*) по пентадам (в процентах от всех наблюдений) и средняя пентадная температура (*2*) в Йене (по Бёэру); *б* — продолжительность солнечного сияния.

С широтой места значительно изменяется количество солнечной радиации. В северном полушарии с севера на юг, в южном, наоборот, с юга на север увеличивается количество радиации и возрастает температура, вследствие этого наблюдается ускорение развития растений, что видно на карте сроков уборки озимой пшеницы (карта 5). Кроме того, решающее значение имеет и континентальность. С увеличением континентальности местности увеличивается число часов солнечного сияния, способствующее ускорению развития. Раннее наступление фаз в Восточной Европе, показанное на карте 10, обусловливается усилением солнечного сияния в связи с увеличением континентальности климата.

Довольно большие различия в количестве солнечной радиации часто наблюдаются и на небольших расстояниях. Во всех областях, где наблюдается фён, продолжительность солнечного сияния увеличивается, что вместе с повышением температуры ускоряет развитие растений. Часто на фенологических картах, например, на северных склонах Судетских гор и в Альпах видно ускорение развития под влиянием фёна. То же явление имеет место

в долине Инна у Инсбрука и во многих других местах, где на подветренной стороне гор вследствие уменьшения облачности продолжительность инсоляции возрастает, а на наветренной, наоборот, убывает.

Хорошо видное на обычных картах влияние фёна на северных склонах Альп Улиг [56] показал еще более четко, применив другой способ картирования имеющегося материала наблюдений. На его картах показано относительное запоздание или опережение сроков цветения подснежника и яблони сравнительно со средними сроками для всей горной области. Параллельно Альпам простирается зона влияния фёна с отрогами в долины, направленные с севера на юг. В этой зоне влияние фёна особенно сильно проявляется. Дальше к северу примыкает зона с наиболее поздними сроками наступления фаз, а за ней, близ Дуная, простирается снова зона с ранними сроками, происхождение которой пока не выяснено.

С высотой места количество солнечной радиации увеличивается. Однако влияние ее на растения перекрывается понижением температуры, и наступление фаз с высотой запаздывает.

Для радиации, как и для температуры можно вычислить суммарное значение за определенные периоды развития растений. Для этого имеются наблюдения только по продолжительности солнечного сияния на станциях, расположенных в разных районах. Измерения интенсивности радиации дают лишь немногие станции. При сравнении сумм температур с продолжительностью солнечного сияния оказывается, что наибольшая продолжительность инсоляции соответствует наиболее низким температурам и наоборот. Нельзя, однако, ожидать чисто математической связи между температурой и инсоляцией, с одной стороны, и фенологическими датами и продолжительностью межфазных периодов — с другой. Биологические процессы развития растений сложны и многообразны, они не могут быть выражены в виде простых численных зависимостей.

Геслин [57, 58] изучал влияние солнечной радиации на развитие растений в связи с температурой. Он ввел понятие гелиотермической константы, являющейся функцией температуры и радиации. При недостатке данных по измерению радиации он использовал в качестве показателя радиации длину дня. Такая связь радиации с температурой при исследовании процессов развития растений дает лучшие результаты, чем влияние сумм температур или сумм радиации, взятых отдельно.

Следует обратить внимание также на фотопериодизм растений. Всходы особенно чувствительны к длине дня. Длина дня в первый период развития имеет решающее значение для скорости дальнейшего развития растений. В одних случаях развитие ускоряется, в других — замедляется. На некоторые растения длина дня не влияет. У растений длинного дня, например у салата и шпината, стрелкование и цветение наступают только при

длине дня 14 часов и более за первый период развития. При более коротком дне развитие генеративной фазы задерживается. Растения короткого дня нормально развиваются только при небольшой длине дня. Существуют нейтральные растения, не реагирующие на длину дня. На основании многочисленных наблюдений в этой области можно с большой вероятностью предполагать, что географическая широта районов возделывания от Альп до Северного и Балтийского морей вследствие различий в длине дня должна оказывать влияние на ритм развития растений.

При сравнении длины дня в период разных фаз развития в отдельных районах Средней Европы выявляются значительные различия, достигающие 2 часов для высот до 200 м, как показывают данные табл. 29. По законам фотопериодизма такие большие различия в длине дня должны иметь решающее влияние на ритм развития.

*Таблица 29*

**Длина дня** (час. мин.) **при наступлении фенологических фаз в разных областях Средней Европы** (1936—1939 гг.)

| Область | Географическая широта | Начало полевых работ | Всходы овса | Озимая рожь | | | Конец полевых работ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | цветение | уборка | посев | |
| Шлезвиг-Гольштейн | 54°30′ | 11 56 | 14 24 | 17 02 | 15 47 | 10 54 | 8 20 |
| Венский бассейн | 48° | 11 26 | 12 46 | 15 27 | 15 54 | 11 40 | 8 56 |
| б. Восточная Пруссия | 54° | 13 05 | 14 26 | 16 45 | 16 23 | 12 59 | 8 41 |
| Максимальная разница по областям | | 1 39 | 1 40 | 1 35 | 0 36 | 2 05 | 0 36 |

По данным Службы погоды в Шлезвиг-Гольштейне, на карте погоды от 18 мая 1951 г. видно влияние продолжительности освещения на цветение вишни. При этом низкие суммы температур компенсируются повышенной инсоляцией. Если в предыдущие годы для наступления цветения нужны были суммы температур около 3200°, то в 1951 г. достаточна была сумма 2700°. Объясняется это тем, что при позднем развитии, при удлинении дня, растения, следовательно, получали большее количество света, уравновесившее недостаток суммы температур данного года.

Поггенполь [59] указывает, что в некоторых случаях развитие растений ускоряется под влиянием увеличения продолжительности солнечного освещения больше, чем под влиянием повышения температуры. Он сравнивал большой ряд полученных им фенологических наблюдений в Умани с метеорологическими данными и выяснял, имелись ли в каждом отдельном случае

одноименные отклонения от среднего для фенологического срока и метеорологического показателя. Если при медленном нарастании суммы температур наблюдалось большое ускорение наступления фаз, то причиной этого было увеличение продолжительности солнечного сияния. Задержка фазы почти при нормальной или несколько повышенной сумме температур обусловливалась увеличением облачности или повышением количества осадков.

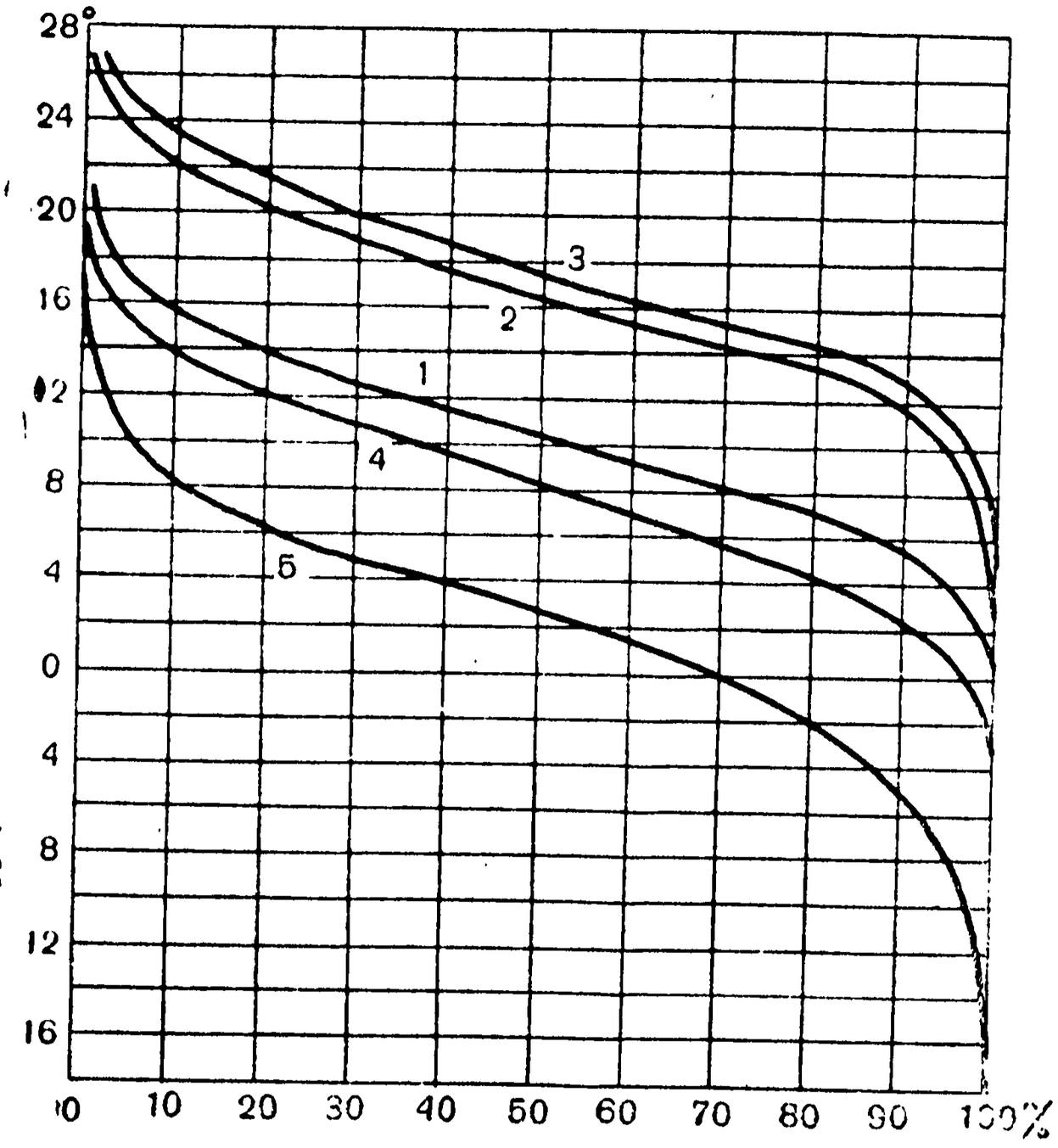



Рис. 41. Относительная повторяемость самых низких суточных температур в разные отрезки вегетационного периода для ст. Михелау—Бамберг (средняя за 1936—1949 гг.).

*1* — от посева овса до цветения яблони, 29 дней; *2* — от цветения яблони до уборки озимой ржи, 84 дня; *3* — от уборки озимой ржи до посева озимой ржи, 63 дня; *4* — от посева озимой ржи до окончания полевых работ, 58 дней; *5* — от окончания полевых работ до посева овса, 131 день.

Соответствующее влияние более благоприятных условий солнечной радиации на развитие растений установлено для продолжительности периода от цветения яблони до уборки озимой ржи в Европе (карта 4). В западной части СССР, к западу от 40-го меридиана, этот период с юга на север за 1930—1939 гг. в среднем постепенно удлиняется, а около Финского залива несколько уменьшается. То же наблюдается в отношении периода от цветения озимой ржи до уборки. Очевидно, такому укорачиванию вегетационного периода способствует увеличение продолжительности солнечной радиации летом в этих широтах. В Финляндии в середине июня благодаря большей высоте солнца и удлинению дня климат более равномерный, чем в конце мая (Ине [61]). Поэтому ход линий на фенологических картах весной менее плавный, чем в более позднее время. Значение солнечной радиации для жизни растений видно также из того, что разница во времени наступления фаз при движении с юга на север от одного градуса широты к другому составляет весной 4 дня. Шнейдер [62] указывал, что весной солнце переходит 1° широты тоже за 4 дня.

Значение солнечной радиации для развития растений видно из сравнения рис. 41 и 42, заимствованных из работы автора [63]. В данной работе приведена для одной станции в долине Верхнего Майна относительная повторяемость минимальной средней су-

точной температуры и минимальной интенсивности радиации (сумма за день) для следующих периодов вегетации: посев овса — цветение яблони; цветение яблони — уборка озимой ржи; уборка озимой ржи — посев озимой ржи; посев озимой ржи — окончание полевых работ; окончание полевых работ — посев овса.

Для каждого из этих периодов вычислялась повторяемость дней со средней суточной температурой через каждые 2°. На рис. 41 даны суммарные кривые для каждого периода вегетации. Для сравнимости кривых продолжительность каждого периода

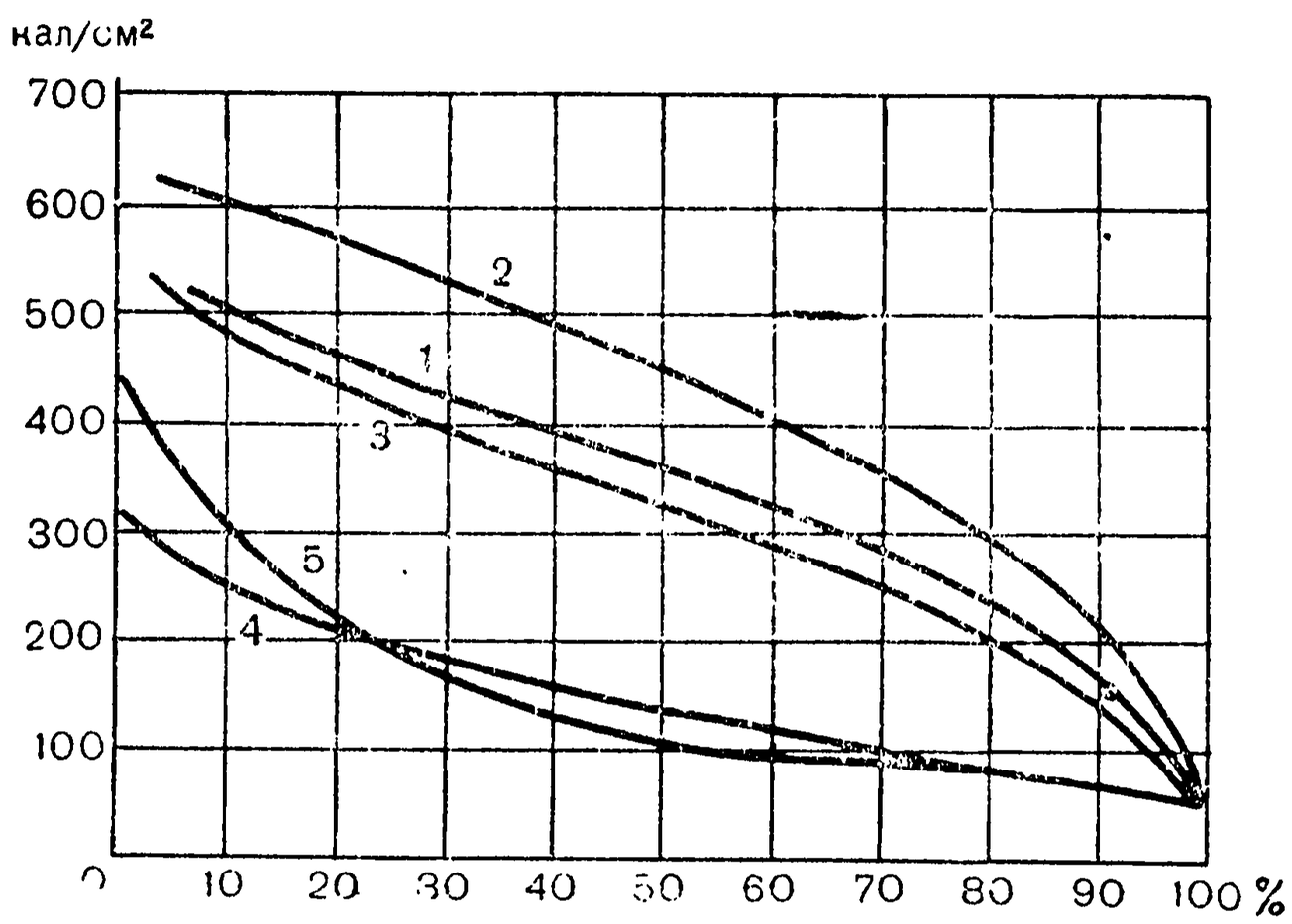



Рис. 42. Относительная повторяемость интенсивности солнечной радиации (суммы за день) в разные отрезки вегетационного периода для ст. Михелау — Байрейт (средняя за 1936—1949 гг.).

*1* — от посева овса до цветения яблони, 26 дней; *2* — от цветения яблони до уборки озимой ржи, 88 дней; *3* — от уборки озимой ржи до посева озимой ржи, 57 дней; *4* — от посева озимой ржи до окончания полевых работ, 46 дней; *5* — от окончания полевых работ до посева овса, 128 дней.

вегетации принималась за 100%. Таким образом, кривые показывают относительную повторяемость самых низких температур в отдельные периоды. Так, например, кривая для периода *1* (посев овса — цветение яблони) показывает, что в 50% случаев температура превышала 10°. По приведенной продолжительности отдельных периодов можно вычислить число дней, в течение которых температура переходила определенную градацию.

Соответственно вычислялось число дней солнечного сияния, причем интенсивность инсоляции определялась по актинографу Робича. На рис. 42 кривые показывают относительную повторяемость интенсивности солнечной радиации по периодам вегетации.

Кривые на рис. 41 и 42 дают характеристику температуры и радиации отдельных периодов вегетации. Расположение кривых не совпадает. На рис. 41 кривые для периодов *2* (цветение

яблони — уборка озимой ржи) и *3* (уборка озимой ржи — посев озимой ржи) лежат выше других кривых, причем температура в эти периоды редко опускается ниже 10°. Значительно ниже проходит кривая для периода *1* (посев овса — цветение яблони), весьма важного для весеннего развития зерновых (прорастание, всходы, кущение). Она за небольшими исключениями проходит выше 5°.

На рис. 42 кривая радиации для периода *2* (начало цветения яблони — уборка озимой ржи) проходит выше остальных, кривая для периода *1* (посев овса — цветение яблони) — значительно ниже. Кривая радиации для периода *3* (уборка озимой ржи — посев озимой ржи) расположена ниже, чем соответствующая температурная кривая, даже ниже кривой радиации для периода *1*.

Это различие между температурой и солнечной радиацией в период от уборки до посева озимой ржи является решающим для развития растений в конце лета и начале осени. Хотя температурные условия еще довольно благоприятны, но уменьшение солнечной радиации уже ограничивает возможности развития растений. Возделывание пожнивных культур зависит от числа дней, в течение которых солнечная радиация превышает определенный минимум.

Поздней осенью и зимой, в периоды посев озимой ржи — окончание полевых работ и окончание полевых работ — посев овса, также наблюдаются соответствующие различия. Температура периода посев озимой ржи — конец полевых работ незначительно ниже температуры периода посев овса — цветение яблони, в остальные дни она опускается до 0°. Ниже всего температура в период зимнего покоя, конец полевых работ — посев овса. В течение $^1/_3$ дней она опускается ниже 0°. Кривые радиации для периодов *4* и *5* лежат одинаково низко, так как поздней осенью солнечная радиация снижается, в то время как температура еще не достигла самой низкой точки. В течение периода окончание полевых работ — посев овса, в марте и начале апреля, кривая радиации круто поднимается за счет увеличения числа солнечных дней.

В некоторых новейших работах была установлена также зависимость между солнечными пятнами и развитием растений. Шнейдер [64] показал, что длина вегетационного периода каштана конского и некоторых других лиственных деревьев подвержена 11-летним периодическим колебаниям, во времени хорошо совпадающим с 11-летним периодом изменения числа солнечных пятен. Период от распускания листьев до созревания плодов — наименьший в годы с минимумом солнечных пятен и самый длинный в годы с максимумом их. В более поздней работе Шнейдер [65] доказал, что солнечные пятна не оказывают непосредственного влияния на длину вегетационного периода, но действуют косвенно через условия погоды на физиологические процессы

растений. Длина вегетационного периода определяется началом распускания листвы. Между этим сроком и температурой марта имеется очень высокий коэффициент корреляции. При максимуме солнечных пятен в Средней Европе господствуют высокие мартовские температуры, при минимуме — низкие. Но такое влияние наблюдается только в периоды максимума 89-летней волны солнечных пятен (в периоды минимума оно не наблюдается). Эти данные подтверждаются Фойгтсом [66], также установившим зависимость между циклом солнечных пятен, годовым ходом фенологических явлений и средней годовой температурой. В Любеке годы с наиболее ранним началом цветения наблюдались через 1—2 года после минимума солнечных пятен, с наиболее поздним цветением — через 1—2 года после максимума.

### 7.1.3. Температура почвы

Все фенологические фазы в почве или близ ее поверхности находятся под непосредственным влиянием температуры почвы. При благоприятных почвенных условиях (влажность, воздушный режим и т. д.) температура почвы имеет решающее значение для скорости прорастания и появления всходов зерновых и картофеля, а также для цветения таких низких растений, как подснежник, анемона, незначительно поднимающихся над поверхностью почвы.

Каждое растение требует определенной минимальной температуры почвы, только по достижении которой зерно начинает прорастать. Зерновые требуют для прорастания прогревания почвы по крайней мере до 2—5°, картофель — до 7—9°, кукуруза — до 6—10°, табак — до 13—14°. Наблюдая появление всходов, можно с уверенностью сказать, что температура почвы достигла необходимой для них минимальной температуры и, наоборот, по фенологическим картам всходов овса или картофеля можно судить о температуре почвы. Такие карты показывают, что температура превысила определенные пределы в верхнем слое почвы.

На ритм развития более высоких растений температура почвы оказывает влияние, которое проявляется в разной степени. Колебания температуры поверхностных слоев почвы влияют на растения через: теплопроводность плотных частей растений, отражение тепла от поверхности почвы, восходящие токи воздуха, нагретого поверхностью почвы. Теплопроводность в плотных частях растения усиливается, кроме того, проходящим от корней вверх по стволу соком, который в начале своего движения имеет несколько повышенную температуру за счет повышенной температуры почвы. Это тепло передается высоким частям растения. Только так можно иногда объяснить очень раннее развитие плодовых, растущих в особо благоприятных условиях.

Как правило, цветение яблони начинается, когда температура почвы на глубине 0,5 м превышает 10°. Это средняя температура за ряд лет. Имеются, конечно, и исключения, когда яблоня зацветает при несколько более низкой или более высокой температуре почвы. В общем изменение температуры почвы зависит от температуры воздуха. Эта зависимость проявляется при сравнении средних данных за ряд лет. В отдельных случаях температура почвы различна и в зависимости от типа почвы и влажности ее будет по-разному отражать колебания температуры воздуха.

Большое значение имеет снежный покров, причем следует различать, на какую почву он выпал — незамерзшую или мерзлую. В первом случае почвенное тепло сохраняется, способствуя раннему весеннему развитию растений.

### 7.1.4. Осадки, ветер, испарение

Наряду с температурой воздуха и другие климатические факторы (осадки, ветер, испарение) оказывают решающее влияние на развитие растений. Этим объясняются некоторые местные отклонения, иногда в пределах крупных областей. Так, например, в Шлезвиг-Гольштейне во многих местах, отличающихся особыми условиями выпадения осадков и ветрового режима, наблюдаются трудно объяснимые отклонения.

Обилие осадков может вызвать запоздание созревания и уборки хлебов. В дождливую погоду температура понижается, замедляя процесс созревания, однако обилие осадков само по себе при равных температурных условиях может несколько задержать созревание. В общем, такая задержка незначительна, но весной частые осадки иногда заметно отодвигают начало весенних работ, например посев овса, вследствие недостаточного просыхания почвы. Это влияние часто проявляется в долинах, где даже в нормальные годы обработка полей затрудняется избыточной влажностью почвы и медленным просыханием ее.

Марсэ [67] указывает на возможность ускорения листопада при засухе или избытке осадков. Вероятно, имеет, кроме того, значение недостаток или, наоборот, избыток света и внутренний ритм развития растений. В умеренных широтах листопад сокращает площадь транспирирующих листьев, когда вследствие замерзания почвы подача воды прекращается.

Ветер тоже может влиять на сроки наступления фаз. В защищенных от ветра местах уборка озимой ржи в предгорьях Альп [68] начинается на 2—3 дня раньше, чем в открытых. В целом влияние ветра на фенологические фазы незначительно.

## 7.2. ФОРМА РЕЛЬЕФА

Форма рельефа часто оказывает заметное влияние на время наступления фенологических фаз, главным образом там, где местные особенности рельефа, изменяя макроклимат, влияют на факторы, от которых зависит скорость развития растений. Так, в долинах, направленных с запада на восток, на южном склоне, освещенном солнцем в течение всего дня, хлеба созревают на 14 дней раньше, чем на той же высоте на северном склоне, на который солнечные лучи падают только в утренние и вечерние часы. Эти различия в сроках созревания и уборки определяются формой рельефа, влияние которого, как видно из приведенного примера, проявляется не через почву, а через местные особенности климата, в первую очередь через различия в солнечной радиации. Особенности местоположения и экспозиция склонов влияют на скорость развития растений в отдельных точках, изменяя ее по сравнению со средними условиями, возникающими под влиянием макроклимата местности.

То же можно наблюдать в отношении начала цветения плодовых. На обращенных к северу склонах долины вследствие поступления небольшого количества солнечной радиации цветение может начаться на 1—2 недели позже, чем на противоположных южных склонах, находящихся весь день под влиянием прямой радиации. Иногда неблагоприятный северный склон называют зимним, а противоположный южный — летним. Экспозиция склона изменяет радиацию, температуру воздуха, количество осадков, ветер — вообще все климатические факторы. В холмистой местности делювиально-моренного ландшафта один склон значительно раньше освобождается от снега, чем другой, одна долина подвергается действию холодного северного

*Таблица 30*

**Изменение сроков цветения в Полтаве (1934 г.) в зависимости от местоположения**

| Вид растений | Южный склон | Равнина, луг |
|---|---|---|
| *Ranunculus ficaria* | 31 III | 5 IV |
| *Carex schreberi* | 20 IV | 23 IV |
| *Veronica prostata* | 26 IV | 29 IV |
| *Vicia termifolia* | 8 V | 11 V |
| *Potentilla argentea* | 11 V | 15 V |
| *Hieracium pilosella* | 11 V | 15 V |
| *Sambucus nigra* | 13 V | 16 V |
| *Convolvulus arvensis* | 15 V | 18 V |
| *Coronilla varia* | 24 V | 29 V |
| *Knautia arvensis* | 24 V | 2 VI |

ветра, а другая защищена от ветра. Зеренсен [69] приводит факты влияния экспозиции на развитие растений. Он наблюдал начало цветения на северных склонах в среднем на 2 недели позднее по сравнению с южными. Наибольшее запаздывание отмечалось в апреле, наименьшее в июле. К таким же выводам пришел Розенкранц [14] в своих наблюдениях на Перхтольсдорфском Лугу, где на южном склоне ранней весной цветение началось на 19 дней раньше, чем на северном. В разгар весны разница составляла 11 дней, летом 9 дней.

Подробные исследования проводил в Полтаве Илличевский [42], отмечавший на южных склонах значительно более раннее цветение по сравнению с ровным лугом (табл. 30).

Крееб [70] установил в своих «Фенологических исследованиях на небольших пространствах» в Швабской Юре и на Бергштрасе различия в сроках цветения трав и вишни в зависимости от экспозиции и показал их на картах.

Подобные изменения местного климата наблюдаются не только в гористых и холмистых местностях, но даже при относительно малых неровностях рельефа. Так, например, на южной стороне небольшого песчаного холма растительность развивается быстрее, чем на северной.

Общеизвестно различное влияние возвышенностей и небольших препятствий на распределение осадков. В горах на наветренной стороне осадков больше, чем на подветренной. В условиях небольших возвышенностей распределение осадков на наветренной и подветренной сторонах обратное распределению их в горном рельефе. На небольших холмах, у изгородей, дамб, валов, групп деревьев осадков с наветренной стороны меньше, с подветренной несколько больше, чем на соседних ровных местностях. Такие небольшие различия в распределении осадков не оказывают существенного влияния на фенологические фазы.

Характер рельефа может обусловливать скопление холодных масс воздуха в низинах, вызывающих задержку развития. В среднегорных долинах при относительной разности высот 150—200 м цветение яблони на дне долин запаздывает до двух дней сравнительно с более теплыми высокими склонами. Примером этому служит Клагенфуртский бассейн, в низких местах которого, по Розенкранцу [14], холодные массы воздуха создают «озера холода» в конце зимы, что сильно задерживает развитие растений. Балчин и Пай [71] в Великобритании при инверсии температуры наблюдали в низинах задержку развития в конце марта на 10—20 дней по сравнению с точками наблюдений, расположенными на высоте 200 м над зоной инверсии. Только с апреля в нижних зонах развитие растений начинало опережать развитие в более высоких зонах. Задержку развития в первые месяцы в пределах инверсии нельзя отнести за счет сумм температур. Она объясняется низкими минимумами температуры в результате инверсии. Аналогичное запаздывание развития растений наблюдается

около озер, лежащих в котловинах, где микроклимат более прохладный, чем в соседних районах, лежащих выше границы инверсии. У озера ниже границы инверсии весной и осенью нередко господствуют туманы, задерживающие развитие растений.

В б. Восточной Пруссии неоднократно наблюдалась задержка развития растений ранней весной около замерзших озер. Розенкранц [14] сообщает о запаздывании развития у Нейзидлерского озера.

Ине [72] сообщает об охлаждающем влиянии Ладожского озера, в результате которого к северо-западу запаздывает срок цветения *Ribes* и *Prunus*. На островах Финляндии фазы наступают позднее, чем на суше. На таяние ледяного покрова расходуется тепло воздуха и, кроме того, температура воды после таяния долгое время еще ниже температуры суши. Охлаждающее влияние оказывают также ветры. По Кеппену [54], в некоторые годы на Южном берегу Крыма наблюдается задержка развития растений сравнительно с Симферополем. Осенью фенологические различия между дном долины, где скапливается холодный воздух, и склонами могут быть больше, чем весной. Осенью с понижением температуры воздуха начинается осеннее окрашивание листвы. В горах Средней Европы часто изменение окраски листьев и листопад наступают одновременно на высотах и в долинах, в которых скопляются массы холодного воздуха. На средних высотах осеннее изменение окраски листьев и листопад наступают позднее.

Осенью низкие районы с озерами находятся в благоприятных условиях, так как озера сохраняют тепло. Розенкранц [14] указывает на поздний листопад в приозерном Зальцкаммергуте, в юго-восточном Штейермарке и у Боденского озера.

Все эти примеры свидетельствуют о решающем влиянии формы рельефа на жизнь растений. При внимательном наблюдении многие изменения в ритме развития можно объяснить особенностями местности. Микроклиматические съемки, предлагаемые Кнохом [73, 74], могут быть весьма полезными для понимания местных особенностей климата и связанных с ними фенологических явлений.

## 7.3. ПОЧВА

Почва оказывает большое влияние на скорость развития растений. Различия в развитии, обусловленные почвенными условиями, сильнее бросаются в глаза, чем климатические, так как почвенные разности обычно резко разграничены, тогда как изменения климата и микроклимата происходят более постепенно.

Нередко почвенные различия и связанные с ними особенности развития растений очень хорошо видны. Например, ранней весной на сухой песчаной почве началось цветение, в то время как рядом на сырой болотистой почве растения находятся в стадии зимнего покоя. Не всегда, однако, можно легко отличить разли-

чия в развитии растений, вызванные почвенными условиями, например когда почва покрыта густым дерном. Бывают случаи, когда верхний слой почвы однороден, а более глубоко лежащие слои разные. Такие различия отражаются в первую очередь на глубоко коренящихся деревьях.

Почвы, образовавшиеся на разных грунтах (известковые, пестрый песчаник, лёсс, песчаные, глинистые, порфировые, сланцевые), оказывают различное влияние на фенологию и развитие растений, ускоряющее или, наоборот, задерживающее. Чаще всего изменения, обусловленные почвой, очень незначительны и мало заметны. Илличевский [75] приводит некоторые цифровые данные (табл. 31) на основании своих наблюдений в Полтаве.

Влияние почвы на фазы хорошо заметно по среднему течению Рейна, между Майнцем и Бингеном. На тяжелых почвах северного берега Рейна весеннее развитие растительности несколько отстает, а на легких песчаных почвах южного берега наступает на 5 дней и более раньше. Рейн является границей двух фенологически различных областей. Такой же границей служит р. Оре в Заксен-Ангальте, севернее Магдебурга. К югу от этой маленькой речки, протекающей с запада на восток и впадающей у Вольмирштедта в Эльбу, на плодородных тяжелых почвах уборка хлебов начинается на 5 дней позже, чем к северу от нее, на легких бедных песчаных делювиальных почвах в Летцлинге и в Альтмарке.

*Таблица 31*

**Изменение начала цветения в зависимости от почвы**

| Вид растений | Песок | Серый глинозем | Чернозем |
|---|---|---|---|
| *Gypsophila muralis* | 1 VI 1926 | 9 VI 1926 | |
| *Prunus spinosa* | 27 IV [1] 1925 | 28 IV [2] 1925 | |
| *Trifolium alpestre* | 4 VI 1923 | | 31 V 1923 |
| *Trifolium alpestre* | 1 VI 1926 | 8 VI 1926 | |
| *Galium verum* | 22 VI 1919 | 4 VII 1919 | |
| *Veronica prostata* | 5 V 1927 | 12 V 1927 | 5 V 1927 |
| *Achillea lanata* | 1 VI 1926 | 9 VI 1926 | |
| *Taraxacum serotinum* | 17 VII 1924 | 21 VII 1924 | |

А. Меде [76] на примере цветения подснежника и начала полевых работ подчеркивает необходимость принимать во внима-

[1] Утром.
[2] Вечером.

ние почвенную карту при составлении фенологических карт. Различия в фенологии растений, обусловленные почвой, наиболее резко выражены на болотистых почвах, в местах, где болотистые почвы с поздним началом фаз непосредственно граничат с минеральными почвами с более ранним наступлением фаз. Здесь различие может доходить до 10 дней.

Различия в скорости развития растений зависят от климата почвы, ее температуры и влажности, от доступности почвенной влаги. Последняя проявляет свое действие через температуру, так как сырая почва медленнее прогревается, чем сухая. Сырая почва расходует часть получаемого тепла на испарение. Нагрев ее начинается только после достаточного просыхания. На некоторых полях в феврале в зависимости от особенностей пахотного слоя или подпочвы наблюдаются мокрые пятна. Здесь почва позднее прогревается, так как первое весеннее тепло расходуется на испарение воды. В это время расположенная рядом сухая почва уже согревается. Развитие растений на сырых местах задерживается вследствие низкой температуры почвы. Обработка сырых почв также запаздывает, что видно на карте начала посева овса [77] и цветения озимой ржи, нередко запаздывающего на дне долины более чем на 5 дней.

С. Илличевский [75] сообщает о задерживающем влиянии весенних паводков на развитие растений. По данным наблюдений в 1926—1927 гг., в Полтаве цветение на затопляемых площадях задерживалось на 2—7 дней. В 1934 г. благодаря теплой весне растения зацвели на 1—2 недели раньше обычного, а в речной долине после сильного паводка цветение наступило только к нормальному сроку.

В течение некоторых фаз, например созревания хлебов, большой запас влаги в почве обеспечивает хорошее водоснабжение, но замедляет наступление фазы. В таких случаях влажность непосредственно влияет на срок начала фаз. Окраска почвы тоже может иметь особое значение. При одинаковой степени просыхания темная почва нагревается лучше, чем светлая; на темных почвах корни растений находятся в условиях более высокой температуры, чем на светлых.

Итак, на скорость развития растений решающее влияние оказывает температура почвы. Чем более прогреты слои почвы, в которых развиваются корни, тем быстрее проходит развитие растений. По новейшим исследованиям Вегера [78], иногда на светлой почве вследствие увеличения альбедо развитие протекает быстрее, чем на темноокрашенной.

При всех исследованиях такого рода необходимо постоянно помнить, что в любом местоположении все факторы климата, почвы и формы рельефа воздействуют на растение одновременно, изменяя скорость развития его. Так как из числа названных факторов преобладает влияние то одного, то другого, то обычно трудно точно разграничить влияние каждого в отдельности.

## 7.4. РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА

Ход сезонного развития растения внутри сообщества может быть иным, чем при отдельном стоянии его. Внутри растительного сообщества создается микроклимат с особыми условиями радиации, температуры и влажности. Микроклимат изменяет скорость развития растений сообщества. Особенно резко это заметно в лесу. На опушках леса фазы обычно наступают на несколько дней раньше, чем в чаще. Поэтому в инструкциях для наблюдений указывается на необходимость выбирать для наблюдений экземпляры, растущие в глубине леса. Наиболее резко изменяются жизненные условия подлеска, защищенного от влияний погоды лесным пологом. Вопросы фенологии растительных сообществ изучал Марчелло [79].

## 7.5. СЕЛЕНИЯ

Часто можно установить определенное влияние населенных пунктов на фенологические показатели. Особенно это заметно в больших городах, где в защищенном центре весной фазы наступают на несколько дней раньше, чем на окраинах или за городом. Розенкранц [80] нашел большие различия между феноклиматом Вены и предместий; эти различия, кроме того, обусловлены пересеченностью рельефа, влиявшей на микроклимат города. Баумгартнер [81] исследовал влияние большого города на фенологические явления в Мюнхене. При изучении местного климата надо принимать во внимание индивидуальные особенности растений. В защищенном положении в деревне можно наблюдать различие в несколько дней во времени наступления фаз сравнительно с открытым полем в окрестностях. Улиг [82] отмечает, что в некоторых деревнях цветение вишни начинается на 2 дня раньше, чем в окрестностях. Франкен [83] наблюдал в 1955 г. в Гамбурге более раннее цветение форситии в густозаселенных частях города, чем на северной окраине. Разница составляла более одной недели.

## 7.6. ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ, НАСЛЕДСТВЕННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Наряду с внешними факторами более или менее сильное влияние на фенологические явления оказывают внутренние, наследственные особенности растений. Так, например, на деревьях каштановой аллеи, растущих в одинаковых условиях, можно отметить определенное различие во времени цветения: одни деревья зацветают раньше, другие позже. При сравнении растений одного и того же вида или сорта всегда заметны различия в скорости развития. Причины этого усматривают в способности отдельных видов и сортов хорошо развиваться при разных температурах.

Всем известны сортовые различия в скорости развития культурных растений. При опытных посевах яровой и озимой пшеницы, полученной из разных климатических зон всего мира, были установлены за ряд лет по отдельным сортам сроки появления всходов, колошения, начала цветения и созревания, а также вычислены суммы температур для отдельных фаз. При этом оказалось, что сортовые различия озимой пшеницы характеризуются суммой температур для всего вегетационного периода, а яровой пшеницы — суммой температур за период от колошения до созревания.

Для дикорастущих имеются аналогичные наблюдения, свидетельствующие о внутренних, наследственных факторах, влияющих на их фенологию. Есть сообщения из Венгрии [85] о наблюдениях над 66 формами сирени, возделывавшимися на опытном поле. Сравнивалась длина весеннего вегетационного периода в связи с температурными условиями. Баумгартнер [86] наблюдал индивидуальные различия развития листьев бука красного. Он обнаружил двойную индивидуальность. Начало, течение и продолжительность развития листвы индивидуальны для каждого дерева. Не выяснено, являются ли эти различия наследственно обусловленными или, может быть, имеют значение условия питания предыдущего года. Мессери [87] обнаружил внутренние различия у растений, происходящих из тропиков и умеренного пояса; они представляют интерес для международных фенологических наблюдений. По данным Мессери, у тропических растений ритм развития чисто органический, у растений умеренного пояса — сезонный. У тех и других имеется период покоя, причем у растений умеренной зоны он подготавливается определенными механизмами, чего не наблюдается у тропических растений. Решающими для подготовки к периоду покоя являются световые и температурные условия. У растений умеренных широт нередко летом наступают «паузы» в развитии.

А. А. Дмитриева [88] проводила подробные фенологические наблюдения за дикорастущей флорой Батумского ботанического сада. В зависимости от происхождения растения обнаружили различную периодичность. У древесных северного происхождения, как и у тропических травянистых растений, наблюдался зимний период покоя, несмотря на мягкие зимы.

На фенологические явления оказывает влияние также возраст растений. Старые деревья зацветают на несколько дней раньше молодых, цветение на молодых побегах начинается на 3—4 дня раньше, чем на старых ветвях [89]. В разделе 7.1.1.5. указывалось на зависимость осенней окраски листвы от ее возраста. По всей вероятности, здесь имеет значение концентрация клеточного сока, которая у разных сортов и особей с возрастом увеличивается в разной степени, обусловливая разную реакцию на температурные изменения.

Осенняя окраска листвы, как и все другие явления развития, обусловливается взаимодействием внешних и внутренних факторов. При изучении причин фенологических явлений следует, кроме влияния внешних факторов среды, принимать во внимание и внутренние факторы, обусловленные влиянием наследственности.

В разделе 7.1.1.4 (суммы температур) говорилось о том, что под влиянием климатических и других факторов могли образоваться наследственно разные расы растений с различными требованиями к внешним условиям, в особенности к температуре. Арцт и Людвиг [19] доказывали в своих исследованиях развития мать-и-мачехи (*Tussilago farfara*), что различные требования к теплу этого растения в разных климатических областях генетически обусловлены естественным отбором. Поэтому мать-и-мачеху из б. Восточной Пруссии трудно сравнивать с мать-и-мачехой из Мекленбурга и Ольденбурга. Это обстоятельство затрудняет проведение точных фенологических исследований.

Ответы на практические вопросы фенологии может дать материал, полученный путем обычных наблюдений. При этом надо помнить, что внутренние, наследственные задатки также имеют большее или меньшее значение для наступления фаз. Для подробных исследований таких еще не достаточно выясненных вопросов о внутренних влияниях имеются особые исследовательские учреждения. Точные сравнительные наблюдения проводят основные фенологические станции и фенологические сады.

## 7.7. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Фенологические различия могут возникнуть в результате обработки почвы, удобрений и работ по уходу за посевами, ускоряющих или задерживающих развитие растений. Сроки посева могут значительно изменять ход развития культур.

Ф. Розенкранц [90] установил для Австрии и Чехословакии, что скорость прорастания овса в период от посева до появления всходов при позднем посеве значительно увеличивается (на 60—80%), период прорастания сокращается до 12—14 дней, после чего остается постоянным. Проведенные по феноме трическому методу Торнсвейта и Хиггинса [91] опыты со сроками посева гороха показали, что с запаздыванием посева сокращаются отдельные фазы развития, что может быть установленно ежедневными наблюдениями.

М. Нуттонсон [92] сообщает об опытах со сроками посева в одной точке и в географическом разрезе от Аляски до Мексики. Он также наблюдал ускорение развития по мере запаздывания посева.

У плодовых прививка может изменить скорость развития [89]. Применение поздно цветущих подвоев задерживает срок цветения привоя и, наоборот, ранние подвои ускоряют цветение привоя.

Если характер местности достаточно разнообразен, то можно легко установить различные влияния на фенологические фазы по временам года. Простые наблюдения, проведенные в окрестностях места жительства наблюдателя, могут дать важные дополнительные данные для изучения вопросов фенологии. Правда, отдельным наблюдателям недоступна разработка вопросов фенологии, касающихся больших площадей. Эту работу проводят центральные учреждения, регулярно получающие материалы наблюдений от широкой сети наблюдателей. В деле изучения пространственных вопросов фенологии за последние десятилетия достигнуто многое. Однако мало еще сделано по обработке и исследованию многих более мелких частных вопросов, встающих перед наблюдателем в природной обстановке и требующих разрешения. Отдельным наблюдателям предоставляется открытое поле деятельности, они могут дать молодой науке фенологии много ценного.

# 8. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕНОЛОГИИ

## 8.1. КЛИМАТОЛОГИЯ

Данные фенологических наблюдений имеют большое значение для различных областей науки и практики. Прежде всего они оказывают существенную помощь климатологии. Служба погоды имеет свою сеть наблюдательных станций, следящих за погодой с помощью разных приборов и самописцев. Станции всех разрядов, измеряющие температуру воздуха, находятся на равнинах на расстоянии 30—40 км одна от другой, в горах на меньшем расстоянии. Температурные условия между станциями не определяются. Нередко между ними находятся небольшие области с благоприятным или неблагоприятным климатом, более или менее отличающиеся по температурным условиям. В горах микроклиматические условия изменяются сильнее, чем на равнинах. Исследованию таких местных климатических различий могут помочь фенологические наблюдения, так как по ускорению или запозданию развития растений можно судить о благоприятных или неблагоприятных климатических условиях данной местности. В фенологии растения используются как прибор своеобразной очень густой сети. Они ничего не стоят, растут везде и в противоположность метеорологическим приборам реагируют на все элементы погоды в целом. Результаты фенологических наблюдений позволяют выявлять различия местного климата. Это является главной причиной присоединения фенологической службы к Службе погоды в Германии в 1936 г., затем были приняты меры к дальнейшему ее развитию.

Незадолго до начала войны сеть охватывала около 10 000 наблюдателей. В настоящее время фенологическая сеть во всей Германии восстановлена; это дает возможность дальнейшего изучения местных климатических условий в разных климатических областях. Фенология представляет ценное вспомогательное средство при изучении климата родины, предложенном Кнохом [1].

При густой сети наблюдательских пунктов, отражающих влияние небольших различий в характере местности на расте-

ния, получаемый материал может быть использован при изучении климата рельефа [1a]. Задачей сети наблюдательских пунктов является установление микроклиматических особенностей небольших районов и нанесение их на карты крупного масштаба (1 : 25 000). Фенологическая съемка местности, выявляющая мелкие детали фенологических явлений, может значительно помочь при изучении климата рельефа.

Фенология является важным подспорьем для фенологической климатологии [1b]. Для ознакомления с климатом отдельных местностей сельскохозяйственная наука и практика до сих пор располагают только данными климатологических ежегодников, вычисленными по календарным месяцам. Такие средние и крайние месячные данные недостаточны для нужд сельского хозяйства, потому что вегетационные периоды редко совпадают с календарными месяцами. Для сельского хозяйства нужны также климатические данные, вычисленные по природным вегетационным периодам. Для этого можно использовать фенологические сроки главнейших фаз развития. Климатические величины должны быть заново пересчитаны применительно к установленным фенологией вегетационным периодам и опубликованы в дополнение к предыдущим изданиям. Из связи данных фенологических с климатическими величинами возникает фенологическая климатология, необходимая для работ в области региональной агрометеорологии.

В опубликованной работе автора [2] говорилось о необходимости таких дополнительных климатологических обработок; для 17 климатических областей Европы было дано сравнение сумм температур, солнечного сияния и осадков за естественный вегетационный период (от цветения яблони до уборки озимой ржи) с соответствующими календарными суммами за период май — июль. Эти три месяца раньше принимались в сельском хозяйстве и метеорологии в качестве среднего вегетационного периода. Однако сравнение такого схематичного и естественного вегетационного периода от цветения яблони до уборки озимой ржи обнаруживает более или менее значительные различия. На рис. 43 изображены суммы температур и осадков, вычисленные двумя способами, для 17 станций в виде столбиков. Из сравнения видно, что обработка климатического материала по фенологическим периодам оправдывает себя с точки зрения сельского хозяйства. На графике видно, что суммы температур естественного вегетационного периода более постоянны, чем вычисленные для трех календарных месяцев.

На другом примере для одной из станций долины Верхнего Майна приведены результаты фенолого-климатических вычислений в форме, удобной для использования их в сельском хозяйстве. Рисунок 44 [1b] показывает возможное деление года на более мелкие отрезки периода вегетации в зависимости от осадков. Весь период от начала до конца полевых работ разде-

лен на 17 мелких периодов длительностью от пентады до месяца. Для каждого периода определялась средняя относительная повторяемость дней с количеством осадков не менее 1 мм. Данные изображены графически на рис. 44. Различная длина

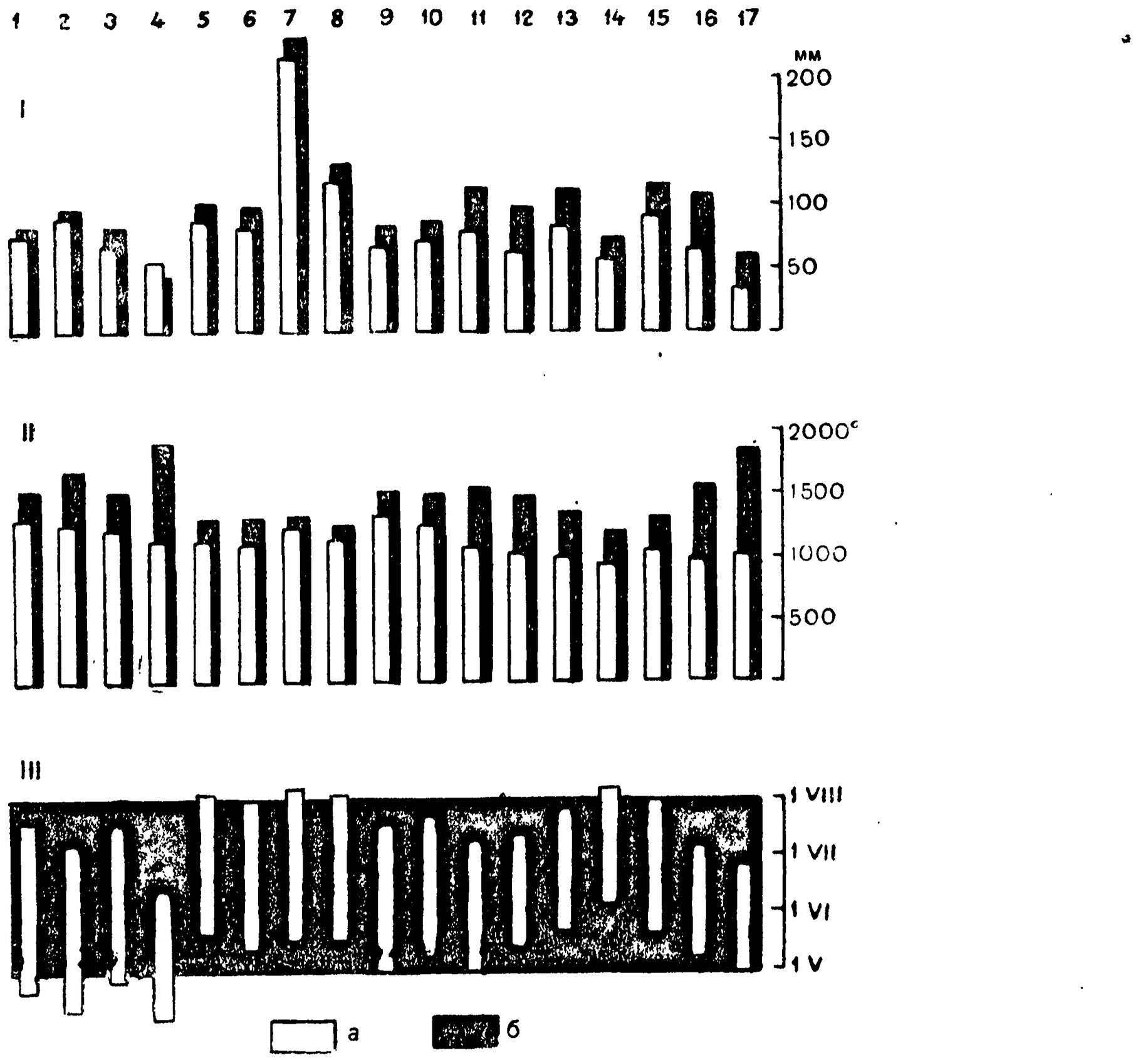



Рис. 43. Суммы осадков и температур в разных климатических зонах за разные отрезки периода вегетации.

*I* — сумма осадков, *II* — сумма температур, *III* — продолжительность вегетационного периода; *а* — период от цветения яблони до уборки озимой ржи, *б* — вегетационный период (май — июль).

*1* — Нант, *2* — Бордо, *3* — Париж, *4* — Тулон, *5* — Фленсбург, *6* — Эмден, *7* — Изни, *8* — Цвифальтен, *9* — Франкфурт, *10* — Галле, *11* — Вена, *12* — Варшава, *13* — Трейбург-Олеко, *14* — Таллин, *15* — Витебск, *16* — Киев, *17* — Херсон.

выходящих из центра зачерненных площадей по секторам показывает повторяемость осадков в процентах от соответствующей длительности периода. Можно видеть, в какие периоды вегетации в году можно в среднем ожидать бóльшую или меньшую повторяемость выпадения осадков. Так, например, на данной станции во время уборки трав в среднем только 22% дней может быть с осадками более 1 мм.

Наряду с этим важно знать, в течение скольких лет в какой-либо части периода вегетации не выпадают осадки (с определенным минимумом интенсивности их) или, наоборот, как часто дожди шли $^1/_4$ или $^1/_2$ времени. На рис. 45 показано число дождливых дней в процентах по градациям 0, 1—25, 26—50,

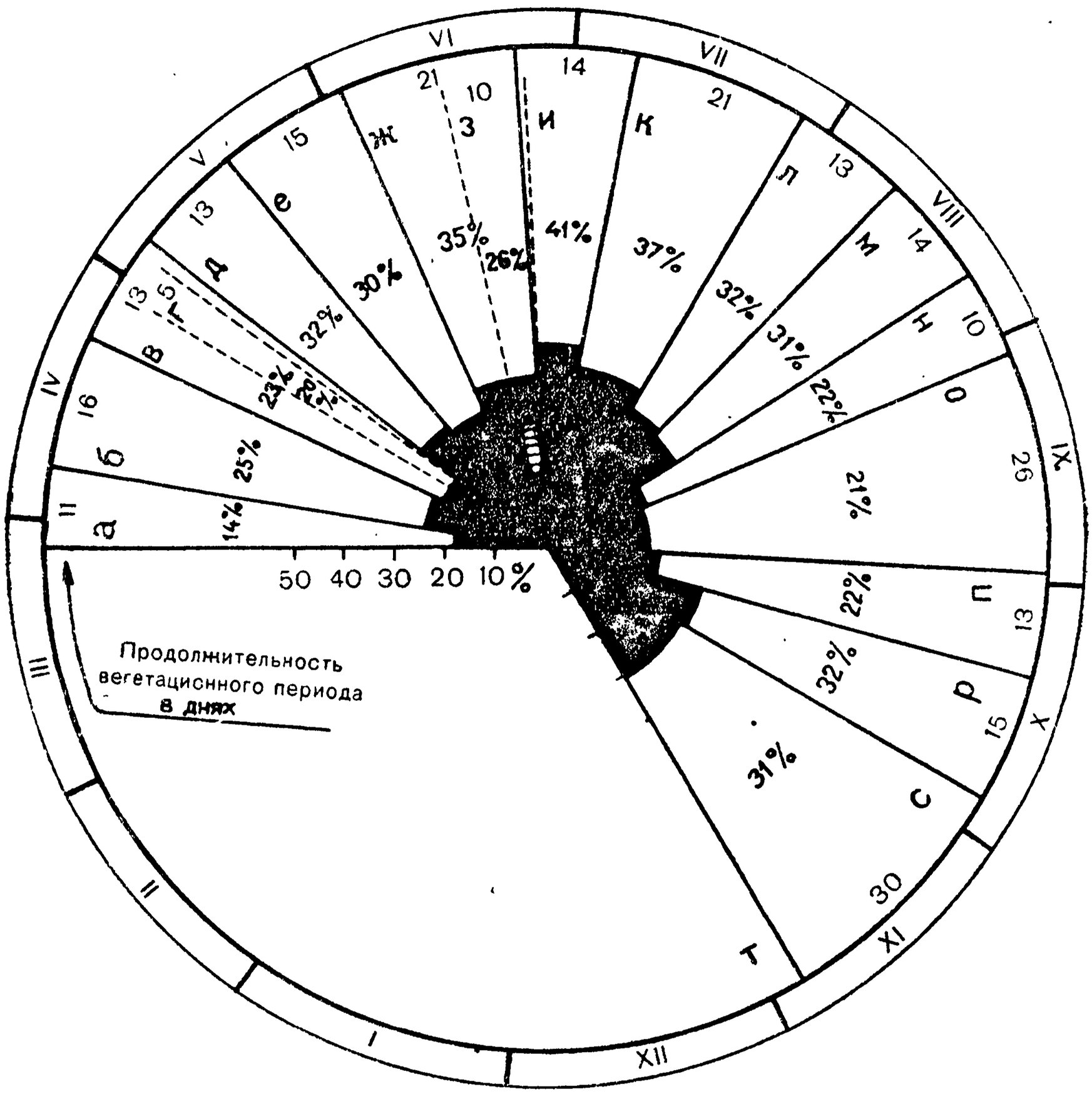



Рис. 44. Относительная повторяемость дней с количеством осадков не менее 1 мм (в процентах от всего периода вегетации) по разным отрезкам периода вегетации для станции Михелау—Лихтенфельс (средняя за 1936—1949 гг.).

*а* — начало полевых работ, *б* — посев овса, *в* — всходы овса, *г* — посадка картофеля, *д* — начало цветения яблони, *е* — конец цветения яблони, *ж* — цветение озимой ржи, *з* — сенокос, *и* — начало выметывания овса, *к* — уборка картофеля, *л* — уборка озимой ржи, *м* — уборка овса, *н* — косьба отавы, *о* — 11-й день после косьбы отавы, *п* — посев озимой ржи, *р* — всходы озимой ржи, *с* — всходы озимой пшеницы, *т* — конец полевых работ.

более 50%. Учитывались лишь дни с количеством осадков более 2,5 мм. На графике видно, в какие части периода вегетации в течение многих лет (14 лет) осадки не превышали 2,5 мм. Так, например, за 14 лет в период уборки озимой ржи в течение 4 лет не было осадков более 2,5 мм; в следующие 4 года $^1/_4$ периода уборки (1—25%) была с осадками, причем за один день выпадало более 2,5 мм, в $^3/_4$ периода

осадков более 2,5 мм не отмечалось; в остальные 6 лет приблизительно в $^1/_2$ периода (26—50%) были осадки более 2,5 мм.

Такие феноклиматические показатели указывают, в какой степени осадки будут мешать во время полевых работ, как

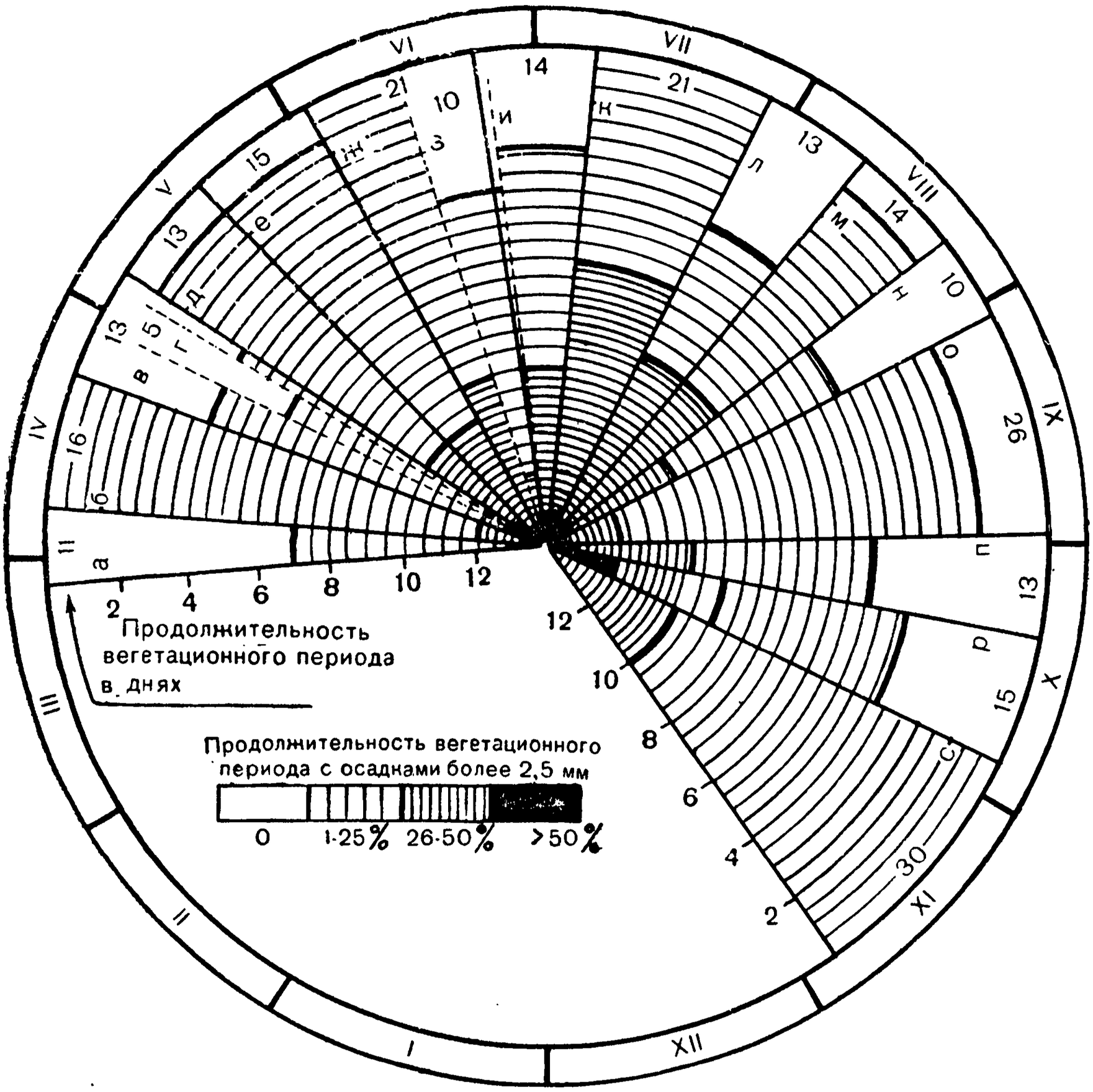



Рис. 45. Число лет с относительной повторяемостью количества осадков более 2,5 мм по отрезкам периода вегетации для станции Михелау — Лихтенфельс (среднее за 1936—1949 гг.).

*а* — начало полевых работ, *б* — посев овса, *в* — всходы овса, *г* — посадка картофеля, *д* — начало цветения яблони, *е* — конец цветения яблони, *ж* — цветение озимой ржи, *з* — сенокос, *и* — начало выметывания овса, *к* — уборка картофеля, *л* — уборка озимой ржи, *м* — уборка овса, *н* — косьба отавы, *о* — 11-й день после косьбы отавы, *п* — посев озимой ржи, *р* — всходы озимой ржи, *с* — всходы озимой пшеницы, *т* — конец полевых работ.

часто будут выпадать осадки в период цветения плодовых, будут ли хлеба и картофель обеспечены влагой во время цветения.

М. Шнейдер [3] проделал впервые подобные вычисления для более обширной области. В приложении к «Фенологической климатологии южной Германии» он приводит суммы, средние и крайние температуры для некоторых станций.

Феноклиматические данные различных метеорологических элементов, сведенные в таблицы, могут быть использованы при

решении растениеводческих и производственных вопросов. На рис. 46, по Шнелле [4], показана повторяемость заморозков во время цветения вишни и яблони в Киссингене в 1936—1949 гг. Сравнение таких графиков дает возможность судить об опасности заморозков в период цветения в различных районах плодоводства. Земанн [5] приводит наглядные данные для северной Германии. На основании аналогичных исследо-

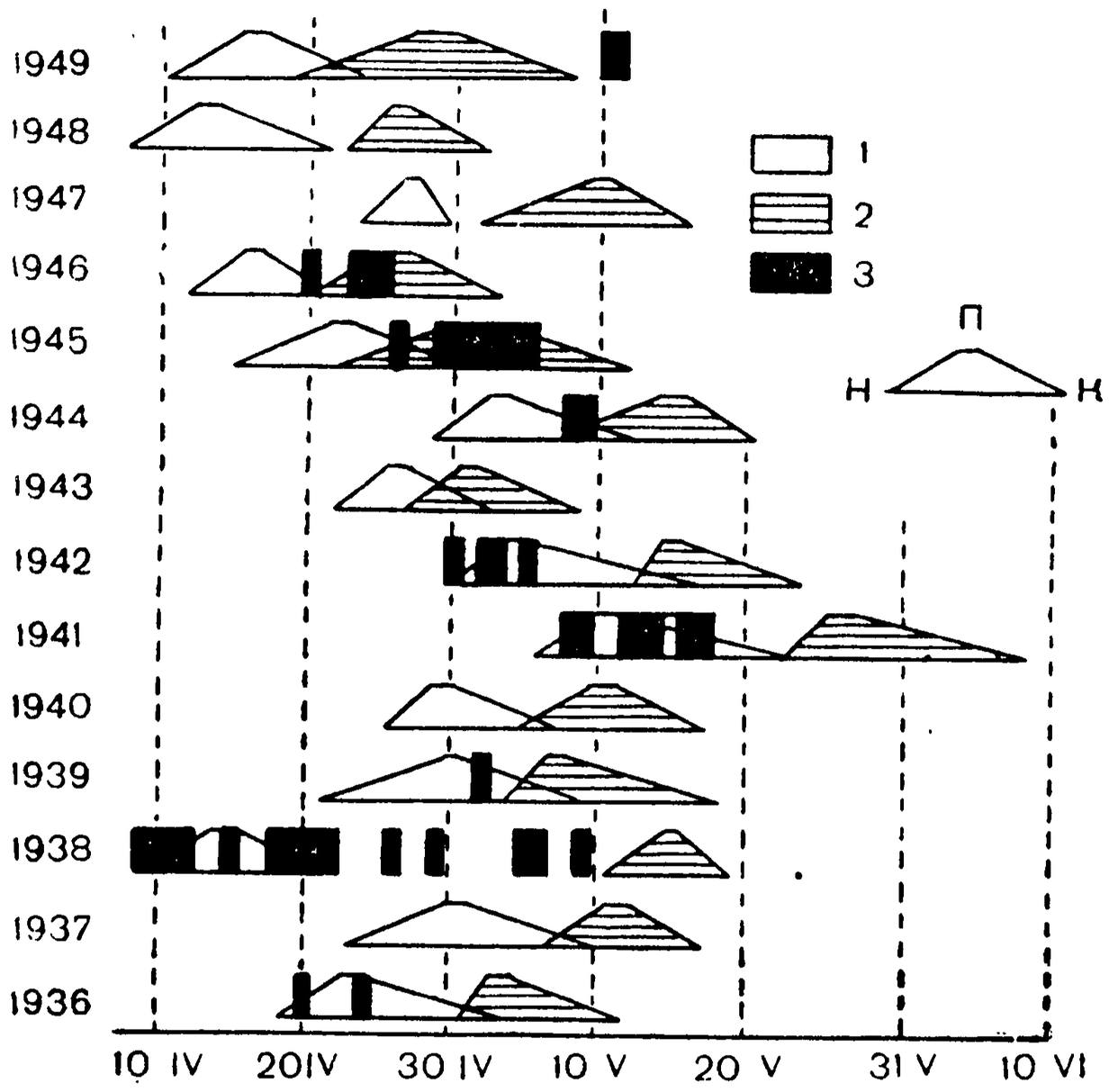



Рис. 46. Повторяемость в Киссингене (Северная Бавария) заморозков во время цветения плодовых.

*1* — цветение вишни, *2* — цветение яблони, *3* — заморозки: Н — начало цветения, П — полное цветение, К — конец цветения.

ваний Розенкранц [6] установил возможность возделывания абрикоса в Нижней Австрии (сопоставляя время цветения с последними заморозками). Разведение культуры возможно в случаях, когда вероятность цветения абрикоса 75% наступает не раньше чем через неделю после последнего заморозка.

Такие исследования послужат прочной основой для будущего фенологической климатологии, отвечающей всем требованиям сельского хозяйства и являющейся предпосылкой для дальнейших работ в области региональной агрометеорологии.

Берг [7] ставит вопрос о значении фенологии для климатологии. По его мнению, нельзя рассматривать фенологическую дату как функцию суммы функций различных метеорологических элементов, поэтому фенологические наблюдения не имеют для климатологии значения суммарной величины. Их надо считать самостоятельным элементом климата.

Шрёдтер [8], связывающий правило сумм температур с функцией гипербол, указывает на возможность превращения фенологических дат с помощью функции гипербол в климатологические средние температуры для определенных периодов вегетации. Этим способом можно получить ценные данные для решения задач региональной агрометеорологии.

## 8.2. ГЕОГРАФИЯ

Материал фенологических наблюдений нужен для географии, изучающей в рамках краеведения особенности отдельных местностей. Морген [9] указывает на значение фенологии для краеведения. Тот, кто занимается изучением географии своей родины, осознает важное значение данных фенологических наблюдений для выделения небольших естественных районов. Особенную ценность приобретает фенологическая съемка местности. Сравнивая для этой цели фенологические карты разных времен года, можно установить, что линии одинакового начала фаз на них сходны. Области, ограниченные такими изолиниями в разные времена года, имеют одинаковую величину. Можно легко разделить области, накладывая друг на друга карты отдельных времен года. Там, где линии сближаются, проходит граница двух разных областей. Рассматривая выделенные области глазами географа, можно заметить, что они различаются не только по ходу развития растений, но и по другим признакам.

В Германии публикуются руководства по управлению, хозяйству и культуре [10] для отдельных округов. В описании каждого округа имеется раздел «Климат и погода» с указанием климатических и фенологических условий, с приложением фенологических карт. В дополнение к административному делению дается описание [11] природных районов с фенологической характеристикой в виде таблиц.

Фенологические данные показывают особенности развития растений в течение года в данной местности. Так, например, с изменением окраски растительного покрова облик местности меняется в течение года с разной скоростью. В то время как ранней весной в одной местности деревья и кустарники зазеленели, в соседней — они еще голые, серые. Летом в одной местности созревшие хлеба пожелтели, а в другой — еще зеленые. Использование фенологических материалов при изучении географии дает географической науке дополнительно много ценных и интересных сведений.

## 8.3. БОТАНИКА

Хотя фенология и является частью ботаники, однако в рамках последней она еще не занимает надлежащего ей положения. Ботаники мало занимаются проблемами фенологии. Физиологи в

связи с изучением процессов развития иногда пытаются объяснить образование фаз и некоторые вопросы ритма вегетации. Больший интерес уделяют фенологии экологи и геоботаники. Фенология может дать очень ценные указания относительно возможности распространения растений, определения границ геоботанических областей и решения вопроса, является ли растение в данном местонахождении дикорастущим. Фенологические карты до сих пор очень мало используются в геоботанических работах несмотря на то, что они для этой цели гораздо более подходят, чем метеорологические карты. Прежде всего следует использовать для геоботанических работ фенологические наблюдения над дикорастущей флорой. Ближе касается проблем фенологии Вальтер [12] в своей работе об основах географии растений.

В качестве основы при геоботанических исследованиях взаимосвязи климата и растительности до настоящего времени принимаются метеорологические данные. Но эти данные, полученные со станций, изучающих макроклимат, только условно могут быть использованы для объяснения микроклиматических условий в среде обитания растений. Фенологические наблюдения могут быть в этом случае полезны. При правильном выборе опытных растений фазы их развития могут использоваться как климатические индикаторы.

Путем наблюдений фаз развития всех растений данной формации можно составить точную картину жизненных явлений всего сообщества. Марчелло [13] рассматривает внешний вид растительной ассоциации как единственное эффективное выражение взаимоотношений растений (синэкология) и влияния на них окружающей среды. Он настаивает на объединении фенологических и экологических исследований, ибо только таким способом могут быть получены новые результаты. В фенологии в свою очередь должны использоваться работы по геоботанике. Для этого необходим тесный контакт и обмен итогами изучения между такими близкими научными дисциплинами.

## 8.4. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Особенное значение имеют фенологические наблюдения для сельского хозяйства. Они могут использоваться при планировании на больших площадях и в мелких хозяйствах. В разделе «Фенологическая климатология» говорилось о значении для сельского хозяйства данных фенологических наблюдений вместе с климатическими.

В данном разделе приводятся примеры только одних фенологических наблюдений.

Зная расположение областей с ранним и поздним началом фаз, можно провести деление страны на естественные районы возделывания. Более раннее или позднее наступление фаз раз-

вития и их продолжительность позволяют оценить степень пригодности отдельных местоположений для возделывания сельскохозяйственных культур и их сортов.

Деление на естественные районы возделывания является главным условием планирования сельского хозяйства в крупном масштабе. Для каждого района указываются культуры и сорта, подходящие для местных климатических и фенологических условий. На основании фенологических наблюдений должен быть сделан правильный выбор сортов. Для районов с коротким вегетационным периодом нужны ранние сорта, для районов с более длинным периодом — поздние. Период развития каждой культуры кончается датой начала уборки, поэтому для зерновых он кончается летом, для пропашных — осенью. Необходимо знать особенности каждой культуры, так как по общей длине вегетационного периода нельзя судить о времени окончания вегетации зерновых летом. При длинном общем вегетационном периоде срок уборки зерновых в одних районах наступает раньше, в других позже. Ясно, что для сельскохозяйственных целей недостаточно знать только начало и конец общего вегетационного периода, необходимы еще данные и для характеристики промежуточных, наиболее важных частей периода развития.

Если при выборе сортов не приняты во внимание естественные условия возделывания, то возможно нарушение развития растений, что приведет к снижению урожая или даже к неурожаю. Особенно чувствительны в этом отношении плодовые. Поэтому выбор сортов надо производить на фенологической основе. Чтобы получить максимально возможный урожай, следует подбирать такие сорта, для которых местные условия являются экологически оптимальными. Каждый вид, каждый сорт требует определенной почвы, климата и соответствующей длины вегетационного периода. Он может дать наивысшую продуктивность только при удовлетворении его потребностей, при наличии экологического оптимума.

Е. Ине [14] указывал на связь между распространением полевого овощеводства в Гессене и климатическими и фенологическими условиями. В трех районах с наиболее ранними сроками наступления весны широко развито полевое овощеводство, в более холодных районах оно слабо развито или вовсе отсутствует. Можно сделать вывод, что только в теплых районах полевое овощеводство оправдывает себя. Такие районы можно легко определить по фенологическим картам. То же самое относится к культуре раннего картофеля. Успех будет иметь только такое планирование сельского хозяйства, которое принимает во внимание феноклиматические условия.

Е. Ине [15] первый показал на карте Германии области раннего созревания хлебов. Это дало возможность обеспечить Германию хлебом в первую мировую войну.

Если планирование в больших масштабах основывается на

многолетних средних, то для единоличных хозяйств принимаются во внимание ежегодные колебания в развитии культурных растений, так как хозяйства уже приспособились к местным условиям. В сельском хозяйстве часто крайние случаи определяют и возможность возделывания той или другой культуры.

Каждый хозяин, после переселения попавший в новую местность с другим климатом, должен в первую очередь с помощью фенологических данных определить возможные различия в годовом ходе развития растений. Но и каждый старожил, ведущий свое хозяйство на основе опыта, может повысить продуктивность и получить бóльший доход, если он использует фенологические данные для своего хозяйства.

Более интенсивно используется посевная площадь, если производить посев пожнивных культур. И в этом случае фенологические данные вместе с метеорологическими могут дать полезные сведения для получения высоких урожаев. Для Германии [16, 17, 18] и Австрии [19, 20] имеются специальные карты продолжительности периода роста пожнивных культур. Решающее значение для возделывания этих культур имеет, во-первых, период от уборки яровых хлебов до начала осени, когда происходит развитие вегетативной массы кормовых культур, и, во-вторых, количество осадков и температура за этот период. Возделывание пожнивных культур будет успешным там, где длина вегетационного периода после уборки яровых еще достаточна для их развития и где температура и количество осадков после посева их благоприятны. Надо учитывать, сколько за предыдущий период было благоприятных и неблагоприятных лет для произрастания пожнивных культур. Если число благоприятных лет незначительно, то во избежание неудач следует высевать пожнивные культуры с коротким вегетационным периодом.

Во многих случаях по фенологическим фазам можно судить о благоприятном времени для проведения сельскохозяйственных работ или мероприятий. Сенокос надо начинать в период цветения трав. Там, где нет наблюдений над временем цветения трав, в качестве ориентира может служить цветение озимой ржи. Через неделю после ее зацветания надо начинать сенокос.

Показателем времени правильного начала выгона рогатого скота на постоянные пастбища служит, по данным Ине [21], цветение вишни и груши. Выпас должен начинаться в период между началом цветения вишни и яблони. Ко времени цветения яблони весь скот должен быть на пастбище.

Данные фенологических наблюдений являются ценными при выборе способа производства в сельском хозяйстве прежде всего при расчете времени для проведения весенних и осенних работ. В областях с ранней весной и длинным вегетационным периодом можно распределить работы на длительный срок. Можно обойтись небольшим числом рабочих рук. Расходов в хозяйстве будет меньше, чем в областях с коротким вегетационным

периодом, где все работы должны быть выполнены за короткий период. Фенологические наблюдения показывают, в каких районах полевые работы производятся за короткий срок. Потребность в рабочей силе, стоимость работ и способ ведения хозяйства в высшей степени зависят от фенологических условий местности.

Крегер [22] составил подробную смету расходов для мелких хозяйств на основании климатических и фенологических данных для Германской Федеративной Республики. Время полевых работ определяется погодой и наступлением фаз развития. Потребность в рабочих и тягле для отдельных районов Германии вычисляется на основании учета рабочей силы для отдельных периодов.

Фенологические наблюдения могут быть ценными при организации полевого овощеводства в хозяйстве и определении рентабельности консервирования овощей. Торнтвейт [23] сообщает, что на основе прогноза урожая по фенологическим данным путем регулирования сроков посева и уборки в овощном хозяйстве в Нью-Джерси было достигнуто равномерное поступление овощей на консервный завод. Посев гороха производился таким образом, что созревание его происходило в заранее заданные сроки.

Фенологические карты продолжительности отдельных периодов вегетации показывают, в каких областях имеются сходные типы хозяйства.

Данные фенологических наблюдений имеют значение и для учета стоимости сельскохозяйственного производства, зависящего в значительной степени от продолжительности вегетационного периода, т. е. рабочего периода. Знание фенологических явлений по отдельным частям периода вегетации помогает при сельскохозяйственной оценке отдельных хозяйств или областей. В проводимую в последние годы государственную оценку почв включаются также и климатические условия местности. Для правильной оценки почв необходимо знание не только климата, но и фаз развития культурных растений. Только тогда можно правильно судить о влиянии температуры и осадков на развитие и урожай растений и на способ производства.

По целому ряду других вопросов фенология также может быть полезна в сельском хозяйстве. При удобрении почвы определяется количество и растворимость удобрений в связи с продолжительностью отдельных фаз развития растений, так как от скорости развития последних зависит усвоение питательных веществ. Чем короче период развития, тем более легко растворимые удобрения следует применять. При большой продолжительности этого периода можно применять медленно действующие удобрения. При очень коротком периоде развития трудно растворимые удобрения вообще не усваиваются растениями и вымываются из почвы. Особенно осторожно нужно пользоваться азотными удобрениями. Они задерживают созревание, поэтому при

коротком вегетационном периоде нельзя запаздывать с их внесением, нельзя вводить их в слишком больших количествах или в трудно усвояемом виде.

При приобретении семенного материала и при сортоиспытании фенологические данные оказывают также большую пользу и предотвращают неправильные выводы. В районах с очень ранним началом вегетации надо позаботиться о своевременном получении посевного материала. Выписывая посевной материал из других областей, надо знать их феноклиматические условия. Во избежание неудач семенной материал надо брать из областей со сходными условиями. Особенно это имеет значение при выписке заграничного посевного материала. Нуттонсон [24] настаивает на агроклиматическом сравнении стран при экспорте семенного материала из США. Необходимы данные фенологических наблюдений из стран, сравниваемых с соответствующими районами США. Фенологическое сравнение дает возможность судить о пригодности иностранных сортов. То же самое относится и к плодовым. Саженцы из районов с длинным вегетационным периодом и мягким климатом не пригодны для климатически и фенологически неблагоприятных районов. Для последних нужен посадочный материал из районов с суровыми условиями. Иначе обстоит дело с посадочным материалом картофеля. Нецелесообразно выписывать его из районов вырождения. Здоровый семенной картофель дают области с более суровым климатом и более коротким вегетационным периодом.

Е. Гильтнер [25] ставит количество потребного посевного материала зерновых хлебов для данной местности в зависимость от феноклиматических условий. Для областей с ранним цветением ржи требуется в среднем меньшее количество посевного зерна, чем для областей с поздним цветением. Средняя потребность в зерне может быть установлена по фенологическим картам.

При постановке опытов по сортоиспытанию необходимо принимать во внимание фенологические условия районов возделывания испытуемых сортов. В точках сортоиспытания должны быть такие же или сходные феноклиматические условия, как и в тех районах, для которых сорта были выведены. Если это не будет принято во внимание, то можно прийти к неправильной оценке сорта при испытании его в несоответствующих ему условиях. В таких случаях нельзя сделать вывод о плохом качестве сорта, так как в других условиях возделывания он может себя проявить лучше других сортов.

Испытание на морозостойкость надо проводить, принимая во внимание стадию развития растений в момент наступления морозов. При этом имеют значение очень тонкие стадийные различия. Так, например, при повреждении морозом слив вскоре после цветения решающее значение имеет защищенность завязавшихся плодов сухими лепестками. Если засохшие лепестки окружали

плоды, то они могли сыграть роль защиты от мороза и, наоборот, если сухие лепестки облетели, то незащищенные молодые плоды погибли. В этом случае нельзя говорить о различной морозостойкости сортов. Действие мороза может быть различным в зависимости от стадии развития сорта. Чтобы не сделать ошибку при оценке морозостойкости сортов, надо принимать во внимание мелкие фенологические отличия.

Большое практическое значение имеет прогноз сроков наступления фенологических фаз. Вычислив для данной области возделывания среднюю продолжительность периода развития и зная начало периода, можно определить его конец. Пост и Крамер [26 a, b, 27] нашли, что в Голландии по фазе распускания листьев каштана конского можно предсказать начало цветения плодовых. Разница во времени между этими фазами достаточно постоянна. Остается проверить применимость этого метода для других, особенно горных районов, а также при крайних условиях погоды в промежутке между этими фазами.

Недавно Гертлейн [27a] повторил опыты предсказания времени цветения груш и яблонь по цветению каштана конского и терна для Вюртенберга. Результаты оказались в пользу данного метода.

Гентшель [28] занимался прогнозом начала цветения озимой ржи. Он связывал это явление с несколькими показателями для предвесеннего и весеннего периодов и установил, что цветение ржи наступает тем раньше, чем позднее началось весеннее развитие растительности. Падение температуры за время с конца марта до начала мая может вызвать отклонение от этого правила. Поэтому прогноз цветения озимой ржи возможен только в начале мая. Можно также с известной степенью точности предсказать срок уборки озимой ржи вскоре после цветения ее. По сроку уборки можно приближенно судить об урожае и его качестве. Продолжительность периода ассимиляции крахмала от цветения до созревания определяет образование и крупность зерен, следовательно, и вес 1000 зерен. Чем короче этот период, тем стекловиднее и богаче клейковиной зерно, а следовательно, выше качество его. Чем длиннее период, тем оно мучнистее и беднее клейковиной.

Начало цветения плодовых можно также предсказать по условиям погоды. Метод таких прогнозов разработал и с успехом применял Вегер [29] в Германии. Чем теплее погода перед цветением плодовых, т. е. чем выше суммы температур после перехода температуры через 6°, тем раньше начинается цветение яблони. При прохладной погоде срок цветения отодвигается, так как дольше накапливается необходимая сумма температур. Для вычисления требуемой суммы температур по данной области нужны многолетние фенологические данные цветения яблони или других плодовых. Бидер и Мейер [30] сообщают об успешном использовании правила сумм температур для прогноза сбора

вишни в северо-восточной Швейцарии. В Англии Пирс и Престон [30а] этим способом предсказывали время цветения яблони.

В работе Гертлейна [27а] сравниваются различные методы получения сумм температур. На основании исследований Шнейдера [31] при составлении прогнозов цветения, основанных на суммах температур, надо иметь в виду то, что указывалось в разделе 7.1.1.4. В ранние годы в областях с благоприятным климатом требуются более высокие суммы температур для достижения растениями конечной фазы. В поздние годы в климатически неблагоприятных областях достаточны более низкие суммы температур.

## 8.5. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Прогноз сроков цветения и других фаз используется службой защиты растений для своевременного проведения защитных мероприятий. Появление болезней и вредителей, а также борьба с ними зависят от хода развития культурных растений и промежуточных растений (хозяев). Фенологические сроки растений-хозяев служат придержкой для выявления вредителей и выбора подходящего момента для борьбы с ними. Нередко критические периоды развития вредителей определяют по фазам развития не растений-хозяев, а других растений. Для этого пользуются растениями-индикаторами, фазы которых совпадают со сроком наибольшей чувствительности вредителей. В согласованной работе фенологической сети и службы защиты растений залог дальнейших успехов в борьбе с вредителями. Опрыскивание яблони против яблоневой плодожорки надо проводить до цветения. Нельзя, однако, начинать опрыскивание слишком рано. Для своевременного опрыскивания необходим прогноз цветения. В Германии его уже в течение нескольких лет дает агрометеорологическая станция Службы погоды в Гейзенхейме для Гессена.

Для борьбы с персиковой тлей необходимо знать время ее лёта. В разных районах он происходит через несколько дней после колошения озимой ржи [32]. Эта фенологическая дата указывает на время начала борьбы.

Для борьбы с паршой также нужны данные фенологических наблюдений. В Голландии [33] борьба с этой болезнью хорошо организована. Кроме наблюдений за болезнью, проводят также фенологические наблюдения за появлением и развитием цветочных почек плодовых. Итоги фенологических наблюдений являются решающими при выборе времени борьбы с болезнью.

М. Шталь [34] сообщает о проведении борьбы с паршой в Вюртемберге. По его данным, сроки раскрывания спорангиев мало отличаются в климатически различных областях. В районе от Штутгарта до Альп разница во времени распыления спор составляет лишь 8 дней. Служба предупреждения возможна только на крупных площадях. Сроки опрыскивания в отдельных

районах устанавливаются в зависимости от развития деревьев и условий погоды.

В отдельные годы наблюдаются значительные различия в сроках распыления спор, не параллельные с развитием деревьев. При хорошо поставленной службе предупреждения для борьбы с паршой нужны дифференцированные фенологические данные для более мелких районов.

Фенологические карты очень ценны для правильного применения предупредительных мер защиты растений. Высевание растений ранних сортов производится с таким расчетом, чтобы уязвимые стадии развития растений опередили появление вредителей и тем самым ушли от повреждений. Например, ранние посевы овса менее повреждаются белоколосковостью и трипсом. Горох при раннем, коротком, равномерном цветении менее поражается долгоносиком.

Если растение, перенесенное в новые условия, не находит необходимых для своего развития экологических условий, то часто вырождается и поражается болезнями. Правильный выбор сортов, с феноклиматической точки зрения, косвенно обеспечивает защиту растений. Улиг [34a, 34b] в «Фенологии и защите растений» дает обзор работ по этому вопросу, используя опыт, полученный в Англии и Голландии.

## 8.6. САДОВОДСТВО И ВИНОГРАДАРСТВО

Фенологические наблюдения имеют большое значение для садоводства. Особенно ценны наблюдения, проведенные на различных видах и сортах плодовых, как это показал вышеприведенный пример значения прогноза цветения в деле защиты от вредителей. Данные фенологии нужны для выбора сортов опылителей, так как для оплодотворения сроки цветения растений должны совпадать. О различных методах прогноза сроков цветения плодовых говорилось в разделах 7.1.1.4 и 8.4. Правильному выбору опылителей могут помочь исследования Раптопулоса [35] в отношении начала и продолжительности цветения сортов миндаля, абрикоса, персика, сливы, вишни, груши и яблони в Фессалониках (Греция). Фенологические наблюдения над луковичными проводил в Голландии Крамер [35 a].

В виноградарстве также могут быть использованы данные фенологии. Для борьбы с болезнями и вредителями винограда должны проводиться фенологические наблюдения.

В заключение надо отметить, что на основании фенологических дат могут быть составлены таблицы сроков сбора плодовых. Они составлены Э. Юнге [36] для семечковых в Гейзенхейме, Левелем и Валем [37] для косточковых и семечковых в нижнем течении Эльбы.

## 8.7. ОРОШЕНИЕ И ДОЖДЕВАНИЕ

При устройстве и использовании оросительных систем и дождевальных установок в садоводстве и полевом овощеводстве руководствуются не только количеством осадков, но и наблюдениями над развитием растений. При расчете размеров оросительных сооружений и установлении сроков дождевания учитывают количество осадков за отдельные, особенно критические, периоды развития культурных растений. Метеорологические данные, вычисленные для каждого месяца, должны быть заново переработаны с этой целью для более коротких отрезков времени.

## 8.8. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Фенологические наблюдения над лиственными и хвойными породами деревьев представляют ценный материал.

По времени развития молодых майских побегов и распускания листьев можно судить, насколько часто в данной местности надо считаться с возможностью повреждения от морозов. Повреждение морозом означает практически недобор прироста древесины в данном году. При подборе соответствующих климатических рас лесных пород можно выявить с помощью фенологических наблюдений над дикорастущими растениями районы с однородными климатическими условиями.

Фенологические наблюдения могут быть использованы в лесном хозяйстве для установления экотипов. Лейбундгут и Кунц [38] сообщают, что в опытах с разведением лиственницы удалось с помощью фенологических наблюдений выявить определенные различия в образовании побегов у форм разного происхождения. Однако установить закономерности не удалось. В отношении осенней окраски и сбрасывания хвои оказалось, что у лиственниц из высокогорных районов изменение окраски хвои наступает раньше, чем у форм из низинных районов. Ромедер [39] изучал сезонный прирост высоты ранних и поздних сосен и выявил, что он происходит довольно равномерно. Случайные задержки роста позволяют выбрать для районов с очень коротким периодом вегетации экземпляры, поздно отрастающие, но дающие за короткий период роста обильный прирост в высоту.

Очевидна также польза фенологии для селекции лесных пород. При размножении черенкованием принято приводить календарную дату, благоприятную для резки черенков. На практике не приходится придерживаться календарных сроков. Внутренняя готовность древесных к корнеобразованию зависит прежде всего от гормонов, которые в свою очередь находятся в зависимости от внешних факторов — тепла, осадков, продолжительности солнечного сияния и др. Поэтому необходимы наблюдения над фенологическими фазами растений, реагирующих на внешние факторы. Они могут служить указателями. Для размножения лесных

пород целесообразно составление фенологического календаря для резки черенков. Тюрин [40] показал значение фенологических наблюдений для развития лесоводства в СССР.

## 8.9. СБОР ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНЫХ РАСТЕНИЙ

Фенологические наблюдения необходимы при сборе лекарственных и пряных растений. Наилучшая действенность лекарственных растений связана с определенными периодами развития, именно в эти периоды и следует производить их сбор.

## 8.10. ПЧЕЛОВОДСТВО

Пчеловод также пользуется данными фенологических наблюдений в своем хозяйстве, продуктивность которого зависит от наличия медоносов. Он должен организовать свое производство в связи со сроками цветения растений, дающих мед и пыльцу.

## 8.11. АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ

Перед сельским хозяином часто стоит вопрос, к какому сроку весной почва достаточно просохнет, чтобы обеспечить возможность работы трактора и других сельскохозяйственных машин. Фенологические весенние карты дают ответ на этот вопрос. Промежуток времени между началом полевых работ и весенним севом тем короче, чем резче переход от зимы к весне. В низинах, особенно в западных районах с мягкими зимами, он более продолжителен. Материал фенологических наблюдений может дать ценные указания для суждения о готовности почвы к обработке.

## 8.12. МЕДИЦИНА

Медицина также может в некоторых случаях использовать фенологические данные, например в борьбе с сенной лихорадкой. Известно около 130 видов растений, пыльца которых вызывает сенную лихорадку. Знание времени их цветения может помочь врачу при диагнозе. Вместо испытания большого числа пыльцевых экстрактов можно ограничиться инъекцией пыльцы только тех растений, которые по фенологическому календарю цветут в момент появления болезни. Больному это дает большое облегчение. Кроме предупреждения болезни, врач может при климатотерапевтическом лечении использовать данные фенологических наблюдений. Больной может подыскать такие районы, где опасное для него растение еще не цвело или уже отцвело. Фенологические карты показывают время цветения в разных районах. Наиболее опасно время цветения трав и зерновых хлебов. Период цветения главнейших луговых трав от лисохвоста до тимо-

феевки длится 50—80 дней. У некоторых видов цветение продолжается 8—19 дней. Заболевание сенной лихорадкой наблюдается иногда в предшествующий цветению период. После цветения трав тоже бывают единичные случаи заболевания [41, 42, 43].

Следует отметить, что фенологические карты могут быть использованы для климатотерапевтической оценки курортов. Ван Орд [44] использовал карты начала весны, составленные Ине, при выборе местностей с теплым весенним климатом.

Однако надо критически подходить к использованию фенологии в климатотерапии, принимая во внимание местные климатические влияния, страны света, направление долин, склоны.

## 8.13. НАРОДНЫЕ ПРИМЕТЫ ПОГОДЫ

Фенология имеет некоторое значение при объяснении народных примет погоды. Некоторые народные приметы базируются на фенологических наблюдениях над растениями. Широко распространена примета, по которой зеленение ясеня раньше дуба весной предвещает обилие солнечных дней летом, обратное знаменует обилие летних осадков. Гоффман [45], Неглер [46,] Шнелле [47] и Бёэр [48] пытались проверить народную примету, согласно которой раннее созревание каштана конского сопряжено с мягкой зимой, а позднее — с суровой. Проверка не дала удовлетворительных результатов. Предпосылкой для проверки народных примет является наличие достаточного материала фенологических наблюдений.

## 8.14. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

Фенология может быть полезна при распределении рабочей силы в сельском хозяйстве. Карты начала фаз культурных растений (посева овса, уборки озимой ржи) показывают, где и в какое время наблюдается наибольшая потребность в рабочей силе.

## 8.15. АВИАТРАНСПОРТ

Вообразим себя путешественником, летящим на самолете ранней весной по международной трассе, например из Стокгольма в Рим. Какая смена ландшафтов! Сперва внизу расстилаются обширные зеленеющие посевы зерновых в фазе колошения и начала цветения. Далее окраска полей становится более матовой, переходящей в желтую. Еще дальше к югу посевы накануне уборки желтые. Наконец, перелетаем в области с убранными, связанными в снопы хлебами, а дальше видна стерня, местами вспаханная. Так меняется окраска ландшафта от зеленой и желтой до бурой. Само собой разумеется, что попадаются горные районы, где развитие отстало и поля еще зеленые.

## 8.16. СУДЕБНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Остается упомянуть о возможности использования фенологических данных при выяснении судебных случаев. Например, в каком-либо показании утверждается, что в месте преступления в тот момент цвели ивы или анемоны. С помощью фенологических наблюдений можно выяснить, было ли в данном году раннее или позднее развитие растительности, могло ли в указанный срок наблюдаться цветение в данном районе.

* *
*

Обзор различных областей науки и практики дает представление об обилии вопросов, для решения которых необходимы фенологические наблюдения.

Может быть, кое-кто станет записывать различные явления в развитии растений для своего использования или передачи другим. Тот, кто включился в сеть наблюдений, может быть уверен, что его труд не пропадет даром, что итоги его наблюдений будут использованы. Сообщения о развитии различных растений желательны и необходимы для органов службы фенологии.

# 9. ПРЕПОДАВАНИЕ ФЕНОЛОГИИ

Фенология может быть включена в преподавание биологии. Фенологические наблюдения проводятся классом под руководством учителя. В этом отношении имеются опыты [1], на которых мы здесь остановимся. Учеников приучают наблюдать. Каждый из них получает задание, например, наблюдение в течение всего года за одним определенным деревом в лесу, в плодовом саду или же за посевом зерновых. В сельской местности такие наблюдения знакомят учеников с теми растениями, с которыми они впоследствии будут работать в хозяйстве, и дают им подготовку для поступления в сельскохозяйственную школу.

Повышенные требования, предъявляемые к сельскому хозяйству, только тогда могут быть с успехом выполнены, когда имеются основные знания. Всюду есть простой и доступный для наблюдений материал, а при преподавании биологии очень часто недостает подходящих наглядных пособий. Материал наблюдений, собранный учениками, может быть проработан в классе всем коллективом. По данным наблюдений за несколько лет можно вычислить средний срок наступления фаз и сравнить его со скоростью развития в текущем году. Часто при подробных наблюдениях можно заметить, что в одной и той же местности цветение на южном склоне начинается на неделю раньше, чем на северном. Нередко по наблюдениям в большой области, в особенности гористой, можно составить фенологические карты, например для начала цветения яблони (начала весны), и тем самым выявить особенности микроклимата. Это очень ценное дополнение к краеведению.

Фенология дает объекты для графической зарисовки и картирования. География и краеведение могут послужить введением в картографию. Итоги фенологических наблюдений можно использовать в преподавании как переход к изучению метеорологии. Данные наблюдений обнаруживают местные климатические различия: области раннего развития более теплые, позднего — более холодные. Фенологические наблюдения, проведенные над растениями, покажут, где путем измерений температур можно обнаружить большие интересные различия. Различия в сроках

цветения яблони, которые не могут быть объяснены разницей температур, вызывают необходимость исследования особенностей почвы. Часто температура почвы и влажность ее, т. е. почвенный климат, могут объяснить причину различий.

Морген [2] предложил проводить систематические наблюдения в школах Трирского округа. В книге Фойтса [2а] «Погода», климат, жизнь» имеются интересные задачи по фенологии для физико-географо-биологических работ при школах и для агрономического обучения.

В другой работе Фойтс [3] говорит о включении метеорологии и фенологии в преподавание биологии. Ценное руководство для фенологических наблюдений в школе представляет недавно вышедшая книга Попова [4]. Германская служба погоды издала плакат для школ, в который заносятся фенологические данные и явления погоды, наблюдаемые учениками класса [5, 6].

## 10. ФЕНОЛОГИЯ КАК НАУКА

Ботаника, фитопатология, агрономия, агрометеорология, климатология и география рассматривают фенологию как вспомогательную науку. Каждая из этих наук, изучающих влияние условий среды, соприкасается с экологией и, следовательно, с фенологией. В то время как с помощью приборов можно измерить (или наблюдать) только отдельные факторы среды, растение реагирует одновременно на все факторы данного местообитания. Таким образом, изучая фазы развития отдельных растений, можно изучать факторы среды как одно целое, в их взаимодействии, растение представляет собой индикатор одновременного влияния факторов среды.

Вернек [1], изучавший фенологические условия в Верхней Австрии, сравнивал фенологические карты с картами факторов среды и показал, что первые являются отражением внешних факторов и могут рассматриваться как экологические карты.

Фенология рассматривает местообитание как совокупность внешних влияний на растение, оцениваемых с помощью растений-индикаторов. Поэтому она является, по существу, экологическим методом. Фенология — ценная вспомогательная наука для экологии.

Однако фенология не занимает надлежащего места в ряде наук. Бос выражает сожаление о том, что нет обобщающей книги по фенологии, которая давала бы обзор результатов исследований. Он предлагает сделать фенологию самостоятельной научной дисциплиной.

Вернек [3] предлагает следующее деление прикладной фенологии.

I. Феногенетика — изменение наследственных этапов развития во времени.

II. Феноэкология — влияние местообитания и вообще окружающей среды на развитие видов и растительных сообществ, включая следующие группы факторов: климатические, эдафические, фитобиотические (растительные), зообиотические и антропобиотические, экспозицию и высоту места.

III. Феногеография — общая фенология.

До настоящего времени главное значение имела феногеография. Постепенно, однако, приобретает значение феноэкология. Феногенетических исследований пока еще мало. В соответствии с требованиями практики феногеография в дальнейшем также будет стоять на первом месте.

До сих пор материалы фенологических наблюдений тщательно собирали, их накопилось уже много. Однако они еще не достаточно изучены. Бос [4] в 1931 г. указал на необходимость уделять больше внимания взаимосвязи следствия и причины. В статистических работах при многолетних наблюдениях отдельных фаз и сравнении их с условиями погоды всегда старались найти корреляции, что приводило к установлению фактов, но не давало объяснения причинности явлений. В дальнейшем нельзя ограничиваться установлением фактов, например ускорения наступления фаз под влиянием повышения температуры. Надо исследовать, какие сложные физиологические процессы обусловливают начало прорастания, цветения и т. д. В настоящее время остается в силе мнение Боса, что биолого-физиологическим явлениям уделяется слишком мало внимания и необходим анализ. Кроме наблюдений и статистической обработки, нужен прежде всего эксперимент. О тех же проблемах говорит Деникер [5]. Для развития фенологии как самостоятельной биологической дисциплины необходимо изучение причин явлений, для того чтобы можно было провести точные сравнения и сделать правильные заключения.

Далее Деникер говорит о необходимости проведения многолетних наблюдений/на одном и том же растении наряду с региональными сравнительными наблюдениями над разнообразным материалом. Такие наблюдения можно вести в фенологических и ботанических садах.

Возникает вопрос, кто же должен проводить необходимые для фенологии работы и исследования. Вопросами региональной фенологии (феногеографии) отчасти занимается метеорологическая служба отдельных стран. Ее сеть имеет возможность вести наблюдения и статистические работы, но биолого-физиологические исследования она не может проводить. Вопросами феноэкологии должна заниматься ботаника.

По мере того как по всем разделам фенологии будут проводиться исследования, объединенные в стройную научную систему, фенология займет самостоятельное положение среди прочих наук.

# 11. ЗАДАЧИ ФЕНОЛОГИИ

С ростом многочисленных требований, предъявляемых к фенологии, основной интерес должен быть направлен на сбор безупречного и достаточного материала наблюдений. Кроме расширения нормальной наблюдательной сети и создания особой сети для более мелких районов, в каждой климатической области должны быть созданы фенологические сады. В них будут проводиться фенологические наблюдения над растениями, растущими в одинаковых условиях.

Климатические станции при каждом саде должны проводить наряду с наблюдениями над температурой и осадками фенологические наблюдения.

Фенологические сады нужны также для организации международной наблюдательной сети. Для практических целей важно быстро давать текущие сообщения о развитии растений за короткие отрезки времени по различным районам.

В связи с этим надо направить внимание на развитие и испытание феноментрических методов для получения, по возможности, ежедневных данных по изучению развития растений.

Надо изыскивать новые пути использования, представления и подготовки результатов наблюдений для разных целей. При обработке материалов фенологических наблюдений должны быть использованы методы новейшей математической статистики.

Важно выяснить, в каком направлении будет развиваться фенология. Можно предполагать, что в дальнейшем интерес к ней будет расти, в особенности со стороны сельского, лесного хозяйства и садоводства. Использование фенологических материалов может быть весьма разносторонним. Надо увеличить число имеющихся карт средних величин и составить новые карты фенологических фаз культурных растений. Кроме того, нужны годовые карты, а также необходимо дополнение и переработка карт по мере накопления нового материала наблюдений.

Для практических целей иногда необходимо установить среднее состояние развития растений по периодам года, отклонение от средних, подсчет повторяемости явлений. Для составления фе-

нологических карт необходим охват возможно бо́льших областей в пределах страны или всего континента. Очень большое значение имеет согласованная работа всех стран в данной области.

Наряду с этим должно вестись исследование небольших районов путем сгущения наблюдательной сети, чтобы выяснить, насколько возможно более мелкое деление местности. При этом может быть использована фенологическая съемка.

Дальнейшей насущной задачей является обработка и публикация данных наблюдений. Кроме регулярных обзоров в метеорологических ежегодниках, важно опубликование длинных рядов наблюдений по странам.

Наряду с текущей работой должна разрабатываться методика обработки фенологических материалов. Необходима проверка возможности замены недостающих данных другими за то же время года (параллельность фаз), изучение изменчивости фаз и изменение их последовательности под влиянием условий климата и погоды (интерцепсия). Нужна картографическая обработка данных по зависимости феноаномалий в Европе от климата.

Не все фазы удобны для фенологических наблюдений. Несмотря на это, ими следует пользоваться, принимая некоторые меры предосторожности, или заменять их новыми. Целесообразно изображать на картах распространение культурного растения. Наиболее удобен для этого точечный способ, при котором каждая точка означает площадь возделывания сельскохозяйственных культур или число плодовых деревьев.

Большое значение имеет фенология как вспомогательная наука для других отраслей исследований. Существенную пользу получает сельское хозяйство при использовании синтеза фенологических и климатологических данных наблюдений.

Растет значение фенологии в деле защиты растений. Материал фенологических наблюдений используется агрометеорологической консультативной службой и Службой прогнозов.

Кроме работ, относящихся к феногеографии, надо развивать феноэкологию. В разделе 10 указывалось, что феноэкология является частью ботаники, которая должна уделять больше внимания феноэкологическим исследованиям. Здесь открывается широкое поле деятельности. Если феногеография занимается изучением большого числа растений, то феноэкология ведет наблюдения над каждым отдельным растением в течение возможно большего отрезка времени. Данные феноэкологии могут использоваться феногеографией и агрометеорологией, а также другими отраслями науки, занимающимися вопросами экологии. Новые исследования связи температурных условий, включая зимние, с развитием растений увеличат точность прогнозов цветения плодовых.

Фенология — молодая наука, переживающая период бурного развития. Она должна приспосабливаться к новым предъявляе-

мым к ней требованиям, не впадая в другую крайность, не превращаясь в «модную науку».

Если быстрое развитие смежных наук временно навязывает фенологии новые направления, то это не должно вести к пренебрежению основными задачами. Фенология должна оставаться живой наукой, удовлетворяющей многосторонним требованиям.

# ЛИТЕРАТУРА

## К разделу 2


1. Linne K. Philosophia Botanica. Stockholmiae 1751. (Editio quarta. C. Sprengel Halae ad Salem. 1809).
2 Ihne E. Geschichte der pflanzenphänologischen Beobachtungen in Europa, in Beiträge zur Phänologie. Giessen. 1884.
3. Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae. Manheimii. 1781—1792.
4. Hoffmann H. und Ihne E. Phänologischer Aufruf, in Beiträge zur Phänologie. Giessen. 1884.
5. Ihne E. Phänologische Mitteilungen. Arbeiten der Landwirtschaftskammer Hessen. Selbstverlag. 1—59. Darmstadt, 1883—1941.
6. Hoffmann H. Vergleichende phänoloqische Karte von Mitteleuropa. Petermanns Geogr. Mitt., 27, 1881. 19—26.
7. Ihne E. Phänologische Karte des Frülingseinzugs in Mitteleuropa. Petermanns Geogr. Mitt. 51. 1905. 96—108.
8 Wimmenauer K. Die Hauptergebnisse zehnjähriger forstlich-phänologischer Beobachtungen in Deutschland 1885—1894. Berlin. 1897.
9. Hiltner E. Die Phänologie und ihre Bedeutung, des. Beob. Winterrogen in Bayern 1917—1923. Naturwissensch. u. Landw. H. 8. Freising-Müncchen. 1926.
10. Harle A. Blüte- und Erntezeiten von Winterrogen und Winterweizen in Deutschland. Mitt. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtsch.H. 57. 1938.
11. Schrepfer H. Blüte- und Erntezeit des Winterroggens in Deutschland. Arb. d. Deutsch. Landwirtsch. Ges. H. 321. 1922.
12. Ergebnisse phänologischer Beobachtungen im Deutschen Reich im Jahre 1936 bzw. 1937. Wissensch. Abh. Reichsamt f. Wetterd. (Berlin) 4. Nr 4. 1938 bzw. 7. Nr 3, 1940.
13. Schnelle F. und Witterstein F. Beiträge zur Phänoloqie Deutschlands, Teil II. Ber. d. Deutsch. Wetter. US-Zone. Nr 41. 1952.
14. Werneck H. L. Oberösterreich im Bilde der Phänologie von 1926 bis 1939. Beih. z. d. J. Zentr.-Anst. Meteorol. u. Geodyn. Nr 143. 1937.
15. Rosenkranz F. Zehn Jare Phänologie im Lande Osterreich. Wissensch. Abh. Reichsamt f. Wetterd. (Berlin). 7. Nr 2. 1940.
16 Rosenkranz F. Der phänologische Beobachtungsdienst 1946 und 1947. J. Zentr.-Anst. Meteorol. u. Geodyn. 1947 (Wien). 1948.
17. Rosenkranz F. Phänologische Ubersicht für das Jahr 1948. 1949 usw. J. Zentr.-Anst. Meteorol. u. Geodyn. 1948—1949 usw. (Wien). 1949—1950.
18. Rosenkranz F. Grundzüge der Phänologie. Wien. 1951.
19. Phänologisches Jahrbuch für die Tschechoslowakei 1927 bis 1937. Prag. 1930—1938.
20. Resultats des observations phenologiques Pologne 1931. Suppl. à l'annuaire 1931. Warschau. 1935.
2i. Szpringer H. Commencement de la moisson blé en Pologne.
21 a. Szprinqer H. Maly atlas fenologiczny. PIHM. Warszawa. 1950.

22 Molga M. Warunki meteorologiczne wokresie wegetaty jnim 1947 (Meteorologische Verhältnisse in der Vegetationsperiode 1947). Traveaux de l'Institut hydrologique et meteorologique de Pologne. No 4. Warschau. 1948. 20 S.
23. Годнев Д. и Шиголев А. Руководство для агрометеорологических наблюдений в СССР. Гидрометеоиздат. 1940.
24. Попов Н. В. Школьные фенологические наблюдения. М. 1950.
25. Руденко А. И. Методические указания и программа основных фенологических наблюдений. Изв. Всес. геогр. об-ва, т. 83.
26. Синельщиков В. В. Организация фенологических наблюдений в СССР. Международная метеорологическая организация. Агрометеорологическая комиссия. Первое заседание. Париж. 3—20 ноября, 1953 (не опубл.).
26 a. Байдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. Изд-во АН СССР. М.—Л. 1954.
27. Reuter M. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland. Natur och Folk (Helsingfors).
28. Johannsson O. V. Die Phänologie in Finnland 1750—1959. Phänologie und Mikroklima. Mitt. Inst. Meteorol. Nr 69. Helsinki. 1954.
29. Arnell H. W., Arnell K. K. ach Arnell S. Vegetations arlige utvecklingsgang i Svealand — i Norrland — i Götaland, Meddelanden fran Meteorol. — Hydrografi. Anstalt (Stockholm) 2. Nr 1, 1923, 4. Nr 1. 1927. 6. Nr 2. 1930.
29 a. Printz. Beretning om en botanisk Reise i Valders i 1864. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Christiania. XIV. 1865.
29 b. Schübeler F. C. Veridarium Norvegicum Christiania. 1886.
29 c. Moe A. Dates of flowering for native and garden plants at Stavanger 1897—1926. Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. Oslo. 1928.
30. Margary I. D. The Marsham phenological record in Norfolk 1736—1925, and some others. Quart. J. Royal Meteorol. Soc. (London), 52. 1926. 27—54.
31. Clark J. E., Margary I. D., Marshall R. International cooperation in phenological research. Nature, 114, 1924, 607—608; 115, 1925. 602.
32. Nederlandsch Meteorologish Jaarboek vor 1888.
33. Köppen W. Normaler Kalender des Pflanzen- und Tierreiches für die Niederlande. Das Wetter 7. 1890. 110—114.
34. Bos H. Phaenologiese waarnemingen vor 1921. Cultura. 1921.
35. Woudenberg J.—R. M. Report on progress in agricultural meteorology in the Netherlands in the period 1947—1952—World Meteorological Organization. Commission for Agricultural Meteorology. First Session. Paris. 1933. Document 37. (Nicht veröffentlicht).
36. Lardinois E. Observations phenologiques a Uccle (J. R. M.) pour l'annee 1947, 1948... — Ciel et Terre (Uccle), 1948, 1950.
37. Angot A. Etude sir la marche des Phenomenes de la vegetation et la migration des ioseaux en France 1880—1890. Ann. du bureau central meteorologique pour 1882—1892.
37 a. Bider M. Phänologische Beobachtungen in den Kantonen Bacel-Land, Basel-Stadt, Uri und Graubünden. XI. Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Basel-Land. 1936—1938. Liestal. 1940. 57—90.
38. Fontsere y Campmany M. Primas resultats de conjunct de la observacions fenologiques a Catalunga — Servic Meteorologie de Catalunga. Notes d'estudi, 63 (Barcelona), 1936.
39. Diaz I. B. Las observaciones fenologicas 1942. Serv. Meteorol. Nac. Madrid Ser. D. Nr 2, 4, 5, 7, 8, 10.
40. Observaciones meteoro-fenologicas 1943—1948. Serv. Meteor. Nac. Madrid. Ser. D. Nr. 2, 4, 5' 7, 9, 10.
41. Minio M. Le osservacioni fitofenologiche della rete italiana nel 1922. 1923 — Nuovo Giorn. Botan. Italiano N. S. 33, 627—679. 34, 848—863 (1926) usw.

42. Marcello A. Sintesi di una nuova tecnica fitofenologica. Lavori di Botanica. Volume Prof. Gola (Venezia), 1947.
43. Marcello A. Il concetto di interazione in sinfenologia. Atti dell' Instituto Veneto di Science. Lettere ed Arti. III. Venezia. 1953.
44 Marcello A. La nuova fenologia. Annali dell' Academia Italiana di Sciense forestali. V. II. 1953. 109—133. (Firenze), 1954.
45. Convegno Fitofenologico della Societa Botanica Italiana. Venezia 12—16. Settembre 1951. Nuovo Giorn. Bot. Ital. n. S. 58. 1951. 495—577.
46. Türkive Cumhuriyeti Basbakanlik Devlet Meteoroloji Ilevi Umum Müdürlügü Yillik Meteoroloji Bülteni 1944. Ankara 1949. 148 S.
47. Gilead M. Report on the progress of agricultural meteorology in Israel — World Meteorological Organization. Commission for Agricultural Meteorology. First Session. Paris, 1953. Document 7. (Nicht veröffentlich).
48. Hough F. B. Results of meteorological observations. Observations upon periodical phenomena on plants and animals from 1851 to 1859. Report at the first Session of the thirtysixth Congress. Washington. D. C. Vol. 11. Part. I. p. 1—232. 1864.
49 Smith J. W. Phenological dates and meteorological data recorded by Thomas Mikesell between 1873 and 1912 at Wauseon, Ohio, Month. Weather Rev. (Washington D. C.), Suppl. 2. 23—93, 1915.
50. Bailey L. H. Instructions for taking phenological observations Month. Weather Rev. (Washington D. C.). XXIV. (9) 328—331, (1896).
51. Hopkins A. D. Periodical events and natural law as guides to agricultural research and practice. Month. Weather Rev. (Washington D. C.). Suppl. No 9. 1918.
52. Hopkins A. D. Bioclimatics. A science of life and climate relation U. S. Dep. Agriculture. (Washington D. C.). Nr 280. 1938.
53 a. Shaw R. H. and Thom H. C. C. On the phenology of field corn. The vegetative period. J. Amer. Soc. Agron. (Geneva) 43, 1951. 9—15.
53 b. Shaw R. H. and Thom H. C. C. On the phenology of field corn. Silking to maturity. J. Amer. Soc. Agron. (Geneva) 43. 1951. No 11.
53 c. Shaw R. H. and Loomis W. E. Bases for the prediction of cornfields. Plant Phisiology. 25. 1950. 235—244.
53 d. Weather Bureau des Moins — Jowa State Dept. of Agriculture. Jowa Cornphenology Survey. 1952.
54. Nuttonson M. Y. International cooperation in crop improvement through the utilisation of the concept of agroclimatic analogues. Inst. Intern. Collaboration in Agriculture and Forestry. Interagra (Prag). 1. 1947. No 3/4.
55. Nuttonson M. Y. Ecological crop geography of Germany... Finland... and agroclimatic analogues in North America. American Institute of Crop Ecology. Washington D. C. International Agro-Climatological Series. Study. No 1, 2... 1949. 1950.
56 a. Nuttonson M. Y. Some preliminary observations of phenological data as a tool in the study of photoperiodic and thermal requirements of various plant material. Vernalization and photoperiodism. Chronica Botanica Co. 1948.
56 b. Nuttonson. M. Y. Phenology and thermal environment as a means for a physiological classification of wheat varieties and for predicting maturity dates of wheat. American Institute of Crop Ecology. Washington. D. C. 1953.
56 c. Beall J. M. A proposal for a revitalized agricultural meteorological service.
Bull. Amer. Meteorol. Soc. 35. 1954. 400—403.
57. De Fina L. A. Progress report on agricultural meteorology in the Argentine. World Meteorological Organization. Commission for Agricultural Meteorology. First Session. Paris 1953. Document 9. (Nicht veröffentlich).
58. Sanson J. Report of the president of the standing sub-comission on phenology.Annex A. — World Meteorological Organization. Commission

for Agricultural Meteorology. First Session. Paris 1953. Document 13. (Nicht veröffentlich).
59. Registro fitofenologico para uso de las Est. Agrometeorologicas Servicio Meteorologico Nacional. Servicio de Fenologia. Buenos Aires.
60. Registro fenologico para uso de los observadores ad honorem Servicio Meteorologico Nacional. Servicio de Fenologia. Buenos Aires.
61. Boletin fenologico. Servicio Meteorologico Nacional. Buenos Aires.
62. Ledesma N. R. La ftoriacion del duraznero y su relacion con la temperatura de inverno y de primavera. Meteoros (Buenos Aires) I. 73—90. 1950.
63. Pascale A. J. Mapa fenologico des trigo en la Republico Argentina. Meteoros (Buenos Aires) 2. 50—65. 1952.
64. Daigo Y. and Suzuki M. Phenology in Japan. 1947. 217.
65. Suzuki S. Agricultural Meteorology. 1951. 267.
66. Misawa H. Bioclimatology of Japan. Anti-Tubelosis Monthly Febr. 1954.
67. Nakahara M. and Suzukij. On the season of the cherry blossom. Reports of the Agricultural and Industrial Meteorological Research 6. 252—279. 1939.
68. Misawa K. and Kawasumi H. The results of the observations of the flowering dates in Nagano Prefectura. Geography 8, 35—48, 286—306. 1940.
69. Misawa K. Fudosagyo (The maximum utilization of a unit area). 1952.
70 Misawa K., Misawa H., Mukaiyama M., Yokota C. and Skimozima K. On the flowering of Prunus subhirtella. Astronomy and Meteorology, 19, 3—7. 1953.
70 a. Misawa K. and Misawa H. On some noteworthy characteristics of Prunus subhirtella for phenological phytometer. Im Erscheinen.
71. Shinchara H. Phenology jn Niijima. Metoirs of Industrial Meteorology. 16. No 4.
72. Koyano M. Blossoming period of cherry-trees (Prunus Yedoensis Matsum) in the Kantodistrict in 1952. Memoirs of Industrial Meteorology. 16. No 2.
73. Gentilli J. Phenology — A new field for Australian naturalists Western Australian Naturalist 2. 1949. No. 1. 15—20.
74. Commission de Meteorologie Agricole. Munich. 1932. Organisation Meteorologique Internationale. Nr 14. Utrecht 1933. 10.
75. Braak C. Vorschlag für die Aufstellung einer internationalen Pflanzenliste. OMI Nr 24. Leyden 1936. 22.
76. Commission for Agricultural Meteorology. Toronto 1947. OMI No. 63. Lausanne. 1949.
77. Organisation Meteorologique Internationale. Commission Regionale III. 4ème session. Resolution 27. Buenos Aires. 1948.
78. Organisation Meteorologique Mondiale. Association Regionale III, Ier session. Resolution B—4. Rio de Janeiro. 1953.
79. Draft provisional technical regulations. World Meteorological Organization. Commission for Agricultural Meteorology. First Session. Paris. 1953. World Meteorological Organization No 27. RP 12. Geneve. 1954.
80. Marcello A. Pour l'institution d'un reseau phytophenologique international au service de l'agriculture. — Assemblee generale 1951 de la confederation europeenne de l'agriculture.

## К разделу 3

1. Hoffmann H. und Ihne E. Phänologischer Aufruf. In Beiträge zur Phänologie. Giessen. 1884.
2. Commission Regionale, Nr 888 (Amerique Sud) 4-e Session a Buenos Aires 1948 Org. Meteorolog. Intern. Public. Nr 75. Lausenne 1951.
3. Anleitung für den phänologischen Beobachter. Deutscher Wetterdienst. Bad Kissingen. 1953.
4. Seyfert F. Anleitung zur Durchführung phänologischer Beobachtungen. 2 erw. Auflage. Veröff. Meteorol. Hydrolog. Dienst d. DDR. Nr 5. 1953.

5. Pflanzentafeln für den Phänologischen Dienst. Deutscher Wetterdienst in der US-Zone, Bad Kissingen. 1950.
6. Brandhorst A. L., Geerling L. C. und Bos H. Versuche über internationale Bestimmungen der Notierungsstadien von Pflanzenphasen auf exaktem Wege. Acta Phaenologica 2. 1933. 49—63.
7 a. Schnelle F. und Seemann J. Klimatologisch-ökologische Verhältnisse im Obst- und Gemüsebau der Niederlande und Belgiens. Land und Hauswirtsch. Auswertungs- und Informationsdienst. H 27. 1953.
7 b. Clements F. E., Goldsmith G. W. The phytometer method in ecologie. Carnegie Inst. of Wash., Publ. No. 356.
7 c. Aichele H. Die Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch das Kleinklima in der Baar. Im Erscheinen.
7 d. Zweigelt F. Der Rebstock im Lichte Phänologie. Acta Phaenologica. 2. 1933. 97—156.
8. Morgen A. Phänometrie des Flächenwachstums lebender Pflanzenblätter. Wetter und Klima. 2. 1949. 1—15.
9. Sachs J. Lehrbuch der Botanik. 4 Aufl. Leipzig. 1874.
10. Hoffmann H. Witterung und Pflanzenwachstum. Leipzig. 1957.
11. Walter H. Grundlagen des Pflanzenlebens. Stuttgart. 1946.
12. Kaempfert W. Zur Phänometrie Wetter und Klima. I. 1948. 40—52.
13. Kretschmer G. Wachstum-Messungen an Pflanzen auf dem Acker. Z. f. Pflanzenernährung. Düngung und Bodenkunde. 47. 1949. 213—226.
14. Morgen A. Wie kann man das Wachstum der Pflanzen kontrollieren? Umschau. 50. 1950. 592—593.
15. Morgen A. Zur Erfassung der witterrungsbedingen Schwankungen bei der Pflanzenproduktion. Angew. Meteorologie. 2. 1954. 48—58.
16. Unruh M. Neue Beobachtungen über die Rhytmik der Symmetrie am zerstreut beblätterten Spross. Ber. d. Deutschen botanischen Ges. 63. 1950. 89—97.
17. Bergen-Landefeld und Busch. Phänometrische Beobachtungen 1951. Ber. d. Deutschen Botanischen Ges. 64. 1951.
18. Seemann J. Gedanken zur Arbeitsweise der Phänometrie. Ber. Deutsch. Wetterd. US-Zone. Nr 42. 1952. 250—251.
19. Seemann J. und Unruh M. Kritische Bemerkungen zur Methodik der Phänometrie (im Erscheinen).
20. Higgins J. J. Instructions for making phenological observations of garden peas. The Johns Hopkins University. Laboratory of Climatology, Seabrook. New Jersey. March, 31. 1952.
21. Fleckinger J. F. Notaticns phenologiques et representations graphiques du developpement des bourgeons floraux du poieier. Comptes rendus du Congres de Paris 1945 de l'Association Francaise pour l'avancement des sciences. 64e session. T. III.
22. Ledesma N. R. Registro fitofenologico integral. Meteoros (Buenos Aires) 3, 81—96. 1953.

К разделу 4

1. Rosenkranz F. Grundzüge der Phänologie. Wien. 1951.
2. Brandhorst A. L. and Pinkhof M. Exact determination of phytophenological stages. Acta Phaenologica. 3, 1935. 99—109.
3. Lugeon J. Les travaux de meteorologie agricole de l'institut naticnal meteorologique de Pologne. Rapport adresse a la commission internationale de meteorologique agricole. Assemblee de Danzig 1935. Warschau. 1935.
4. Agrometeorolosko dekadno porocilo. Tiskovina Upravi Hidrometeoro logske Sluzbe.
5. Klima-Schnellmeldedienst des Deutschen Wetterdienstes. Bad Kissingen.
6. Knörzer A. und Ihne E. Phänologische Beobachtungen auf Reisen. Pränologische Mitteilungen. 41. 1923. 26—32.
7. Schnelle F. Phänologische Studien über die Winterroggenernte während einer Eisenbahnfahrt. Bioklimat. Beibl. 6. 1939. 18—21.

8. Unlig S. Die Phänologie als Hilfsmittel bei der kleinklimatischen Geländeaufnahme. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone Nr. 42, 1952, 238—243.
9. Uhlig S. Phänologische Kreisbeschreibungen. Mitt. Dtsch. Wetterd. Nr 4, 1953.
10. Kreeb K. Phänologische Untersuchungen auf kleinem Raum. I. Allgemeiner Teil. Meteorol. Rdsch. 7. 1954. 95—100. 2. Spezieller Teil. Meteorol. Rdsch. 7. 1954. 133—137.
11. Ellenberg H. Landwirtschaftliche Pflanzenscziologie III. 1954.
12. Grainger J. Crops and diseases. I. A. digest of results of the disease phenology plots maintained and recorded by the department of Plant Pathology West of Scotland Agricultural College Auchincruive, Ayr. 1945—49, Research Bulletin, 9.
13. Phenological studies in South America. World Meteorological Organization. Commission for Agricultural Meteorology. First Session, Paris, 3.—20. Nov., 1953. I (Document 35).

## К разделу 5

1. Arzt Th. und Ludwig W. Untersuchungen über die Zuverlässigkeit und Verwertbarkeit phänologischer Daten. Ber. Dtsch. Wetterd. (Im Erscheinen.)
2 a. Deutsches Meteorolog. Jb. US-Zone (1945 bis 1952). Deutsch. Wetterd. US-Zone.
2 b. Deutsches Meteorolog. Jb. Britische Zone. Meteorolog. Amt f. Nordwestdeutschland.
3. Deutsches Meteorolog. Jb. (ab 1953). Deutscher Wetterdienst.
4. Deutsches Meteorolog. Jb. f. DDR. Meteorolog. u. Hydrolog. Dienst i. d. DDR.
5. Ergebnisse phänologischer Beobachtungen im Deutschen Reich im Jahre 1936 bzw. 1937. Wissensch. Abh. d. Reichsamtes für Wetterdienst. 4. Nr 4. 1938, bzw. 7. Nr 3. 1940.
6. Schnelle F. und Witterstein F. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. Teil II. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone. Nr 41. 1952.
7 Schnelle F. und Witterstein F. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. Teil IV. Berichte des Deutschen Wetterdienstes. (Im Erscheinen.)
8. Schnelle F. Studien zur Phänologie Mitteleuropas. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone. I. Nr 2. 1948.
9. Ihne E. Phänolcgische Mitteilungen. Arbeiten der Landwirtschaftskammer Hessen und Selbstverlag. 1—59. 1883—1941.
10. Bos H. Die Intervalle zwischen verschiedenen Pflanzenphasen. Phänologische Mitteilungen. 34. 1916. 33—38.
11. Köppen W. Wechsel der phänologischen Zeitenfolge. Meteorol. Z. 44. 1927. 175—177.
12. Schennikow A. P. Phänologische Spektra der Pflanzengesellschaften. In E. Abderhalden: Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. XI. Teil 6,2. Hälfte. 1932. 251—266.
13. Gams H. Prinzipienfragen d. Vegetaticnsforschung. V, Jb. Jarschr. Naturf. Ges. Zürich. 63. 1918.
14. Weger N., Herbst W. und Rudloff C. F. Witterung und Phänologie der Blühphase des Birnbaumes. Wissensch. Abh. d. Reichsamtes f. Wetterdienst. 7. Nr 1. 1940.
15. Böer W. Witterung und Pflanzenwachstum. Diss. Leipzig. 1951.
16. Das Pflanzenjahr im Kreise Eutin. Wetter Schleswig-Holstein. 3. 1949. Nr 97.
17. Wetterübersicht für Schulen. Deutscher Wetterdienst, Zentralamt.
18. Baumgartner A. Methodischen zur Darstellung des Witterungseinflusses auf den Verlauf der Pflanzenentwicklung; erläutert an den phänologischen Beobachtungen 1947 in Bad Kissingen. Meteorol. R. 3. 1950. 217—221.
19. Unlig S. Die Phänologie als Hilfsmittel dei der kleinklimatischen Geländeaufnahme. Ber. Dtsch. Wetterd. US—Zone. Nr 42. 1952. 238—243.

20. Unlig S. Phänologische Kreisbeschreibungen. Mitt. Dtsch. Wetterd. Nr 4. 1953.
21. Schnelle F. Phänologische Weltkarte. Beginn der Weizenernte Verteilung der Weizenanbauflächen und der Weizenausfuhr. Meteorol. Rdsch. 2. 1949. 65—66.
22. Knoch K. u. a. Der heisse und trockene Scmmer 1947. Ber. D. Wetterd. US-Zone. Nr 7. 1949.
23. Der Einzug des Frühlings. Stand 24. 4. 1950. Wetter Schleswig-Holstein (Schleswig). 4. 1950. Nr 35.
24. Schnelle F. Phänologische Studien über die Winterroggenernte während einer Eisenbahnfahrt. Bioklimat. Beibl. 6. 1939. 18—21.
25. Hopkins A. D. Periodical events and natural law as guides to agricultural researsh and practice. Monthly Weather Rev. Suppl. No 9. Washington D. C. 1918.
26. Hopkins A. D. Bioclimatics. A science of life and climate relations. US Department of Agriculture. Nc 280. Washington D. C. 1938.
27. Hiltner E. Die Phänologie und ihre Bedeutung. Naturwissensch. u Landw. H. 8. Freising-München. 1926.
28. Федоров А. В. Сельскохозяйственная метеорэлогия. М. 1938.
29. Смирнов Н. П. Биоклимат Европы. 1937.
30. Moe A. Dates of flowering for native and garden plants at Stavanger 1897—1926. Norske Videns Kaps-Akademie. Matem. Naturwid. Klasse, Nr. 3, Oslo. 1928.

## К разделу 6

1. Daigo Y. and Suzuki M. Phenology in Japan, 1947, pp. 217.
2. Suzuki S. Agricultural Meteorology. 1951. 267.
3. Margary I. D. The Marsham phenological record in Norfolk, 1736—1925, and some others. Quarterly J. Royal Meteorol. Soc. 52. 1926. 27—54.
4. Schnelle F. Hundert Jahre phänologische Beobachtungen im Rhein-Main-Gebiet 1841—1859, 1867—1947. Meteorol. Rundsch. 3. 1950. 150—156.
5. Ziegler J. Phänologische Beobachtungen zu Frankfurt a. M. 1891. 21—158.
6. Ihne E. Phänologische Mitt. Arb. d. Landwirtschaftskammer Hessen u. Selbstverlag, 1—59, 1883—1941.
7. Poggenpohl W. A. Phänologische Beobachtungen 1886—1907, Acta Phaenologica, 1, 1932, 51—56, 73—90.
8. Hoffmann H. Phänologischer Kalender von Giessen, Phänologische Beobachtungen. 27. Ber. d. Oberh. Ges. f. Natur- u. Heilk zu Giessen (Phänolog. Mitteilg. 6. 1888. 27).
9. Brazier C. F., Éblé L. et Marcel M. Resumé de 30 ans d'observations de la température de l'air, de la pluie de la pleine floraison de 104 espèces végétales effectuéuse de 1905 à 1934 à l'Observatoire du Parc Saint Maur, C. r. 72e congrès d. soc. sav. 1939. 49—53.
10. Éblé L. Contribution à l'etude des rapports entre la température et la floraison dans la région parisienne. C. t. 59e congrès d. soc. sav. sciences 1926, 196—205.
11. Holderfleiss P. Das Klima des mitteldeutschen Flachlandes. Kühn-Arch. 44. 1938. 83—104.
12. Zoltan K. von Nagy. Phanologische Beobachtungen an Robinia pseudacacia, bzw. an Winterweizen (Triticum vulgare L.) in Ungarn 1850—1930. Acta Phaenologica. 1. 1932. 155 bis 157, bzw. 3. 1935. 50—63.
13. Arnell H. W., Arnell K., Arnell K. och Arnell S. Vegetationens arlige utrecklingsgang i Svealand;—i Norrland — i Götaland, Meddelanden fran meteorologisk — hydrografiska anstalt (Stockholm) 2. Nr 1. 1923; 6, Nr 2. 1930.
14. Reuter M. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland (mehrere Teile). Bidrag till kannedom of Finlands natur och folk. (Helsingfors). Bis 92. 1948.
15. Witterstein F. Untersuchungen an der Langjährigen Becbachtungsreihe von Geisenheim, Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone Nr 42. 1952. 313—320.

16. Knoch K. Über die Strenge der Winter in Norddeutschland nach der Berliner Beobachtungsreihe, 1766—1947. Meteorol. Rundsch. 1. 1947. 137.
17. Schnelle F. Der Charakter zukünftiger Winter. Neue Mitt. f. d. Landwirtsch. 5. 1950. 105.
18. Böer W. Witterung und Pflanzenwachstum. Dissertation. Leipzig. 1951.
19. Ihne E. Auf den Spuren des Frühlings im Odenwald und Vogelsberg. Wie Belaubung und Aufblühen verschieden wandern. Phänologische Mitt. 33. 1915. 33—39.
20. Köppen W. Referat über E. Ihne: Über die Schwankungen der Aufblühzeit Botan. / 1889) in Meteorol. Z. 7. 1890 (21—22).
21. Ango A. Etude sur la marche des phénomènes de la végétation et la migration des oiseaux en France 1880—1890. Ann. bureaux central météorologique pour 1889—1892.
22. Ihne E. Über phänologische Jahreszeiten, Naturw., Wechenschr. 10. Berlin. 1895.
23. Hopkins A. D. and Murray M. A. Natural guides to the beginning, length and progress of the seasons. Acta Phaenologica. 2. 1933. 33—43.
24. Rosenkranz F. Grundzüge der Phänologie Wien. 1951.
25. Schnelle F. Die klimatisch-phänologischen Bedingungen des Zwischenfruchtbaus in Hessen. Deutscher Landwirtschaftlicher Informationsdienst. i. Sonderheft Reinhardt. Frankfurt. 1948.
26. Rosenkranz F. Die Vegetationszeit in Österreich. Wetter und Leben (Wien). 2. 1950. 110, 203—205.
27. Hese W. Karte der Vegetationsperiode. Angew. Meteorol. (Berlin). 1. 1953.
28. Gensler A. Der Begriff der Vegetationszeit. Kritische Beiträge zum Begriff der Vegetationszeit in der geographischen klimatologischen und phänologischen Literatur. Diss. Zürich. 1946.
29. Maercks H. Die Abgrenzung und Kennzeichnung der Jahreszeiten nach meteorologischen und phänologischen Daten. Meteorol. Rdsch. 7. 1954. 140—145.
30. Koenen M. Das Phänologische Jahr. Diss. Köln. 1952.
31. Koenen M. Gibt es ein «Phänologische Jahr?» Ann. Meteorol. 6. 1953/54. 129—143.
32. Schnelle F. Wetterkundlicher Wegweiser. Mitt. d. Deutschen Wetterdienstes in der US Zone Nr 3. 1949.
33. Moe A. Dates of flowering for native and garden plants at Stavanger, 1897—1926. Norske Videnskaps Akademi. Oslo. I. Matem. Naturw. Klasse. Nr 3. 1928.
34. Popow N. W. Phänologische Beobachtungen in der Schule. Moskau. 1950.
35. Minio M. Le osservazioni fitofenologiche della rete italiana nel 1922, 1923. Nuovo Giornale Botanico Italiano, n. s. 32. 1926. 627—649; 34. 1926 848—863.
36. Ihne E. Zur Phänologie von Coimbra. Phänologische Mitt., 15. 1897. 1—12.
37. Ihne Noch etwas west östliche Phänologie: Teterow und Muratowo. Phän. Mitt. 47. 1929. 41—42.
38. Ihne E. Über den Unterschied in der Eintrittszeit des phänologischen Frühlings zwischen Wageningen und Orten, die nördlich, südlich, östlich, westlich gelegen sind. Phänologische Mitt., 49. 1931. 34—37.
39. Moe A. Phänologischer Frühling bei Stavanger. Phänologische Mitt., 53. 1935. 42—44.
40. Schnelle F. Studien zur Phänologie Mitteleuropas. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes in der US Zone, Nr 2. 1948.
41. Ergebnisse phänologischer Beobachtungen in Deutschland im Jahre 1936 bzw. 1937. Wissensch. Abh. d. Reichsamts f. Wetterdienst. 4. Nr 4. 7. Nr 3. 1940.
42. Schnelle F. und Uhlig S. Beiträge zur Phänologie Deutschlands I. Ber. Dtsch. Wetterd. US Zone, Nr 39. 1952.
43. Schnelle F. und Witterstein F. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. II. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone, Nr 41. 1952.
44. Schnelle F. Phänologische Charakterisierung typischer Klimagebiete Europas. Petermanns Geogr. Mitt. 91. 1945. 3—10.

45. Ihne E. Über die Abhängigkeit des Frühlingseintritts von der geographischen Breite in Deutschland. Meteorol. Z. 17. 1900. 378—381.
46. Schrepfer H. Blüte und Erntezeit des Winterroggens in Deutschland. Arb. d. Deutschen Landwirtschaftsges. II. 321. Berlin. 1922.
47. Angot A. Étude sur la marche des phénomènes de la végétation en France pendant les annees 1880 et 1881. Ann. du bureau central météorologique pour. 1882.
48. Wimmenauer K. Die Hauptergebnisse zehnjähriger forstlichphänologischer Beobachtungen in Deutschland 1885—1894. Berlin. 1897.
49. Scamoni A. Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstw. Central. 68. H. 12. 1949.
50. Angot A. Étude sur la marche des phénomènes de la végétation et la migration des oiseaux en France 1880—1890. Ann. du bureau central météorologique pour 1882—1892.
51. Minio M. 11 gradienta fitofenologico in Italia. Atti Ist. Veneto. Sci. Lett. ed Arti. 103. 1944. 625—656.
52. Minio M. Quelques valeurs du retard des floraison dû à l'altitude tirées des séries d'observations italiennes 1876—1885. Acta phaenologica. I. 1932. 97—105.
53. Fiori A. Osservazioni fenologiche in rapporto all'altitudine fatte nel Valdarno. Nuovo giorn. bot. italiano 12. 1905. 441.
54. Pfaff W. Über den Einfluss der Höhenlage auf den Eintritt der Vegetationsphasen. Phänologische Mitt. 37. 1919. 31—38.
55. Ihne E. Zum Einfluss der Höhe auf die Laubverfärbung. Phänologische Mitt. 42. 1924. 31.
56. Hiltner E. Die Phänologie und ihre Bedeutung. Naturwissensch. u. Landwirtsch. H. 8. Freising —München. 1926.
57. Rosenkranz F. Die thermische Begünstigung gewisser Höhenstufen und deren Auswirkung auf phänologische Daten. Wetter und Leben. (Wien). I. 1948. 104—105.
58. Schnelle F. Phänologische Charakterisierung typischer Klimagebiete Europas. Petermanns Geogr. Mitt. 91. 1945. 3—10.
59. Walter H. Einführung in die Phytologie. Bd. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Stuttgart. 1949.
60. Knoch K. und Schulze A. Methoden der Klimaklassifikation. Petermanns Geogr. Mitt. Erg. H. Nr 249. 1952.
60a. Ihne E. Phänologische Karte des Frühlingseinzugs in Mitteleuropa. Petermanns Geogr. Mitt. 51. 1905. 96—108.
61. Härle A. Blüte- und Erntezeiten von Winterroggen und Winterweizen in Deutschland. Mitt. Biclog. Reichsanst. f. Land u. Forstwirtsch. H. 57. 1938.
62. Kessler O. Zur Phänologie des Rheinlandes. Karten der Jahre 1934 und 1935. Wissensch. Abhandl. Reichsamt f. Wetterdienst 4. Nr 3. Berlin. 1938.
63. Schnelle F. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. Teil III. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes. Nr 1. 1953.
64. Klimaatlas von Hessen, Bayern, Baden-Württemberg. Deutscher Wetterdienst i. d. US-Zone 1950, 53, 53. Klimaatlas von Rheinland-Pfalz im Erscheinen.
65. Klimaatlas der Deutschen Demokratischen Republik. Meteorolog. u. Hydrolog. Dienst d. DDR. 1953.
66. Heimatatlas von Baden-Württemberg;... von Rheinland-Pfalz Verlag Wenschow-München und Künstlerbund Karlsruhe.
67. Karten für den erdkundlichen Unterricht. Bayerischer Schulverlag. München.
68. Weltatlas. Verlag Klett.
69. Lautensach H. Atlas zur Erdkunde. Keysersche Verlagsbuch. Heidelberg. 1954.
70. Atlas von Niederösterreich. Akad. d. Wissensch. u. Ver. f. Landeskunde v. Niederösterreich. Verlag Freytag Berndt u. Artaria. Wien 1951.
71. Müller W. Phänologie des Landes Thüringen. Diss. Jena. 1940.
72. Ergebnisse phänologissher Beobachtungen im Deutschen Reich im Jahre 1936;... 1937. Wissenschaftl. Abhandl. Reichsamt f. Wetterd. 4. 1938. Nr 4; 7. 1940. Nr 3.

73. Deutsches Meteorolog. Jahrb. d. US-Zone (1945 bis 1952). Deutscher Wetterdienst in der US Zone.
74. Deutsches Meteorolog. Jahrb. (ab 1953). Deutscher Wetterd.
75 Phänologische Karten von Sachsen-Anhalt. Volk und Wissen. Berlin—Leipzig.
76. Van Eimeren J. und Kaps E. Der Beginn der Apfelblüte im Harburger Raum, verglichen mit der mittleren Blüte in Nordwestdeutschland. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. 42. 1952. 395—397.
77. Aichele H. Der Beginn der Apfelblüte 1953 am westlichen Bodensee als Hilfsmittel der kleinklimatischen Geländekartierung. Meteorol. Rdsch. 6. 1953. 204—206.
78. Seemann J. Die klimatisch-phänologischen Verhältnisse für Zwischenfruchtbau nach Winterroggen. Meteorol. Amt Nordwestdeutschl. 1949.
79. Seyfert E. Die klimatischen Voraussetzungen des Zwischenfruchtbaues nach Winterroggen und Winterraps in der DDR unter Berücksichtigung der biologischen Bodenfaktoren. Veröff. Meteorolog. Hydrolog. Dienst d. DDR.
80. Hesse W. Schwankungen der Vegetatinsperiode. Die Deutsche Landwirtschaft. H. 4. 1953.
81. Schnelle F. und Wilterstein F. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. IV. Ber. Dtsch. Wetterd. Im Erscheinen.
82. Schnelle F. und Wilterstein F. Beitrage zur Phänologie Deutschlands. Teil II. Phänologische Beobachtungsdaten der Einzeljahre 1936 bis 1944. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone. Nr 41. 1952.
83. Meynen E., Schmithüsen J. u. a. Vierzonenverwaltungskarte von Deutschland mit naturräumlicher Gliederung Amt für Landeskunde und Hessisches Landesvermessungsamt. Wiesbaden. 1951.
84. Schnelle F. und Uhlig S. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. **Teil I. Karten** des phänologischen Jahreablaufs der Einzeljahre 1936 bis 1944. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone. Nr 26. 1952.
85. Ihne E. Phänologische Mitteilungen. 14 bis 59. 1896 bis 1942.
86. Schnelle F. Karte der naturräumlichen Gliederung im mittleren Europa auf Grund phänologischer Unterlagen. Berichte Deutsch. Wetterd. i. d US-Zone Nr 42. 1952. 320—322.
87. Schnelle F. Phänologische Welkarte: Beginn der Weizenernte, Verteilung der Weizenanbauflächen und Weizenausfuhr. Meteorol. Rundsch. 2. 1949. 65—66. u. 2 verb. Aufl. Geograph. Taschenbuch. 1953. 258.

К разделу 7

1. Hellmann G. Klima-Atlas von Deutschland. Berlin. 1921.
2. Geiger R., Woelfle M., Seip L. Ph. Höhenlage und Spätfrostgefährdung (7 Teile). Forst w. C. 55. 1933. 56. 1934.
2a. Schnelle F. Studien zur Phänologie Mitteleuropas. Ber. D. Wetterd. US-Zone, 1. Nr 2. 1948.
3. Schnelle F. und Uhlig S. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. Teil I. Karten des phänologischen Jahresablaufs der Einzeljahre 1936 bis 1944. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone. Nr 26. 1952.
4. Berg H. Die Kontinentalität Europas und ihre Aenderung. 1928 (37 gegen 1888) 97. Ann. Hydr. 68. 1940. 124.
4a. Hofmann A. und Geiss A. Luftkörper-Kalender 1881—1941, Bearb. im Forschungsdienst. f. langfristige Witterungsvorhersagen. Bad Homburg.
5. Dove H. W. Ueber den Zusammenhang der Wärmeveränderungen der Atmosphäre mit der Entwicklung der Pflanzen K. Akad. D. Wissensch. Berlin. 1846.
6. Schnelle F. Studien zur Phänologie Mitteleuropas. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 2. 1948.
7. Angot A. Étude sur la marche des phénomènes de la végétation et la migration des oiseaux en France 1880—1890. Ann. du Bureau central météorologique pour 1882—1892.

8. Zanon F. S. Bioclima di Venezia: Un ventennio di ricerche fenclogiche. Geofis pura applic. (Mailand) 22. 1952. № 1/2. 97—107.
9. Misawa H. On the flowering temperature of prunus mume, p. Persica, p. subhirtella, p. subsp. serrulata and p. yedoensis in Japan. J. of Agricult. Meteorology (Japan). 8. 1953. 134—136.
10. De Réaumur M. Observations du thérmometre, faites à Paris pendant lſannée 1735. Mém. d. l'acad. roy. d. sc. Paris. 1735. 737—754.
11. Burckhardt F. Über die Bestimmung des Vegetationsnullpunktes. Verh. d. Naturf. Ges. Basel 2. 1860. 47—62.
12. De Candolle M. A. De la germination sous des degrés divers de température constante. Arch. d. sc. phys. et naturelles. Nouv. pér. 24. 1865. 243—282.
13. Oettingen A. J. Phänologie der Dorpater Lignosen, oin Beitrag zur Kritik phänologischer Beobachtungs- und Berechnungsmethoden. Arch. f. d. Naturk. Liv- Est- und Kurlands. 2 Ser. 8. 1879. 241—352.
14. Rcsenkranz F. Grungdzüge der Phänologie. Wien. 1951.
15. Weger N., Herbst W. und Rudloff C. F. Witterung und Phänologie der Blühphase des Birnbaumes. Wissensch. Abh. d. Reichsamts f. Wetterdient. 7. Nr 1. 1940.
16 Weger N. und Herbst W. Zur Physiologie des Fruchtens bei den Obstgehölzen, ein Beitrag zum Problem der Temperatursummen. Forschungsdienst. 9. 1940. 518.
17. Voigts H. Wärmestundensummen und phänologische Erscheinungen. Arch. f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie. Ser. B. 1. 1949. 410—421.
18. Bider M. Phänologische Beobachtungen in den Kantonen Basel-Land. Basel-Stadt, Uri und Graubünden. XI. Tätigkeitsber. d. Naturf. Ges. Basel-Land 1936—1938. Liestal 1940. 57—90.
19. Arzt Th. und Ludwig W. Alte Probleme der Phänolcgie in neuer Beleuchtung. Naturwissensch. Rundsch. 2. 1949. 450—459.
20. Lessmann H. Eine Methode zur Voraussage des Blühbeginns bei Obstgehölzen. Wetter u. Klima. 1. 1948. 172.
21. Éblé L. Contribution à l'etude des rapports entre la température et la floraison dans la région parisienne. C. r. 59e congrés Soc. Savantes Sciences. 1926. 196—205.
22. Linsser G. Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in ihrem Verhältnis zu den Wärmeerscheinungen. Mém. de l'Acad. imp. d. sc. de St. Petersburg. T. XI. Nr 7. 1867. 1—44.
23. Schneider M. Summen, Mittel und mittlere Extreme der Temperatur von phänologischen Zeitspannen. Ein Beitrag zur phänologischen Klimatologie Süddeutschlands und zum Temperatursummenproblem. Ber. Dtsch. Wetterd. i. d. US-Zone. Nr 42. 1952, 276—281.
24. Hänsel H. Über die Aenderung der «Blühreife' während eines Winterhalbjahres und die Bestimmung einer «Kältebedarfzahl» bei fünf Wintergerstensorten. Die Bodenkultur. Wien. 3. H. 1. 1949.
25. Schüepp W. Phänometrisches Experiment über die «Winterruhe» einiger Pflanzen. Wetter und Leben. 2. Wien. 1950. 205.
26. Franken A. Zur Phänologie der Forsythie. Metecrologisches Amt für Nordwestdeutschland. Hamburg. 1952.
27. Böer W .Witterung und Pflanzenwachstum. Dissertation. Leipzig. 1951.
28. Hentschel G. Ein Beitrag zur Phänologie der Schneeglöckchenblüte. Angew. Meteorol. (Berlin) 1. H. 2. 1951. 43—53.
29. Schrödter H. Untersuchungen über die «Temperatursummenregel» an Hand der phänologischen Beobachtungen in Wernigerode 1854—1884 (unter besonderer Berücksichtigung einer Methode zur Bestimmung der Basistemperatur und des Startpunktes). Angew. Meteorol. (Berlin) 1. H. 8. 1952. 225—236.
30. Blunck H. Die Entwicklung des Dytiscus marginalis. L. vom Ei bis zum Imago. Teil 2. Z. Wiss. Zoolog. 121. 1923. 171—391.
31. Blunck H. Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenshutz 39. 1929. 1—28.

32. Schrödter H. Weitere Untersuchungen über die Anwendung der Temperatursummenregel auf phänologische Phasen. Angew. Meteorol. 2. 1954. 59—64.
33. Hertlein G. Phänologisch-meteorologische Untersuchungen zur Blühvorhersage bei Obstgehölzen. Diss. Hihenheim. 1954.
34. Kramer C. De warmstom in die kiemingsperiode van zomergerst. K. Nederlands Meteorolog. Instituut. Wetenschapptlijk Rapport W. R. 54—001 (111—132.) De Bilt. 1954.
35. Thornthwaite C. W. Temperature relations to time of maturity of vegetable crops. The John Hopkins University, Labcratory of Climatology, Seabrook, New Jersey, Dezember 1952, 18 S.
36. Berg H. Bedeutung und Grenzen der Phänologie für die Klimatologie. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. 42. 1952. 358.
37. Marton F. Die Blütengeschichte einer Geranium-Robertianum Pflanze. Das Leben der Blüten in ihren Beziehungen zur Witterung. Wetter und Leben. (Wien). 1. 1948. 203—207.
38. Däniker A. U. Phänologische Beobachtungen im Botanischen Garten Zürich in den Jahren 1931—1940. V. Naturforsch. Ges.. Zürich. 92. 1947. Beih. Nr 2.
39. Schnelle F. Über die Abhängigkeit der Laubverfärbung von der Temperatur. Ber. d. Deutschen Wetterdienst i. d. US-Zone. Nr 38. 1952. 227—228.
40. Smirnow A. I. Über die biochemischen Eigentümlichkeiten des Alterns der Laubblätter. Plants. Arch. wissensch. Bot. 6. 687—766.
41. Knoch K. u. a. Der heisse und trockene Sommer 1947. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone. Nr 7. 1949.
42. Illitschewski S. Die phänologischen Beobachtungen des Jahres 1934 in Poltawa. Acta Phaenologica. 3. 1935. 155—159.
43. Györffy I. Dreimaliges Blühen der Robinien in Szeged. Acta Phaenologica 1. 1932. 57—58.
44. Illitschewsky S. The results of the phenological observations at Poltava Acta phaenologica. 1. 1931. 29—37.
45 Illitschewsky S. Two anomalies in plant flomering. Asta phaenologica 2. 1932. 91.
46. Rosenkranz F. Abnormale Blühverhältnisse im Herbst 1948. Wetter und Leben. (Wien). 1. 1948. 210—211.
47. Zitiert bei Köppen W. Wechsel der phänologischen Zeitenfolge. Meteorol. Z. 44. 1927. 175—177.
48. Wimmenauer K. Die Hauptergebnisse zehnjähriger forstlich-phänologischer Beobachtungen in Deutschland 1885—1894. Berlin. 1897.
49. Bos H. Hat die Blüten- oder Blätterentwicklung den Vorsprung? Acta Phaenologica. 2. 1933. 157.
50. Bos H. Die Ursachen der Tempoänderungen bei Sprossbildung im Frühjahr. Acta Phaenologica. 1. 1932. 146.
51. Bos H. Die Intervalle zwischen verschiedenen Pflanzenphasen. Phänologische Mitt. 34. 1916. 33—38.
52. Кулешов Н., Лапцевич Г. О времени остановки прироста стебля хлебных злаков. ДАН, 1951, 76, № 2, стр. 189—292
53. Walter H. Einführung in die Phytologie. Bd. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Stuttgart. 1949.
54. Köppen W. Referat über E. Ihne: Über die Schwankungen der Aufblühzejt. (Botan. Z. 1889) in Meteorol. Z. 25. 1890. (21—22).
55. Hoffmann H. Lebensalter und Vegetationsphasen. Phänologische Beobachtungen. 27. Ber. d. Oberh. Ges. f. Nat.- u. Heilk. zu Giessen. 1888. 18—27.
56. Uhlig S. Die Pflanze als meteorologisches Instrument. Naturwissensch. Rdsch. 1954. 245—249.
57. Geslin H. Étude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat. Contribution à l'etude du climat du blé. Monographies publ. par les Stat. et Lab. de récherches agronomiques. Paris. 1944.
58. Geslin H. Contribution à l'étude du complex héliothermique. Ann. Inst. Nat. Recherche Agronomique. 1952. 321—326.

59. Poggenpohl W. A. Phänologische Beobachtungen 1886—1907. Acta Phaenol. 1. 1932.
60. Schnelle F. Karte der naturräumlichen Gliederung im mittleren Europa auf Grund phänologischer Unterlagen. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 42. 1952. 320—322.
61. Jhne E. Phänologische Karten von Finnland. Meteorol. Z. Z. 1890. 305—306.
62. Schnejder J. Ueber die Verzögerung des Frühlingseintritts mit wechselnder geographissher Breite. Meteorol. Z. 19. 1902. 237.
63. Schnelle F. Methoden und Möglichkeiten einer phänologischen Klimatologie. Annal. d. Meteorol. 4. 1951. 97—108.
64. Schneider M. Periodische Schwankungen in der Vegetationszeit der Laubbäume. Meteorol. Rundsch. 2. 1949. 146.
65. Schneider M. Laubentfaltung der Rosskastanie. Sonnenflecken und Märztemperatur. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes in d. US-Zone. Nr 12, 1950. 104.
66. Voigts H. Gang der Jahresmitteltemperaturen und Sonnenfleckenzyklus. Z. f. Meteorol. 5. 1951. 110.
67. Marcet E. Der Laubfall als Anpassung, Veranlagung und Gewohnheit. Leben und Umwelt (Aarau). 6. 1950. 116—119.
68. Grunow J. Die phänologische Erkundung als Hilfsmittel zur klimatischen Bewertung. Landwirtsch. Jb. f. Bayern. 28. 1951. 86—88.
69. Soerensen H. Faenologiska undersoegelser over vegetationen p. skraninger m. forskellig expositionen. Bot. tidsskr. (Kopenhagen). 47. H. 2. 1943.
70. Kreeb K. Phänologische Untersuchungen auf kleinem Raum. 1. Allgemeiner Teil. Meteorol. Rdsch. 7. 1954. 95—100. 2. Spezieller Teil. Meteorol. Rdsch. 7. 1954. 133—137.
71. Balchin W. G. & Pye N. Observations on local temperature variations and plant responses. J. Ecol. (Grossbritanien). 38. No 2. 1950. 345—353.
72. Ihne E. Phänologische Karten von Finnland. Meteorol. Z. 25. 1890. 305—306.
73. Knoch K. Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie. Ber. z. deutschen Landeskunde. 7. 1949. 115—123.
74. Knoch K. Ueber das wesen einer Landesklimaaufnahme. Z. f. Meteorol. 5. 1951. 173—177.
75. Illitschewski S. Plant flowering and local factors. Acta Phaenologica. 2. 1933. 20—29.
76. Mäde A. Zur Methodik phänologischer Kartenentwürfe. Angew. Metecrologie. (Berljn). 1. H. 5. 1952. 139—142.
77. Schnelle F. Beiträge zur Phänologie Deutschlands. Teil III. Ber. d.Deutschen Wetterdienstes. Nu 1. 1953.
78. Weger N. Beiträge zur Frage der Beeiflussung des Bestandsklimas, des Bodenklimas und der Pflanzenentwicklung durch Spaliermauern und Bodenbedeckung. Ber. d. Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone. Nr 28. 1951.
79. Marcello A. Ecologia e sinfenologia. Nuovo Giorn. Bot. Ital. n. s. 57. 1950. 669—671.
80. Rosenkranz F. Das Phänoklima von Wien. Wetter und Leben. (Wien). 3. 1951. 95—98.
81. Baumgartner A. Zur Phänologie von Laubhölzern und ihre Anwendung bei lokal-klimatischen Untersuchungen. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 42. 1952. 69—75.
82. Uhlig S. Phänologische Beobachtungen als Hilfsmittel bei der kleinklimatischen Geländeaufnahme. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 42. 1952. 238—243.
83. Franken E. Der Beginn der Forsythienblüte 1955 im Hamburg. Ein Beitrag zur Phänologie der Grossstadt. Meteorol. Rdsch. 1955. (Im Erscheinen).
84. Schrimpf K. Beobachtungen über den Entwicklungsrythmus der Weizenformen; dargestellt am Hohenheimer Weizensortiment. Z. Acker- u. Pflanzenbau (Berlin). 94. 1952. 480—529.
85. Mandy G. Orgonofajták viragzasanak fenologiai felvétele. 1949—ben

(Phänologische Untersuchung verschiedener Spezies von Syringa vulgaris im Jahre 1949.) Jdöjavas (Budapest). 53. 1949. 367—374.
86. Baumgarner A. Zur Phänologie von Laubhölzern und ihre Anwendung bei lokalklimatischen Untersuchungen. Ber. Dtsch. Wetterd. Nr 42. 61—73.
87. Messeri A. Ritmi climatici e ritmi vegetativi. Nuovo Giorn. Bot. Ital. 58. 1951. 535—549.
88. Дмитриева А. А. Фенология дикорастущей флоры Батумского ботанического сада. Бот. журн. 33 № 1, 1948.
89. Link W. Verlauf und Frostgefährdung unserer Apfelblüte. Rheinische Monatsschrift für Gemüse-, Obst- und Gartenbau (Bonn). 39. 1951. 98.
90. Rosenkranz F. Von der Keimzeit des Sommerhafers. Wetter und Leben (Wien). 3. 1951. 256—257.
91. Higgins J. J. Instructions for making phenological observations of garden peas. The John Hopkins University. Laboratory of Climatolcgy. Seabrook, New Jersey, March 31, 1952.
92. Nuttonson M. G. Some preliminary observations of phenological data as a tool in the study of photoperiodic and thermal requirements of various plant material vernalisation and photoperiodism; a symposium. Verlag Waltham (Mass. USA). Cronica Botanica Co. 1948. 129—143.

## К разделу 8

1. Knoch K. Weltklimatologie und Heimatsklimakunde. Meteorol. Z. 59. 1942. 245.
1a. Knoch K. Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie. Ber. z. deutschen Landeskunde. 7. 1949. 115—123.
1b. Schnelle F. Methoden und Möglichkeiten einer phänologischen Klimatologie. Ann. d. Meteorol. 4. 1951. 97—108.
2. Schnelle F. Phänologische Andauerkarten von Europa. Kühn-Archiv. 60. 1943. 98.
3. Schneider M. Summen, Mittel und mittlere Extreme der Temperatur von phänologischen Zeitspannen. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 42, 1952. 276—281.
4. Schnelle F. Wie häufig droht der Obstblüte Frostgefahr? Wetterkarte Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 72. 1950.
5. Seemaun J. Ein Beitrag zur allgemeinen Spätfrostgefährdung in Nordwestdeutschland, besonders für den Obstbau. Zeitfragen d. Baumschule Folge 7. Aachen. 1950.
6. Rosenкranz F. Mirabellenbau und Frost in Niedrösterreich. Wetter und Leben (Wien). 3. 1951. 199—200.
7. Berg H. Bedeutung und Grenzen der Phänologie für die Klimatologie. Berichte Dtsch. Wetterdienst. i. d. US-Zone. Nr 42. 358—361.
8. Schrödter H. Untersuchungen über die «Temperatursummenregel» an Hand der phänologischen Beobachtungen in Wernigerode 1854—1884. Angew. Meteorol. (Berlin) 1. 1952. 225—234.
9. Morgen A. Die Bedeutung der Phänologie für die Landeskunde. Ber. Dtsch. Landerskunde (Stuttgart). 11. 1952. 497—506.
10. Brüning K. Die deutschen Landkreise. Handbuch für Verwaltung. Wirtschaft und Kultur. Der Landkreis Hameln-Pyrmont. Kreisbeschreibung und Raumordnungsplan nebst statistischen Anhang. Walter-Dorn-Verlag. Bremen-Horn.
11. Meynen E. & Schmithüsen J. u. a. Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. I. Lieferung. Remagen. 1953.
12. Walter H. Einführung in die Phytologie. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I Teil:Standortslehre. Stuttgart. 1949.
13. Marcello A. Ecologia e sinfenologia. Nuovo Giorn. Bot. Ital. n. s. 57. 1950. 669—671.
14. Ihne E. Der feldmässige Gemüsebau im Grossherzogtum Hessen im Jahre

1912 nach seiner Anbaufläche und Verteilung auf die klimatisch-phänologischen Zonen. Phänologische Mitt. 31. 1913. 37.
15. Ihne F. Karte der Gebiete Deutschlands mit Getreidefrühernten. Arbeiten d. Landwirtschaftskammer für Hessen. H. Nr 22. 1918.
16. Schnelle F. Die klimatisch-phänologischen Bedingungen des Zwischenfruchtbaus in Hessen. Deutsch. Landwirtsch. Informationsdienst. Frankfurt. 1948. 1. Sonderh.
17. Seemann J. Die Klimatisch-phänologischen Verhältnisse für Zwischenfruchtbau nach Winterroggen. Meteorol. Amt f. NWD. Hamburg. 1949.
18. Voigts E. Vergleich der klimatisch-phänologischen Bedingungen des Zwischenfruchtbaus nach Winterroggen in Schleswig-Holstein und Hessen. Meteorolog. Rundsch. (Berlin). 4. H. 9/10. 1951.
19. Rosenkranz F. Grundzüge der Phänologie. Wien. 1951.
20. Rosenkranz F. Die Zweifruchtzeit in Niederösterreich im Lichte der Phänologie. Wetter und Leben. 3. Wien. 1951. 200—203.
21. Ihne E. Ueber Auftriebszeit bei den Hessischen Dauerweiden und phänologische Karten. Hess. Landw. Z. Nr 44/45. 1912.
22. Kreher G. Der Arbeitsvoranschlag im Bauernhof. Berichte über Landtechnik Nr 36. 1953. Kuratorium für Technik i. d. Landwirtschaft.
23. Thornthwaite C. W. Operations research in agriculture. J. Operations Res. Soc. Amer. I. 1953. 33—38.
24. Nuttonson M. Y. International cooperation in crop improvement through the utilisation of the concept of agroclimatic analogues. Inst. Intern. Collaboration in Agriculture and Forestry. Intergra. (Prag). I. No 3/4. 1947.
25. Hiltner E. Die Phänologie und ihre Bedeutung. Bes. phänol. Beob. Winterroggen in Bayern 1917—1923. Naturwiss. u. Forstwirtsch. H. 57. 1938.
26a. Kramer C. en Post J. J. Bloei-en plukdatumvorspelling van appels en peren in 1950. De Fruitteelt. Den Haag. 40. 1950. 580.
26b. Post J. J., Kramer C. Bloeivoorspelling op grond van de bladontplooiing van de wilde kastanje. De Fruitteelt. Den Haag. 41. 1951. 278.
27. Kramer C. De bladontplooiing van de wilde kastanje in Nederland in 1951, de daarop gebaseerde bloeiprognose en de voorspelling van de plukrijpheidsdata van appelen peer. K. K. Neederl. Meteorologisch. Instuut. Landbouwmeteorologie (Manuskript).
27a. Hertlein G. Phänologisch-meteorologische Untersuchungen zur Blühvorhersage bei den Obstgehölzen. Diss. Hohenheim. 1954.
28. Hentschel G. Phänologisch-singuläre Prognostik der Winterroggenblüte. Angew. Met. (Berlin) 1. 1953. 285—320.
29. Weger N. & Herbst W. Zur Physiologie des Fruchtens bei den Obstgehölzen. V. Zur Möglichkeit einer Voraussage des Blühtermines bei den Obstgehölzen, ein Beitrag zum Problem der Temperatursummen. Forschungsdienst. 9. 1940. 518.
30. Bider M. & Meyer A. Lässt sich der Zeitpunkt der Kirschenernte der Nordwestschweiz vorausbestimmen? Schweiz. Z. f. Obst- und Wienbau Wädenswil. 1946.
30a. Pearce S. C, & Preston A. P. Forecasting the time of blossoming in apple trees from temperature records. Annual Report of the East Malling Research Station 1953. (June 1954).
31. Schneider M. Summen, Mittel und mittlere Extreme der Temperatur von phänologischen Zeitspannen. Ein Beitrag zur phänologischen Klimatologie Süddeutschlands und zum Temperatursummenproblem. Ber. Dtsch. Wetterd. US-Zone. Nr 42. 1952. 276—287.
32. Rönnebeck W. Weitere Beiträge zur Bekämpfung von Myzodes persicae Sulzer als Virusüberträger im Kartoffelfeld. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz (Stuttgart) 59. 1952. 13—26.
33. Schnelle F. & Seemann J. Klimatologisch-ökologische Verhältnisse im Obst- und Gemüsebau der Niederlande und Belgiens, Land- und Hauswirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst (Godesberg), Bericht über Studienreisen, H. 27. 6—26.

34. Stahl M. Rechtfertigen die Versuchsergebnisse des Jahres 1952 die Durchführung eines Schorfwarndienstes? Der Obstbau (Stuttgart) 72, 1953. 40,57.
34a. Uhlig S. Phänologie und Pflanzenschutz. Anzeiger f. Schädlingskunde. 27. 1954. 145—147.
34b. Uhlig S. Die Agrarmeteorologie in Grossbritannien und den Niederlanden. Land- und Hauswirtsch. Auswertungs- und Informationsdienst. H. 78. 1954.
35. Raptopoulos Th. Zeitpunkt und Dauer der Blüte bei verschiedenen Obstbäumen. Mitt. Höh. Bundeslehr-Versuchsanst. Wein-Obstbau. Klosterneuburg. 3. 1953. 200—205.
35a. Kramer C. Een fenologisch onderzoek an bolgewassen. K. Nederl. Meteorol. Inst. Wetensch. Rapport 54—004 (111—139). De Bilt. 1954.
36. Junge E. Aufstellung einer Pflücktabelle für die wichtigsten Kernobstsorten. Geisenheimer Mitt. über Obst- und Gartenbau. Nr 8. 1909. 115.
37. Loewel E., Vahl E. V. Die Pflücktermine der wichtigsten Kirschen-, Pflaumen-, Zwetschen-, Birnen- und Apfelsorten des niederelbischen Anbaugebietes. Mitt. Obstbauversuchsring d. Alten Landes (York). 8. 1953. 221—222.
38. Leibundgut H. & Kunz R. Untersuchungen über europäische Lärchen verschiedener Herkunft. I. Mitteilung: Ergebnisse von Anbauversuchen. Mitt. Schweiz Anst. Forst Versuchswesen 28. 1952. 408—496.
39. Rohmeder E. Der jahreszeitliche Verlauf des Höhenwachstums früh- und spättreibender Fichten. Forstwiss. Gtrbl. (Berlin) 71. 1952. 368—372.
40. Тюрин А. В. Фенологические наблюдения в лесах СССР и их использование. Лесн. хоз-во, 1950, № 6, стр. 13—20.
41. Hiltner E. Die Phänologie und ihre Bedeutung für die klimatische Behandlung der Pollenallergie in: J. Gutmann: Die Pollenallergie; Heuschnupfen. Heufieber, Heuasthma. München. 1929.
42. Berger F. Die phänologischen Verhältnisse Wiens als Grundlage der Behandlung der Pollenallergie. Z. f. Immunitätsforsch. 78. 1933. 284—295.
43. Rosenkranz F. Die Heuschnupfenzeit in Oesterreich. Wetter und Leben (Wien). 1. H. 1. 1948.
44. Oordt van M. Ueber die Verwendbarkeit inländischer Klimate an Stelle einiger Auslandsklimate. Erg. d. inneren Medizin- und Kinderheilkunde. 21. 1922.
45. Hoffmann H. Wetterprognose. Phänologische Mitt. 7. 1889. 15.
46. Naegler W. Das Frühherbstdatum (Reife der Rosskastanie) in Dresden in Beziehung zum Wintercharakter (1922—1942). Z. angew. Meteorolog. 59. 1942. 274—276.
47. Schnelle F. Vorhersage der Wintertemperatur auf phänologischer Grundlage. Wetterkarte d. Deutschen. Wetterdienstes i. d. US-Zone vom 9. 10. Nr 281. 1948.
48. Böer W. Witterung und Pflanzenwachstum. Dissertation. Leipzig. 1951.

## К разделу 9

1. Schnelle F. Die Phänologie im Unterricht. Welt der Schule. I. 1948. 29.
2. Morgen A. Systematische Naturbeobachtungen in der Volksschule. Amtl. Schulbl. d. Reg.-Bez. Trier. 1951, 6.
2a. Voigts H. Wetter, Klima, Leben. Hildesheim. 1949.
3. Voigts H. Wetterkunde und biologischer Unterricht. Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht (Bonn. Frankfurt) 6. 1953/54. 172—179.
4. Попов Н. В. Фенологические наблюдения в школе. М., 1950.
5. Voigts H. Die Wetter- und Klimakunde im Lehrplan der Physik und Erdkunde für höhere Schulen. Meteorol. Rdsch. 7. 1954. 186—188.
6. Wetterübersicht für Schulen. D. Wetterdienst.

## К разделу 10

1. Werneck H. L. Oberösterreich im Bilde der Phänologie von 1926 bis 1930. Beih. z. d. Jahrb. d. Zentralanstalt f. Meteorol. u. Geodynamik. Nr 143. Wien. 1937.
2. Bos H. Zur Einführung. Acta Phaenologica. I. 1932. 1.
3. Werneck H. L. Versuch einer neuzeitlichen Gliedegung der angewandten Phänologie. Angewandte Botanik. H. 2. Berlin. 1927.
4. Bos H. Begriff und Zukunft der Phänologie. Acta Phänologica. I. 1932. 11—22.
5. Däniker A. U. Phänologische Beobachtungen im Botanischen Garten Zürich in der Jahren 1931—1940. Vierteljahresschrift d. naturforsch. Ges. Zürich. 92. Beih. Nr 2. 1947.

Список литературы, в которой приводится библиография книг по фенологии, опубликованных в Советском Союзе в последние годы.

1. Бейдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. Изд-во АН СССР, М.— Л., 1954.
2. Вопросы фенологии. Географический сборник, IX. Изд. АН СССР. Л., 1957.
3. Труды фенологического совещания. Гидрометеоиздат, Л., 1957.

## *ОГЛАВЛЕНИЕ*


| | Стр. |
|---|---|
| 1. Задачи и сущность фенологии | 5 |
| 2. Развитие фенологии | 7 |
| 2.1. Начальный период | 7 |
| 2.1.1. Линней и его последователи (1750—1826 гг.) | 7 |
| 2.1.2. Мартиус — Шублер, Квателет — Фритч (1827—1881 гг.) | 8 |
| 2.2. Дальнейшее развитие фенологии в Германии | 9 |
| 2.2.1. От Гофмана — Ине до Гильтнера (1882—1923 гг) | 9 |
| 2.2.2. Государственная фенологическая служба (Государственная биологическая служба и Служба погоды 1922—1944 гг.) | 10 |
| 2.2.3. Фенологическая служба в Германии после 1946 г. | 11 |
| 2.3. Развитие фенологии в других странах | 11 |
| 2.4. Международная организация фенологии | 18 |
| 3. Проведение фенологических наблюдений | 20 |
| 3.1. Программа наблюдений | 20 |
| 3.1.1. В Германии | 20 |
| 3.1.2. В других странах | 20 |
| 3.2. Методика наблюдений | 21 |
| 3.2.1. Руководство для наблюдателей | 21 |
| 3.2.2. Ошибки в записях наблюдателей и их предупреждение | 39 |
| 3.2.3. Точность фенологических наблюдений | 39 |
| 3.3. Фенометрия | 43 |
| 4. Сбор материалов наблюдений | 48 |
| 4.1. Служба фенологии | 48 |
| 4.2. Служба срочных уведомлений | 50 |
| 4.3. Специальная сеть наблюдений | 51 |
| 4.4. Фенологическая съемка местности | 51 |
| 4.5. Сады для фенологических наблюдений | 52 |
| 4.6. Перспективы развития службы фенологии | 54 |
| 5. Использование материалов | 56 |
| 5.1. Проверка и обработка материалов наблюдений | 56 |
| 5.1.1. Пополнение неполных и проверка неточных записей | 56 |
| 5.1.2. Подготовка материалов наблюдений для печати | 58 |
| 5.2. Математическая обработка материалов наблюдений | 59 |
| 5.2.1. Вычисление средних многолетних значений и отклонений, наблюдаемых в отдельные годы (установление феноаномалий) | 59 |
| 5.2.2. Вычисление рассеяния фенологических показателей | 59 |
| 5.2.3. Исследование параллелизма между разными фазами | 62 |
| 5.2.4. Вычисление продолжительности отдельных межфазных периодов | 62 |
| 5.3. Графическое изображение | 64 |
| 5.4. Картографическое изображение местных различий | 71 |
| 5.4.1. Картирование отдельных фенологических фаз | 71 |
| 17 Ф. Шнелле | 257 |

Стр.

5.4.2. Карты естественных, климатически однородных областей растениеводства . . . . . 73
5.4.3. Соединение фенологических и растениеводческих карт 74
5.4.4. Карты разностей фаз или продолжительности фенологических явлений . . . . . 75
5.4.5. Карты феноаномалий . . . . . 75
5.4.6. Фенолого-синоптические карты . . . . . 76
5.4.7. Синхронные фенологические карты . . . . . 77
5.4.8. Схематические карты изофен и биоклиматический закон Хопкинса . . . . . 78
5.4.9. Фенологические карты для больших пространств (биоклиматические карты Смирнова) . . . . . 80
5.4.10. Использование фенологических карт . . . . . 81
6. Результаты наблюдений . . . . . 84
6.1. Наблюдения в одном месте . . . . . 84
6.1.1. Сравнение коротких и длинных рядов наблюдений . 84
6.1.2. Различия в рассеянии фенологических величин . . . . 92
6.1.3. Продолжительность межфазных периодов развития . . 95
6.1.4. Вегетационный период и естественные границы времен года . . . . . 98
6.2. Наблюдения в разных местах . . . . . 106
6.2.1. Сравнение местностей, расположенных в разных географических точках примерно на одной высоте . . . 106
6.2.1.1. Даты наступления фаз и длительность межфазных периодов примерно на одинаковой высоте . . . . 107
6.2.1.2. Темпы продвижения фаз по горизонтали . . . . . 119
6.2.2. Сравнение местностей, расположенных на разных высотах . . . . . 122
6.2.2.1. Наступление фаз на разных высотах . . . . . 122
6.2.2.2. Продолжительность межфазных периодов на разных высотах . . . . . 124
6.2.2.3. Скорость движения фаз по высоте . . . . . 126
6.2.3. Одновременное сравнение местностей в разном географическом положении и с различной высотой над уровнем моря . . . . . 130
6.2.4. Оценка разных областей в фенологическом отношении 133
6.3. Результаты исследований региональной фенологии . . . . 137
6.3.1. Германия . . . . . 137
6.3.1.1. Фенологические карты . . . . . 137
6.3.1.2. Фенологические профили . . . . . 142
6.3.1.3. Фенологические особенности, обусловленные орографией . . . . . 145
6.3.1.4. Фенологические таблицы . . . . . 150
6.3.2. Европа . . . . . 158
6.3.3. Карта уборки пшеницы . . . . . 165
7. Причины фенологических различий . . . . . 166
7.1. Климат . . . . . 166
7.1.1. Температура воздуха . . . . . 167
7.1.V. Сравнение изофен с изотермами . . . . . 167
7.1.1.2. Влияние смены воздушных масс . . . . . 172
7.1.1.3. Предельные температуры воздуха фенологических фаз . . . . . 176
7.1.1.4. Суммы температур . . . . . 180
7.1.1.5. Зависимость наступления фаз от температуры . . . 189
7.1.1.6. Фенологическая интерцепция (нарушение последовательности фаз) . . . . . 193
7.1.1.7. Типы растений (ботанические системы) и виды влияния температур на развитие растений . . . . . 195

Стр.

7.1.2. Солнечная радиация . . . . . 197
7.1.3. Температура почвы . . . . . 203
7.1.4. Осадки, ветер, испарение . . . . . 204
7.2. Форма рельефа . . . . . 205
7.3. Почва . . . . . 207
7.4. Растительные сообщества . . . . . 210
7.5. Селения . . . . . 210
7.6. Влияние внутренних, наследственных, особенностей . . . 210
7.7. Агротехнические мероприятия . . . . . 212
8. Области применения фенологии . . . . . 214
8. 1. Климатология . . . . . 214
8. 2. География . . . . . 220
8. 3. Ботаника . . . . . 220
8. 4. Сельское хозяйство . . . . . 221
8. 5. Защита растений . . . . . 227
8. 6. Садоводство и виноградарство . . . . . 228
8. 7. Орошение и дождевание . . . . . 229
8. 8. Лесное хозяйство . . . . . 229
8. 9. Сбор лекарственных и пряных растений . . . . . 230
8.10. Пчеловодство . . . . . 230
8.11. Агропочвоведение . . . . . 230
8.12. Медицина . . . . . 230
8.13. Народные приметы погоды . . . . . 231
8.14. Распределение рабочей силы . . . . . 231
8.15. Авиатранспорт . . . . . 231
8.16. Судебное производство . . . . . 232
9. Преподавание фенологии . . . . . 233
10. Фенология как наука . . . . . 235
11. Задаачи фенологии . . . . . 237
Литература . . . . . 240

Приложения (см. карты в конце книги)

Даты в днях от начала года
Карта 1. Начало цветения подснежника
Карта 2. Начало цветения яблони
Карта 3. Начало уборки озимой ржи
Карта 4. Фенологическое районирование Средней Европы
Карта 5. Уборка пшеницы
**Карта 6. Сроки уборки озимой ржи в 1947 г. раньше средних за 1936—1945 гг. в южной Германии**
Карта 7. Фенолого-синоптическая карта
**Карта 8. Средние сроки начала посева яровых хлебов за 1930—1939 гг.**
Карта 9. Средние сроки начала уборки озимой пшеницы за 1930—1939 гг.
Карта 10. Средние сроки начала посева озимой пшеницы за 1930—1939 гг.
**Карта 11. Число дней от посева яровых хлебов до посева озимой пшеницы (среднее за 1930—1939 гг.) . . . . . .**
**Карта 12. Число дней от посева яровых хлебов до уборки озимой пшеницы (среднее за 1930—1939 гг.) . . . . . .**
**Карта 13. Число дней от уборки озимой пшеницы до посева озимой пшеницы (среднее за 1930—1939 гг.). . . . . .**

*Шнелле Ф.*

Фенология растений

Редактор *Л. П. Жданова*
Техн. редактор *М. И. Брайнина*
Корректоры: *Ф. И. Межиковская* и *Б. А. Минц*

Сдано в набор 14/I 1961 г. Подписано к печати 30/V 1961 г. Бумага 60×92¹/₁₆. Бум. л. 8,13+9 вкл. Печ. л. 16,25. Уч.-изд. л. 21,08. Тираж 3000 экз.
Индекс МЛ-279.
Гидрометеорологическое издательство.
Ленинград, В-53, 2-я линия, д. № 23.
Заказ № 41. Цена 1 руб, 20 коп.

Типография № 8 Управления полиграфической промышленности Ленсовнархоза
Ленинград, Прачечный пер., д. № 6.