

633.34

С 49

В.М. Степанова

КЛИМАТ И СОРТ СОЯ



Культура сои и окружающая среда

География урожайности сои

Особенности биологии

*Экологические факторы роста
и развития*

Метеорологические критерии сортов

*Агроклиматическая оценка
территории СССР
применительно к сое*

Ленинград
Гидрометеиздат
1985

В. М. Степанова

КЛИМАТ И СОРТ СОЯ



Ленинград
Гидрометеиздат
1985

Рецензенты: канд. геогр. наук Р. А. Мамонтова, канд. геогр. наук В. А. Смирнова.

Ответственный редактор: канд. геогр. наук Р. А. Мамонтова

В монографии обсуждается большой круг вопросов: метеорологические условия в центрах происхождения исходных форм сои, используемых в селекции, особенности биологии культуры, дифференциация и концентрация посевных площадей и урожайности в разных странах мира, характеристика сортов сои по температурному фактору, условия возделывания их в СССР. Предлагаются своеобразные методические подходы к эколого-географической характеристике отдельных сортов. При экологическом изучении сортовых особенностей сои получена интересная информация о связи поведенческих реакций сорта с центрами происхождения исходных форм.

Монография представляет интерес для широкого круга агрометеорологов и селекционеров, а также для преподавателей и студентов агрономических и биологических специальностей.

In the book by V. M. Stepanova «Klimat and Sort» (soja) the ecological necessity of soja sorts study is proved. The meteorological conditions in the origin centres of soja initial form, their distribution in the world, biological features and productivity are considered. The methods for obtaining sort temperature characteristics are given. Optimal and minimal temperatures for soja sorts phase developments are discussed. Similarity and differentiation between optimal sort temperature and 96 % temperature probability in the origin centres of soja initial forms are shown.

The book may be of interest to agrometeorologists, selectionists, it may be useful also to students of agriculture.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Продовольственной программе СССР указывается, что проблема надежного обеспечения населения страны продуктами питания является первостепенной как в экономическом, так и в социально-политическом отношении. Большое внимание обращается на выращивание культур с высоким содержанием белка. Среди зернобобовых культур по этому признаку выделяется соя. В семенах сои содержится 20 % углеводов и почти 70—75 % белка и жира.

В белке сои имеются незаменимые аминокислоты, он хорошо растворим в воде, водорастворимые фракции составляют 92 %. В бобах сои много калия (1607 мг на 100 г), фосфора (510 мг на 100 г), кальция (348 мг на 100 г), магния (191 мг на 100 г), они насыщены каротином, в них содержатся витамины В₁, В₂, С. Энергетическая ценность 100 г семян сои составляет 395 ккал, а гороха, чечевицы, чины, фасоли, нута 303—329 ккал. Соя как белково-масличная культура заслуживает самого тщательного изучения, причем одна из главных задач состоит в том, чтобы определить специфические закономерности поведения исходных форм и вновь созданных сортов.

Для получения высоких урожаев важны все показатели выращивания: сорт, предшественники, место культуры в севообороте, подготовка почвы и семян к посеву, механизация производства, уход за посевами, борьба с вредителями и болезнями и др. Однако соблюдение всех правил возделывания культурных растений дает максимальный эффект лишь тогда, когда метеорологические условия в наибольшей степени соответствуют биологическим потребностям растений.

Выявить и оценить индивидуальные свойства сорта значительно труднее, чем дать характеристику группе сортов одной скороспелости, так как индивидуальные особенности поведения растений трудно поддаются исследованию в полевых условиях. Помогает решить эту задачу основной закон связи биологических и метеорологических явлений, но подходы к решению могут быть различными. С одной стороны, это изучение и раскрытие сложнейших многофакторных связей, с другой — использование относительно простых зависимостей урожайности от главного экологического фактора. Эти направления не исключают, а дополняют друг друга, так как сложные многофакторные зависимости служат для выявления отдельных механизмов реакции растений на условия окружающей среды, а простые — быстрее и легче дают результаты для практического использования.

На основе систематизации огромного фактического материала, собранного во всех климатических зонах мира, Н. И. Вавилов установил географическую зональность исходных форм культурных растений. Он подчеркнул, что путем искусственного отбора селек-

пионер может создать новые признаки, которые отсутствуют у культуры на ее родине, но в то же время условия произрастания растений в центрах их происхождения определяют их экологическую устойчивость. В настоящей работе сделана попытка раскрыть содержание закона всеобщей взаимосвязи применительно к конкретным сортам сои и дифференцировать сорта по их реакции на условия окружающей среды. В работе исследуются метеорологические условия в центрах происхождения исходных форм и требования сортов к условиям окружающей среды, рассматривается вопрос, от каких исходных форм и при каких методах селекции получены сорта, способные сравнительно легко адаптироваться к метеорологическим условиям, отличным от условий центров формирования исходных форм, показано, при каких условиях адаптивные свойства сохраняют известную консервативность. Изучение условий в центрах происхождения исходных форм с разным приспособлением к окружающей среде раскрывает интересную сторону исторической предопределенности адаптивных признаков у новых сортов и создает предпосылки для предсказания их поведения.

Существуют различные мнения о возможности производства сои в СССР. Одни исследователи считают реальным увеличить производство сои примерно в 6—10 раз. По мнению других, перспективы увеличения производства сои в нашей стране весьма ограничены. Выявление адаптивного потенциала в центрах происхождения исходных форм, характеристика сортов по главному экологическому фактору — температуре воздуха — и оценка почвенно-климатических условий помогают раскрыть причины расхождения мнений по рассматриваемой проблеме.

В работе сделана попытка показать дифференцирующую роль климата и охарактеризовать сорта сои по метеорологическим показателям для нужд селекции, интродукции и сельскохозяйственного производства.

Автор выражает благодарность д-ру с.-х. наук Р. Х. Макашевой, д-ру биол. наук А. И. Коровину и канд. техн. наук Л. Е. Степанову за полезные советы при подготовке книги, а также Т. Л. Александровой и Е. В. Семеновой, принимавшим участие в расчетах собранного за 20 лет материала по экологии сортов сои.

ВВЕДЕНИЕ

Создание высокоурожайных, адаптированных к условиям окружающей среды сортов, теснейшим образом связано с развитием экологического изучения растений, и в частности их исходных форм. Развитие экологического направления в растениеводстве определяют как новые подходы и методы, новое техническое оснащение исследований, так и углубление и расширение использования уже имеющихся теоретических представлений и методов в сельскохозяйственной науке.

Взаимосвязи между культурными растениями и окружающей средой имеют свою специфику и складываются в значительной мере под влиянием деятельности человека. Интенсивное развитие селекции и создание новых высокоурожайных сортов выдвинуло новые проблемы: подбор исходных форм с учетом показателей адаптивности к конкретным условиям среды, выяснение закономерностей поведения сортов с различной продуктивностью и устойчивостью к болезням и вредителям, научное обоснование ареалов возделывания их, чтобы предотвратить такие нежелательные результаты, как снижение или гибель потенциально высокого урожая растений. Таким образом, экологическая характеристика приспособительных свойств исходных форм и вновь созданных сортов создает по существу новый раздел растениеводства.

В настоящее время экологическая характеристика исходных форм и сортов не приобрела еще первостепенного практического значения в растениеводстве, но она уже сравнительно хорошо развита. Если бы сейчас можно было дать комплексную экологическую характеристику любой исходной форме, любому районированному и перспективному сорту, то можно было бы утверждать, что такие сложные практические задачи, как создание необходимых адаптивных свойств у высокопродуктивных сортов, получают научно обоснованное решение.

Экологическое направление изучения исходных форм и сортов создано было Н. И. Вавиловым. В перспективе этому направлению должна принадлежать большая роль в выдвижении новых теоретических проблем в растениеводстве и экологии растений.

Ученые давно стремятся вычленить из всего многообразия условий внешней среды те основные, которые определяют главные особенности роста и развития растений. Но взаимосвязи между окружающей средой и внутренней средой растений настолько сложны, что они не укладываются в общие генерализированные системы. Постоянно появляющиеся отклонения затушевывают общую картину. Поэтому в экологических исследованиях приходится максимально вычленять второстепенные признаки, освобождать зависимости от случайностей и рассматривать их в наиболее чистом виде. Однако полностью расчленить реальные жизненные проти-

воречия в растительных организмах нельзя, и приходится опираться на основные регрессионные зависимости, анализировать их и получать по ним конкретные результаты.

В целом экологическое изучение растений имеет глубокие корни, в нем используются принципиально значимые методические подходы, но вместе с тем отсутствие функциональных связей создает множество разногласий и можно сказать, что по некоторым вопросам больше критики, чем ясности, которая обычно имеет место при разностороннем освещении одного и того же явления.

Изучение результатов, полученных в агрометеорологии и растениеводстве, показало, что значительные достижения в этих науках получены вследствие использования глубокого и общего закона — связи биологических и метеорологических явлений. Этот фундаментальный закон взаимосвязи растительных организмов и среды используется в представленной работе.

1. КУЛЬТУРА СОИ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

1.1. Значение экологического изучения сорта

Экологическое направление в естественных науках активно начало развиваться во второй половине XIX столетия. У многих ученых возникла мысль о выделении экологических ареалов живых организмов, для этого подбирались самые различные показатели. Основой для поиска обобщенного показателя послужило географическое расселение растений на земном шаре и географическое распределение питательных веществ и почв. С помощью такого географического показателя можно было бы наглядно показать сложные взаимоотношения растений и климата и вместе с тем выявить главные причины зональности растений.

Новое направление исследований было определено в классическом труде Е. Варминга, который разделил растительность земного шара на четыре типа по отношению к влаге и солености почв: 1) гидрофиты — растения, приспособленные к жизни в воде, 2) ксерофиты — растения, приспособленные к жизни на сухих почвах, 3) мезофиты — растения, живущие во влажном климате на влажных почвах и 4) галофиты — растения, приспособленные к жизни на солончаковых почвах. Влажность и соленость почв, наряду с зональным распределением, имеют и очаговый характер, поэтому необходимы были новые показатели, которые более четко отражали бы выделенные Вармингом свойства растений.

Продолжая разрабатывать идею Е. Варминга, русский биолог А. Н. Бекетов сформулировал понятие о биологическом комплексе условий, к которым растения приспособились в процессе исторического развития. Дальнейшее развитие экологическое направление в почвоведении, лесоводстве, растениеводстве получило в трудах Г. И. Танфильева, А. Н. Краснова, В. В. Докучаева, Л. С. Берга, Б. А. Келлера, Н. И. Вавилова и др.

Самостоятельное направление представляют работы по сельскохозяйственной метеорологии, в которых изучаются зависимости роста, развития и урожайности культуры и сортов от метеорологических условий среды. Фундамент этого направления заложен в России, основателями его по праву считаются П. И. Броунов и А. И. Воейков, которые разработали теоретические основы роли отдельных климатических факторов. Были выделены критические периоды в жизни растений по отношению к влаге и температуре воздуха, что до сих пор имеет большое практическое значение при установлении времени различных приемов ухода за растениями.

После работ П. И. Броунова и А. И. Воейкова климаты земного шара с точки зрения соответствия их потребностям тех или иных сельскохозяйственных культур стали рассматривать такие видные ученые-агрометеорологи, как Г. Т. Селянинов, П. И. Ко-

лосков, С. А. Сапожникова, Ю. И. Чирков, Д. И. Шашко, И. А. Гольцберг, Е. С. Уланова, Н. Н. Яковлев, В. А. Смирнов и многие другие.

Широкое развитие экологическое направление в сельском хозяйстве получило в США, Англии, Италии, Дании, Польше и др. Были переведены на русский язык известные во всем мире книги Д. Ацци [5], Д. Мак-Доугола [78], В. Бунге [19], Р. Дажо [42], А. Демолона [43] и др.

Изучение климата применительно к культурным растениям заинтересовало Н. И. Вавилова, под чьим влиянием это направление начало усиленно развиваться. Г. Т. Селянинов для оценки территории СССР предложил обобщенные показатели, с помощью которых им была установлена зональность культурной флоры, а также показана связь роста, развития, продуктивности растений с условиями среды.

В 30-е годы возникла задача объективно и глубоко изучить географию урожайности сельскохозяйственных культур в СССР. На основе большого количества накопленных к тому времени метеорологических данных начали разрабатываться самые разные агрометеорологические подходы и устанавливаться связи между климатическими условиями и продуктивностью растений. Э. Давид [41] установил связь ($r = 0,76$) между урожаем яровой пшеницы и суммой осадков за период кущение — колошение и за 10 дней после колошения. П. И. Колосков [63] применительно к целому ряду культур (яровая пшеница, яровой ячмень, овес, озимая рожь) при большом региональном осреднении обнаружил двухлетнюю периодичность урожайности. Например, у яровой пшеницы в 1954—1972 гг. в Северо-Кавказском районе и Алтайском крае максимум урожайности приходился на четные годы, минимум — на нечетные, в северных районах — наоборот. Зависимость количества растительной массы кукурузы от эффективных температур воздуха при различном увлажнении почвы установил Ю. И. Чирков. Аналогичные зависимости для различных культур отмечены в работах Д. И. Шашко [138], В. А. Смирнова [117], Ю. С. Мельника [81] и др.

Применительно к культуре сои установлены связи урожайности с осадками и относительной влажностью воздуха в период формирования семян [97], с суммой осадков в период цветение — образование плодов ($r = 0,82$) и за июль — август ($r = 0,80$) [57].

Много внимания ученые уделяют зависимости качества сельскохозяйственной продукции от климата. Найдены отношения содержания жира в семенах подсолнечника и показателя увлажнения почвы в отдельные межфазные периоды при определенной сумме температур (Ю. С. Мельник), масличности сои и средних многолетних сумм температур за период с температурой выше 10°C . Но несмотря на большой объем исследований по отысканию связей между биологическими и метеорологическими явлениями, имеется очень мало экологической информации относительно сорта. Между тем именно сорт играет очень важную роль в поведе-

нии растений в отдельные годы. Отсутствие экологической характеристики сортов связано с рядом причин, одной из которых является методика характеристики сортов по отношению к метеорологическим факторам.

Устойчивые связи между биологическими и метеорологическими явлениями за определенный период развития сорта выявляются медленно. Сложность этого процесса заключается в индивидуальности реакций каждого сорта. В ряде случаев начало реакции сортов на условия года не всегда связаны с моментом появления изменений в них. Иногда на мощный импульс извне не наблюдается ответной реакции. Иначе говоря, наличие сильного раздражителя во внешней среде не всегда является начальным моментом реакции растений.

В настоящее время основой изучения приспособительных свойств растений к условиям среды можно считать два явления: наличие широкой и устойчивой адаптивной способности у растений, приобретенной ими в процессе эволюции, и наличие индивидуальной адаптации сортов (широкой или узкой), создаваемой в процессе селекции [52].

Для получения высоких урожаев делается очень много: создаются новые сорта, определяется место культуры в севообороте, готовится почва к посеву, улучшаются приемы ухода за посевами, методы борьбы с болезнями и вредителями и т. д. Но весь этот труд не приносит желаемых результатов, как только погодные условия перестают соответствовать биологическим особенностям сорта.

Для того чтобы вскрыть роль окружающей среды в жизни каждого конкретного сорта, нужно знать условия происхождения и адаптивные свойства, приобретенные или закрепленные от исходных форм в процессе селекции. Каждый сорт, несмотря на приобретенные новые признаки, сохраняет и те признаки, которые связаны с условиями происхождения. Одни ученые считают, что успешное освоение культуры перспективно лишь в тех областях, почвенно-климатические условия которых аналогичны тем, где произрастают исходные формы. Другие ученые, наоборот, считают, что в процессе селекции создаются новые адаптивные свойства, значительно отличающиеся от исходных и позволяющие культуре приспособиться к новым условиям.

К периоду, когда человек стал активно вмешиваться в мир природных явлений, чтобы изменять их применительно к своим потребностям, растения уже прошли длинный путь эволюции. Они приобрели различные экологические свойства, и главное из них у культурных форм — обратная связь между продуктивностью и общей адаптивной способностью растений.

Увеличение потребностей населения в продуктах питания приводит к расширению посевных площадей, одновременно увеличивается потребность в высокопродуктивных и хорошо приспособленных к переменам погоды сортах. Однако ученые и практики постоянно отмечают, что чем выше продуктивность сорта, тем труд-

нее вырастить его в неблагоприятные по погодным условиям годы. Ареалы сортов интенсивного типа, как правило, очень узкие, так как требуется благоприятное сочетание целого ряда факторов (свет, тепло, влага, тип почвы и др.). Окружающая среда как бы диктует условия, применительно к которым должен быть создан высокопродуктивный сорт. Для этого очень важно знать метеорологические характеристики и нового сорта и его исходных форм. Это нужно как для рационального размещения сортов по территории СССР, так и для подбора исходных форм по их приспособленности к условиям нового местообитания.

В настоящее время подбор исходных форм по признаку адаптации к метеорологическим условиям ведется селекционерами в соответствии с поведением растений в конкретных условиях среды. Для изучения этого поведения нужен большой опыт работы, на приобретение которого затрачивается много времени. Существенную помощь могут оказать характеристики сортов по метеорологическим факторам, но таких характеристик у сортов очень мало, так как экологический подход к изучению сельскохозяйственных культур и особенно сои только еще развивается и ученые постоянно сталкиваются с большими методическими трудностями в решении этого вопроса [2, 37, 42]. Экологических характеристик исходных форм сои еще меньше, и они так разбросаны по разным литературным источникам, что почти недоступны для практического использования. Характеристика сортов по метеорологическим показателям в сопоставлении с биологическими их особенностями, а также с условиями в очагах происхождения исходных форм позволит проверять и подтверждать одни результаты другими и выявлять связи между ними.

Большое значение экологическому описанию сортов сои по отдельным признакам придают американские ученые. Для каждого сорта сои они указывают лучшие температуры воздуха (D. Stucky [174]), типы почв (R. Cooper [150], W. Nelson [165]), условия активного фотосинтеза (M. Beargsell, K. Mitchell, R. Thomas), лучшего усвоения питательных веществ и развития клубеньковых бактерий (T. Sinclair, J. Wit), увлажнение посевов (A. Vidal [176]). По сумме признаков рекомендуется лучший регион выращивания сорта, при этом на первое место ставится получение семян высокого качества (M. Stellj [170]). В нашей стране такой обширной характеристики сортов сои пока еще нет, и задача состоит в том, чтобы определить такие показатели, по которым можно было описать изменчивость развития, пластичность к условиям окружающей среды и урожайность сорта.

Для сои главным экологическим фактором является температура воздуха. С помощью методов связи темпов развития сорта с температурой воздуха и методов учета температурных характеристик исходных форм или экологической родословной были установлены для основного сортимента сои оптимальные и минимальные межфазные температуры воздуха. С ними связана длительность дня, по ним можно оценить условия увлажнения и соответ-

ственно корректировать влажность почвы путем орошения или осушения. По температурным критериям сорта можно судить о его пластичности к условиям окружающей среды, и, главное, насколько нужно изменить чувствительность сортов к температуре воздуха, чтобы они наилучшим образом соответствовали метеорологическим условиям в регионах их возделывания.

В настоящее время найдены решения для создания принципиально новых подходов к районированию, технологии выращивания и селекции адаптивных к конкретным условиям погоды сортов сои. При смене сложившихся способов сельскохозяйственного производства и сортов большую помощь производству может дать экологическая характеристика сортов. Она поможет реализации Продовольственной программы. Это актуальная практическая работа.

1.2. Географические очаги происхождения сои

Области формообразования или географические центры происхождения культурных растений Н. И. Вавилов [23] устанавливал в соответствии с разработанным им дифференциальным ботанико-географическим методом. Он состоит из ряда последовательных этапов: дифференциация растений на виды и генетические группы; установление ареалов вида в отдаленные времена; определение состава ботанических разновидностей и рас каждого вида; установление скопления генетического разнообразия близких и культурных видов; определение числа доминантных признаков. По разработанному методу Н. И. Вавилов [23] выделял первичные очаги формообразования, где, по его мнению, наблюдается наибольшее генетическое разнообразие и где данное растение впервые введено в культуру, и вторичные, которые образовались в результате миграции отдельных форм.

Крупнейшим первичным очагом формообразования многих культурных растений и сои в том числе Н. И. Вавилов считал Юго-Восточную Азию, включающую Горный Китай, Японию, Непал и примыкающие районы.

Северо-Восточный Китай, центральную и южную часть Восточного Китая называют первичным генцентром сои П. М. Жуковский [51], Е. Н. Синская [110], А. К. Лещенко [72], Джонсон и Р. Бернард [44], Ф. Бриггс и П. Ноулз [16]. Сунь Синдун [127] выделяет узкую полосу (100—200 км) в центральной части Восточного Китая вдоль Чанчуньской железной дороги и в бассейнах рек Ляохе и Сунгари и настаивает, что именно эта полоса есть первичный очаг формообразования сои. В настоящее время это зона высоких и устойчивых урожаев сои в Китае. Большое разнообразие форм сои отмечает П. М. Жуковский [52] в Японии, Корее и США и считает их вторичными центрами формообразования. Н. И. Корсаков [66], изучая флору Австралии и Восточной Африки (Эфиопия), обнаружил и в этих странах видовое разнообразие и наследственную изменчивость признаков сои.

О регионах формирования экологических групп сои известно немного. Наиболее конкретные сведения о четырех подвидах сои: Китайском, Маньчжурском, Корейском и Славянском, имеются у В. Б. Енкена [50]. Формообразование Китайского подвида, родоначальника всех остальных подвидов, он относит к Центральным районам Восточного Китая. Здесь же, по его мнению, выделился Корейский подвид. Происхождение Маньчжурского подвида связано с своеобразными условиями Северо-Восточного Китая, а Славянского, по его мнению, — с Южной климатической провинцией Китая.

О климатических условиях очагов формирования основных подвидов сои, к которым принадлежат ее современные сорта, сведений так же мало, как и об условиях регионов их формообразования. В этом плане несомненный интерес представляет изучение условий формирования исходных форм и метеорологических характеристик сортов, принадлежащих к тому или иному подвиду. Выяснить связующую нить между исходными формами и сортами по метеорологическим показателям очень важно, как нам кажется, для подбора исходных форм, имеющих конкретные адаптивные свойства относительно условий окружающей среды, а также для определения, насколько сорта сои удалились от исходных форм по потребности в метеорологических факторах.

1.3. Климатические особенности Китайского очага формообразования сои

Различная удаленность территории Китая от моря и большая разница в высотах местности резко делят его на две климатические области: Восточную и Западную. Для Восточной области, с которой связано формообразование сои, характерны возвышенный рельеф территории и муссонный климат. Эту область китайские климатологи делят на пять провинций, в каждой из которых есть свои отличительные особенности. Применительно к сое наибольший интерес представляют три климатических провинции, с которыми В. Б. Енкен связывает формирование четырех подвидов сои в этой стране. Это Северо-Восточный Китай (Харбин, Аньшань), где сформировался Маньчжурский подвид, центральная часть Восточного Китая (Чунцин, Нанкин), где наибольшее распространение имеют Китайский и Корейский подвиды сои, и Южно-Китайская климатическая провинция (Гуанчжоу), где, вероятно, формировался Славянский подвид сои. Северо-Западная климатическая провинция Китая (Урумчи), которая не отмечается как очаг формообразования сои, представляет интерес, поскольку там метеорологические условия способствуют формированию у сои скороспелости, устойчивости к пониженным температурам и недостатку влаги в почве.

Северо-Восточный Китай (Харбин), являющийся ареалом Маньчжурского подвида, имеет следующие климатические черты.

Увеличение температуры воздуха (с 13,9 до 23,3 °С) в мае — июле идет совместно с нарастанием осадков (с 41 до 159 мм). В июле — августе температура воздуха остается почти на одном уровне (23,3—21,6 °С) при заметном уменьшении осадков (с 159 до 113 мм). С августа по сентябрь температура воздуха снижается (с 21,6 до 14,3 °С) и вместе с ней уменьшается количество осадков (с 113 до 50 мм). Наименьшая относительная влажность воздуха (56—63 %) наблюдается в апреле — июне, наибольшая (73—78 %) — в июле — сентябре и январе — феврале (табл. 1.1). В течение года преобладает облачная погода, но пасмурных дней в течение года мало (60—90). Возможны засухи, суховеи и сильные ветры. Период с температурой воздуха выше 15 °С небольшой (100—110 дней). Колебания осадков средние. В целом этот район умеренно холодного климата с колебаниями погоды в сторону избыточной влажности и значительной засухливости (наводнения и засухи).

С отмеченными климатическими особенностями связаны биологические свойства Маньчжурского подвида сои. Они, как правило, имеют средние показатели. Среднеспелость, небольшая высота куста (60—90 см), стебли среднетрубные, редко тонкие, листья в основном средней величины, хотя есть мелкие и крупные, кисти короткие, малоцветковые, бобы средней длины, семена в бобе 2—3, по величине они средние или мелкие, редко — крупные. Отклонения от средних показателей, как правило, идут в сторону их уменьшения. Наряду со среднеспелыми есть раннеспелые и среднеранние формы, мелколистные, мелкосемянные и др.

Центрально-Китайская климатическая провинция Восточного Китая расположена между 30—34° с. ш. В ней выделяется климат бассейна Янцзы. По взаимосвязи температуры воздуха и осадков она заметно отличается от Северо-Восточной и Северо-Китайской климатических провинций. С марта по июнь температура воздуха увеличивается вместе с увеличением количества осадков (с 18,7 до 25,0 °С и с 96 до 176 мм), затем повышение температуры воздуха к июлю (28,4 °С) и августу (28,9 °С) происходит на фоне уменьшения осадков (с 146 до 120 мм). С мая по сентябрь количество осадков колеблется в интервале 120—176 мм при 22,6—28,9 °С. В бассейне Янцзы наблюдается большая облачность, пасмурные дни повторяются чаще, чем ясные. Высокая относительная влажность воздуха (76—91 %) сохраняется почти в течение всего года. В целом это район субтропического климата с длительным вегетационным периодом (до 11 месяцев). Неблагоприятным фактором является сильная изменчивость больших норм осадков (1154 ± 208 мм).

В Северо-Китайской климатической провинции Восточного Китая температура воздуха в мае — июле повышается медленно (20,0—26,2 °С), но при резком возрастании осадков (35—235 мм), затем к сентябрю температура воздуха уменьшается (с 26,2 до 20,1 °С) при уменьшении осадков (с 235 до 51 мм). Абсолютный максимум температуры воздуха составляет 42,6—45,0 °С (Пекин).

Климатические характеристики районов формирования различных экологических групп сои в Китае

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Харбин													
Температура воздуха, °C	—20,1	—15,8	—6,0	5,8	13,9	19,7	23,3	21,6	14,3	5,6	—6,7	—16,8	3,2
Осадки, мм	4	5	9	26	41	99	159	113	50	32	9	5	552
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °C	11,7	13,4	12,6	13,0	13,2	12,2	10,5	10,3	11,9	12,0	10,7	9,7	11,8
Относительная влажность воздуха, %	77	73	66	56	58	63	78	77	74	65	68	76	60
Пекин													
Температура воздуха, °C	—4,6	—1,6	5,0	13,8	20,0	24,6	26,2	24,9	20,1	12,8	3,9	—2,7	11,9
Осадки, мм	4	4	10	19	35	75	235	149	51	16	11	3	612
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °C	11,4	11,7	12,6	13,9	13,7	13,1	10,3	10,0	12,0	13,6	11,4	10,7	12,0
Относительная влажность воздуха, %	66	62	59	50	53	61	76	77	70	62	64	65	64
Нанкин													
Температура воздуха, °C	2,3	3,8	8,6	14,5	20,4	24,4	27,6	27,5	22,8	17,2	10,6	4,7	15,4
Осадки, мм	37	48	69	93	85	145	180	111	81	44	43	37	971
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °C	7,8	7,8	9,9	10,0	9,9	9,1	8,2	8,6	9,2	10,3	10,4	9,0	9,2
Относительная влажность воздуха, %	78	78	78	78	78	81	83	81	81	78	78	76	79

	Гуанчжоу												
Температура воздуха, °С	13,4	14,1	17,1	21,7	25,5	27,3	28,3	28,2	27,2	23,9	19,7	15,8	21,8
Осадки, мм	34	67	99	176	252	281	244	253	154	46	46	36	1688
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	9,3	7,3	7,1	6,6	7,1	6,9	7,9	7,8	8,4	10,0	10,0	9,6	8,1
Относительная влажность воздуха, %	73	81	84	84	84	84	81	80	76	72	70	72	78

	Урумчи												
Температура воздуха, °С	—15,3	—13,2	—7,4	9,0	16,8	20,1	22,6	21,4	15,4	4,6	—4,7	—11,1	4,8
Осадки, мм	7	12	19	29	30	32	19	23	24	19	21	13	247
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	11,0	11,0	10,1	12,2	13,1	12,8	12,7	12,7	12,9	11,0	9,9	10,6	11,5
Относительная влажность воздуха, %	81	83	76	54	45	45	45	44	50	56	77	82	61

	Тяньцзинь												
Температура воздуха, °С	—4,2	—1,7	4,7	13,2	19,7	24,4	26,6	25,8	20,9	14,0	4,6	—2,2	12,2
Осадки, мм	3	3	9	18	29	64	175	155	50	15	12	5	533
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	9,7	10,3	11,6	12,9	13,4	12,3	9,9	8,7	10,0	11,2	9,8	8,0	10,7
Относительная влажность воздуха, %	60	56	55	52	54	53	75	76	69	64	61	57	62

	Чунцин												
Температура воздуха, °С	8,0	9,9	14,0	18,7	22,6	25,0	28,4	28,9	24,2	19,2	14,2	10,5	18,7
Осадки, мм	17	21	38	96	142	176	146	120	146	109	49	22	1082
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С	9,7	10,3	11,6	12,9	13,4	12,3	9,9	8,7	10,0	11,2	9,8	8,0	10,7
Относительная влажность воздуха, %	87	88	87	86	87	86	80	76	84	88	91	91	86

Тяньцзинь), минимум —22,3...—22,8 °С. Воздух с марта по май сухой, относительная влажность 50—53 %, в июле—сентябре влажность 70—77 %.

С этими климатическими провинциями связано происхождение Китайского и Корейского подвидов сои. Основные биологические свойства их можно охарактеризовать, как превышающие средние величины. Формы, как правило, позднеспелые, куст высокий, карликовых нет, ветви и междоузлия длинные, стебли среднетолстые, тонкие, листья средние, кисти длинные, многоцветковые, цветки некрупные, бобы средние, семена мелкие и крупные. Для разных форм Корейского подвида наряду с общими свойствами, превышающими средние: позднеспелость, высокорослость, грубостебельность, крупнолистность, характерны также скороспелость, карликовость, мелкосемянность.

Южная климатическая провинция охватывает юго-восточное побережье Восточного Китая. Климат теплый, период с температурой воздуха выше 20 °С длится 8—9 месяцев. С переходом температуры воздуха через 20 °С совпадает выпадение большого количества осадков (252—281 мм), особенно летом. Постоянно держится высокая относительная влажность воздуха (70—84 %). Осенние температуры выше весенних, в это время больше солнечных дней. Заморозков практически не бывает, иногда с вторжением холодных масс они держатся 1—2 дня в году. Дожди чаще всего носят циклонический (42,6 %) и грозовой (36,6 %) характер, в июле—августе—тайфунный. Это зона (Гуанчжоу) наибольшего колебания осадков (1688 ± 309 мм). Отрицательным фактором являются сильные ветры с дождем, иногда с градом.

С этим регионом В. Б. Енкен [51] связывает формирование Славянского подвида сои, который вегетирует в ранневесенний период, когда погодные условия приближаются к весенне-летним в Северо-Восточном Китае. Экологические черты Славянского подвида также характеризуются как средние или ниже средних. Формы сои этого подвида средне- или раннеспелые, растения средние или низкие, прикрепление бобов низкое, стебли и ветви тонкие, междоузлия короткие, листья и цветки мелкие, куст сжатый.

Северо-Западная климатическая провинция отличается сильным пересечением местности горными цепями. Влияние муссона здесь почти не проявляется. Наибольшая температура воздуха в июле—августе составляет 21,4—22,6 °С. Период с температурой воздуха выше 15 °С равен 120—130 дням, осадков выпадает очень мало (247 мм за год), в апреле—сентябре 19—32 мм в месяц. Изменчивость осадков небольшая (247 ± 61 мм), относительная влажность воздуха низкая: летом 45—54 %, зимой 77—82 %. Здесь велика повторяемость засух, дней с пыльными бурями. Регион отличается наибольшим числом солнечных дней. Это засушливый район Китая с резко выраженной континентальностью климата. По связи температуры воздуха и осадков район резко отличается от Северо-Восточного и Восточного Китая. С этой климатической провинцией ученые не связывают происхождение каких-

либо подвидов сои. Но если они здесь будут обнаружены, то они должны отличаться устойчивостью к пониженным температурам и к засухе.

Образованию белка, по данным Д. Н. Прянишникова [99], способствует высокий уровень температуры воздуха днем и ночью при большой разнице между ними. Отличительной чертой климата Китайского очага формообразования является значительная суточная амплитуда температуры воздуха (до 13,7 °С) в течение всего периода вегетации, что ведет к накоплению белка у сои не только в семенах, но и в листьях.

Одним из факторов формообразования растений считается устойчивость температурного режима. Коэффициенты вариации температуры воздуха, рассчитанные по данным метеостанции Ханчжоу за 16 лет наблюдений, свидетельствуют о том, что наибольшие колебания отмечены в мае и ноябре и составили 9,5—10,6 %, т. е. 1,5—2,5 °С. Большую часть периода коэффициенты вариации температуры воздуха находятся в интервале 4,2—5,8 %. Такие колебания температуры применительно к растениям являются показателем устойчивости температуры (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Колебания температуры воздуха (°С) и коэффициент вариации V (%), метеостанция Ханчжоу (Китай)

Год	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1930	16,2	21,0	25,0	27,4	28,6	22,5	17,5	10,5
1931	12,6	17,0	25,7	27,3	27,9	22,1	17,2	13,2
1932	15,6	20,6	23,9	29,9	28,4	22,6	16,8	11,6
1933	15,1	20,5	25,1	30,5	29,6	25,2	18,4	13,3
1934	13,4	21,4	26,4	31,1	31,1	24,1	16,5	11,0
1935	14,6	21,1	24,6	29,0	27,9	22,8	19,9	13,2
1936	15,8	19,0	25,4	28,6	28,2	24,3	18,6	12,3
1942	16,2	20,3	23,8	30,2	29,5	24,8	18,2	12,6
1946	19,5	20,7	26,8	28,6	31,1	26,8	19,2	14,5
1947	16,4	20,3	23,9	30,0	29,2	25,2	16,4	13,0
1950	15,0	20,4	24,0	28,6	27,3	23,1	18,8	11,3
1951	13,2	21,4	23,8	27,2	28,8	22,4	19,0	11,5
1952	16,1	20,5	25,1	27,7	27,8	24,3	17,5	14,4
1953	14,4	21,7	25,8	31,1	30,3	22,9	19,2	12,8
1954	14,7	23,9	23,1	27,1	28,8	24,2	17,8	14,0
1960	14,6	19,5	24,9	29,8	26,8	24,1	17,6	12,0
V	10,6	7,0	4,2	4,8	4,3	5,4	5,8	9,5

Характерной особенностью очагов происхождения сои является высокая относительная влажность воздуха. Средние месячные значения находятся в интервале 58—89 % и чаще всего составляют 70—85 %. В этих районах выпадает много осадков (до 394 мм в месяц), но их количество сильно варьирует, среднее квадратическое отклонение достигает ± 85 —88 мм, а коэффициент вариации ± 129 % (табл. 1.3). Для всей полосы очагов происхождения сои характерен короткий день (14—16 ч) и близкая к нейтральной реакция почвы.

Таблица 1.3

Среднее квадратическое отклонение СКО (мм) и коэффициент вариации C_v ,
 месячного и годового количества осадков в районах формирования различных
 экологических групп сои в Китае

Метеостанция	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Харбин	1	3	6	7	22	23	44	88	53	31	21	8	5	104
	2	0,66	1,20	0,76	0,85	0,57	0,45	0,86	0,51	0,49	0,68	0,91	1,00	0,19
Пекин	1	8	6	13	24	34	63	33	80	38	20	18	4	207
	2	1,85	1,43	1,37	1,29	1,00	0,86	0,57	0,55	0,76	1,25	1,66	1,29	0,34
Чунцин	1	10	12	18	42	58	72	78	69	79	38	26	11	190
	2	0,65	0,57	0,48	0,43	0,41	0,41	0,53	0,57	0,55	0,35	0,53	0,52	0,17
Накин	1	30	33	43	50	41	83	117	64	55	40	31	38	230
	2	0,73	0,64	0,61	0,53	0,47	0,57	0,65	0,58	0,66	0,93	0,69	1,00	0,24
Гуанчжоу	1	35	47	57	79	90	95	132	117	100	37	49	27	309
	2	1,03	0,70	0,58	0,45	0,36	0,34	0,54	0,46	0,65	0,80	1,07	0,75	0,18
Урумчи	1	8	10	16	20	29	25	18	25	18	19	14	12	74
	2	0,81	0,77	0,86	0,68	0,77	0,74	0,85	0,78	0,73	0,78	0,59	0,81	0,30

Примечание. Здесь 1 — среднее квадратическое отклонение (СКО), 2 — коэффициент вариации C_v .

В целом Китайский очаг происхождения сои имеет следующие своеобразные климатические особенности. Это регион муссонного климата, где наблюдается сравнительно устойчивая и высокая температура воздуха с большой амплитудой между днем и ночью, значительные и сильно варьирующие осадки, выпадающие преимущественно во вторую половину дня, высокая влажность воздуха, длительный период с температурой воздуха выше 15 °С, большая облачность, короткий день, незначительная междусуточная изменчивость термического режима, почти полное отсутствие ясных дней.

1.4. Аналоги условий выращивания сои в разных странах

Географические очаги происхождения культуры сои занимают полосу между 10 и 40° с. ш. При этом в Китае, Японии и Корее она лежит между 30 и 40° с. ш., в Индии — между 20 и 30° с. ш., в Африке — между 10 и 20° с. ш. и в Австралии — между 30 и 40° ю. ш. В настоящее время возделывание сои продвинулось далеко на север, и ее посевы занимают территорию вплоть до 52° с. ш. (СССР, США, Канада, европейские страны).

Для проведения аналогов между метеорологическими условиями в центрах формирования сои и в странах ее современного возделывания наиболее простым способом является построение климаграмм. Р. Дажо называет этот способ классическим.

Климаграммы связи температуры воздуха с осадками и относительной влажностью воздуха, построенные для регионов Китая, в которых проходил формообразовательный процесс основных подвидов сои, имеют значительные различия (рис. 1.1). В Южной климатической провинции Восточного Китая сочетания температуры воздуха и осадков, при которых возможно возделывание сои, наблюдаются во все сезоны года, поэтому уровни тепла и влаги разные. В отдельные периоды они соответствуют климаграммам связи температуры воздуха и осадков в Северо-Восточной, Центральной и прилегающей к ней Северо-Китайской провинции. Климаграмме Южной климатической провинции в отдельные периоды года, когда возделывается соя, соответствуют климаграммы Японии, Кореи, Индии, США и, наоборот, с ней расходятся климаграммы Австралии, Эфиопии, где обнаружены новые подвиды сои (рис. 1.2).

Несмотря на большие региональные различия связей температуры воздуха с осадками и относительной влажностью воздуха между ними есть определенное сходство. Оно прослеживается в период цветения и образования плодов у сои. В этот период во всех климатических провинциях, где отмечено формирование основных подвидов сои, метеорологические условия находятся в определенных пределах: интервал температуры воздуха составляет 22—28 °С, осадков 145—250 мм, относительной влажности воздуха 75—84 %. При большой протяженности очагов формообразо-

вания в Китае с севера на юг интервал температуры и относительной влажности воздуха в период цветения и образования плодов сои очень небольшой, значительно больше разница в количестве осадков.

В Северо-Восточной климатической провинции цветение и образование плодов проходит в июле — августе. В это время средняя температура воздуха равняется 22—24 °С, осадки 160—180 мм, относительная влажность воздуха 75—80 %. В центральном регионе

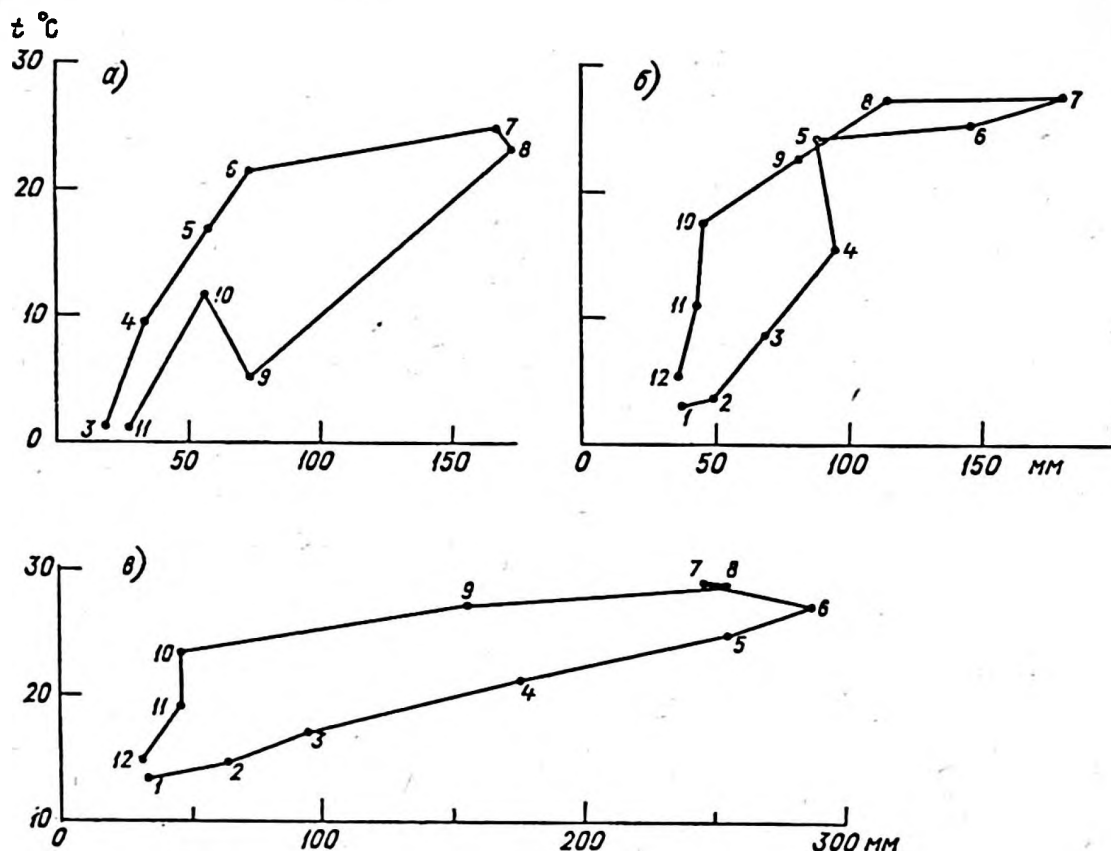


Рис. 1.1. Климатогаммы связи температуры воздуха с осадками в климатических провинциях Китая.

а — Аньшань, б — Нанкин, в — Гуанчжоу.

На рис. 1.1—1.4 арабскими цифрами обозначены месяцы.

Восточного Китая соя цветет и образует плоды в июне — июле. Средняя температура в это время равна 24—28 °С, осадки 145—180 мм, относительная влажность воздуха 81—83 %. В Южной климатической провинции (апрель — май) эти значения соответственно составляют 22—26 °С, 180—250 мм и 84 %.

Климатогаммы связи температуры воздуха и осадков для США отличаются от климатогамм в китайских очагах формирования сои. Но в период цветения и образования плодов (июль — август) средняя температура (22—25 °С) близка к температуре Северо-Восточной климатической провинции Китая, осадки заметно меньше (80—100 мм). В Краснодаре, Ставрополе климатогаммы связи температуры воздуха с осадками и относительной влажностью воздуха

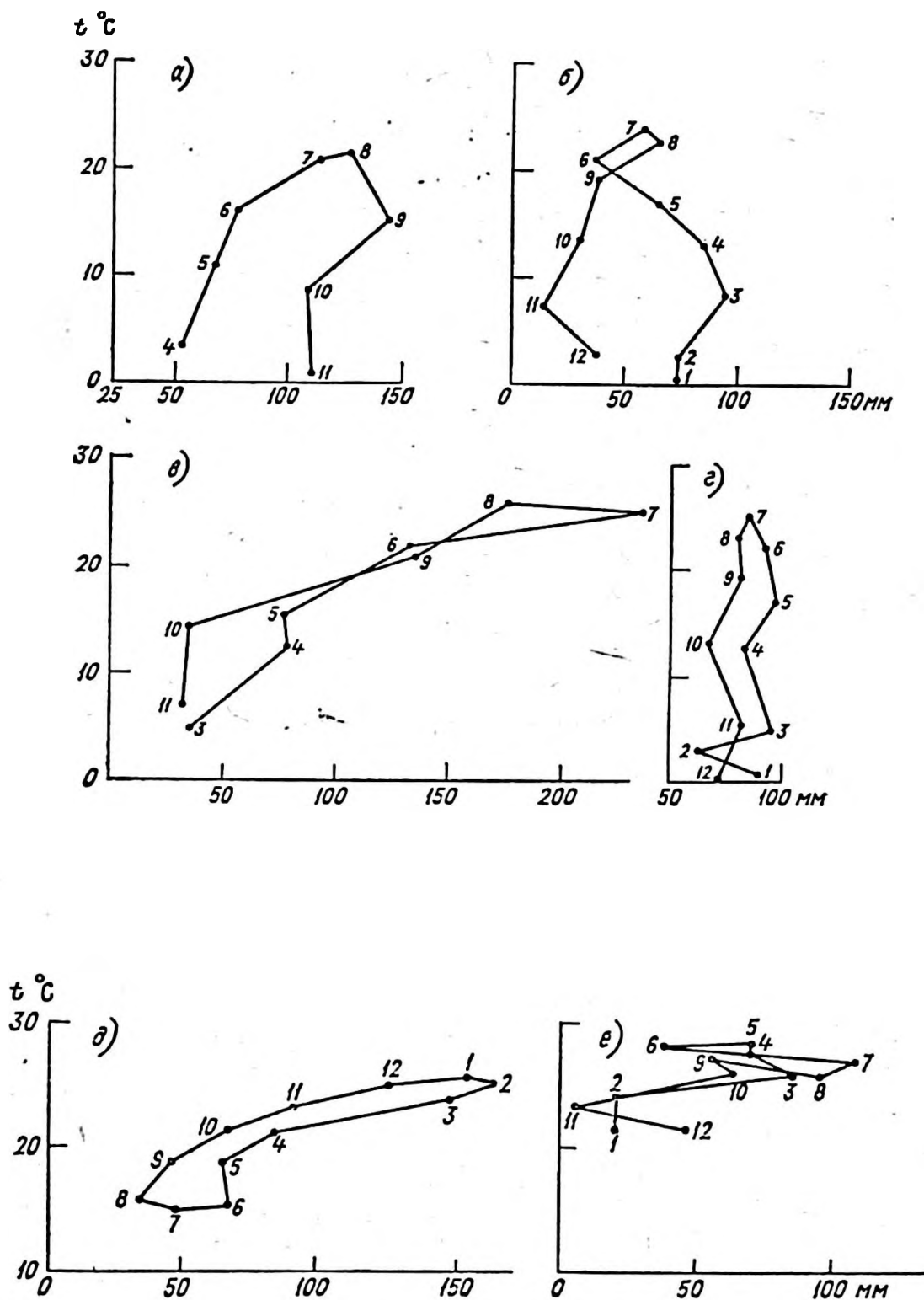


Рис. 1.2. Климаграммы связи температуры воздуха с осадками в основных очагах формирования сои.

Станция: а — Асахигава (Япония), б — Сринагар (Индия), в — Тэгу (Корея), г — Индианополис (США), д — Брисбен (Австралия), е — Диредадуа (Эфиопия).

еще более отличны. Но в период цветения и образования плодов (июль — август) средние температуры воздуха (22—23 °С) почти те же (22—23 °С), что в США и Северо-Восточной климатической провинции Китая, значения относительной влажности воздуха (70—80 %) тоже близки. От приведенных климаграмм резко отличаются климаграммы Киева и Благовещенска (рис. 1.3). Они

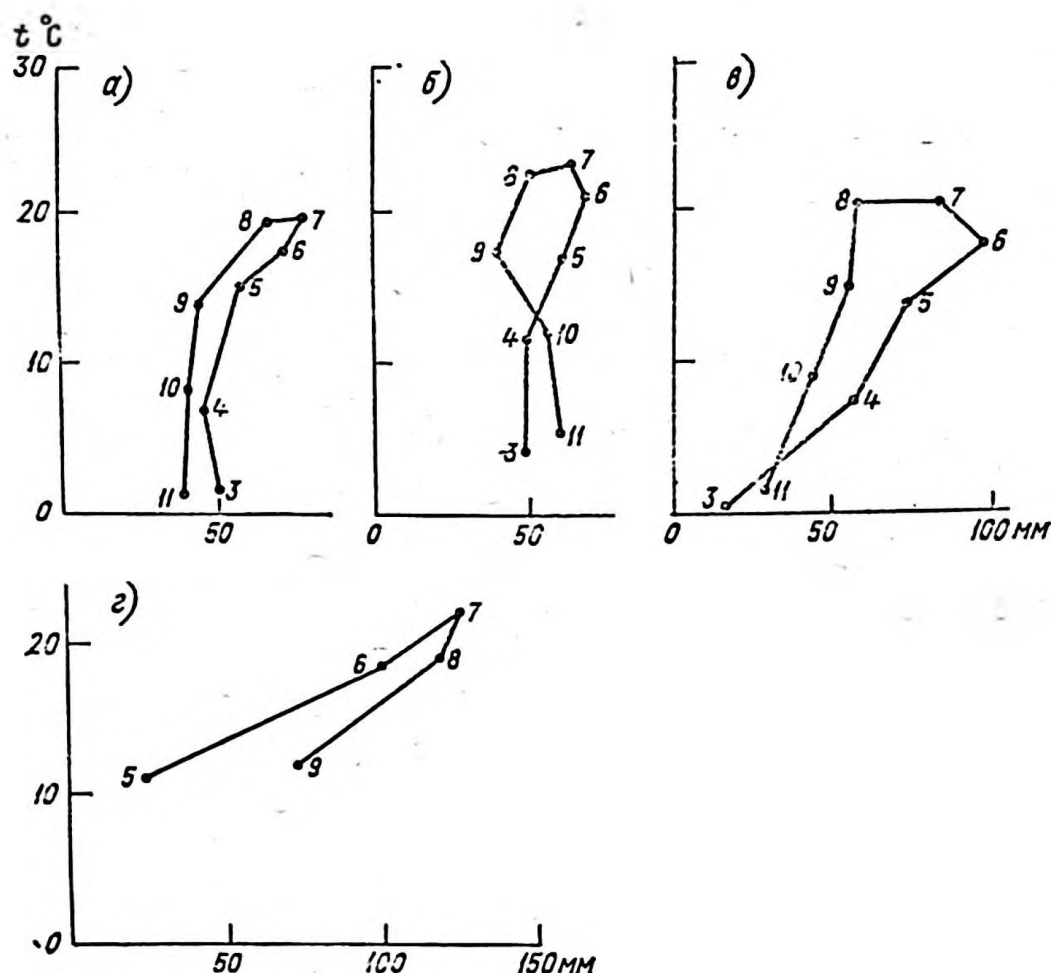


Рис. 1.3. Климатические диаграммы связи температуры воздуха с осадками в СССР.

а — Киев, б — Краснодар, в — Ставрополь, г — Благовещенск.

являются как бы продолжением климатических диаграмм США (Индианополис) на север со сдвигом относительно осадков. В период цветения и образования плодов у сои в Киеве осадков меньше, чем в США, в Благовещенске — несколько больше.

Сходство условий в период цветения и образования плодов у сои в разных странах мира приводит к мысли об экологически закрепленной потребности растений в определенной температуре при формировании цветков и плодов. Вопрос о наследственной основе потребностей растений в метеорологических факторах еще не решен. Однако установлено, что у позднейших поколений вновь может встречаться тип развития исходных форм.

Связь температуры и относительной влажности воздуха в центрах формообразования сои складывается несколько иначе, чем

связь температуры с осадками, и климаграммы связи температуры с относительной влажностью воздуха имеют несколько иную форму, чем климаграммы связи температуры с осадками (рис. 1.4). Практическая значимость связи температуры с относительной влажностью воздуха менее изучена применительно к растительным

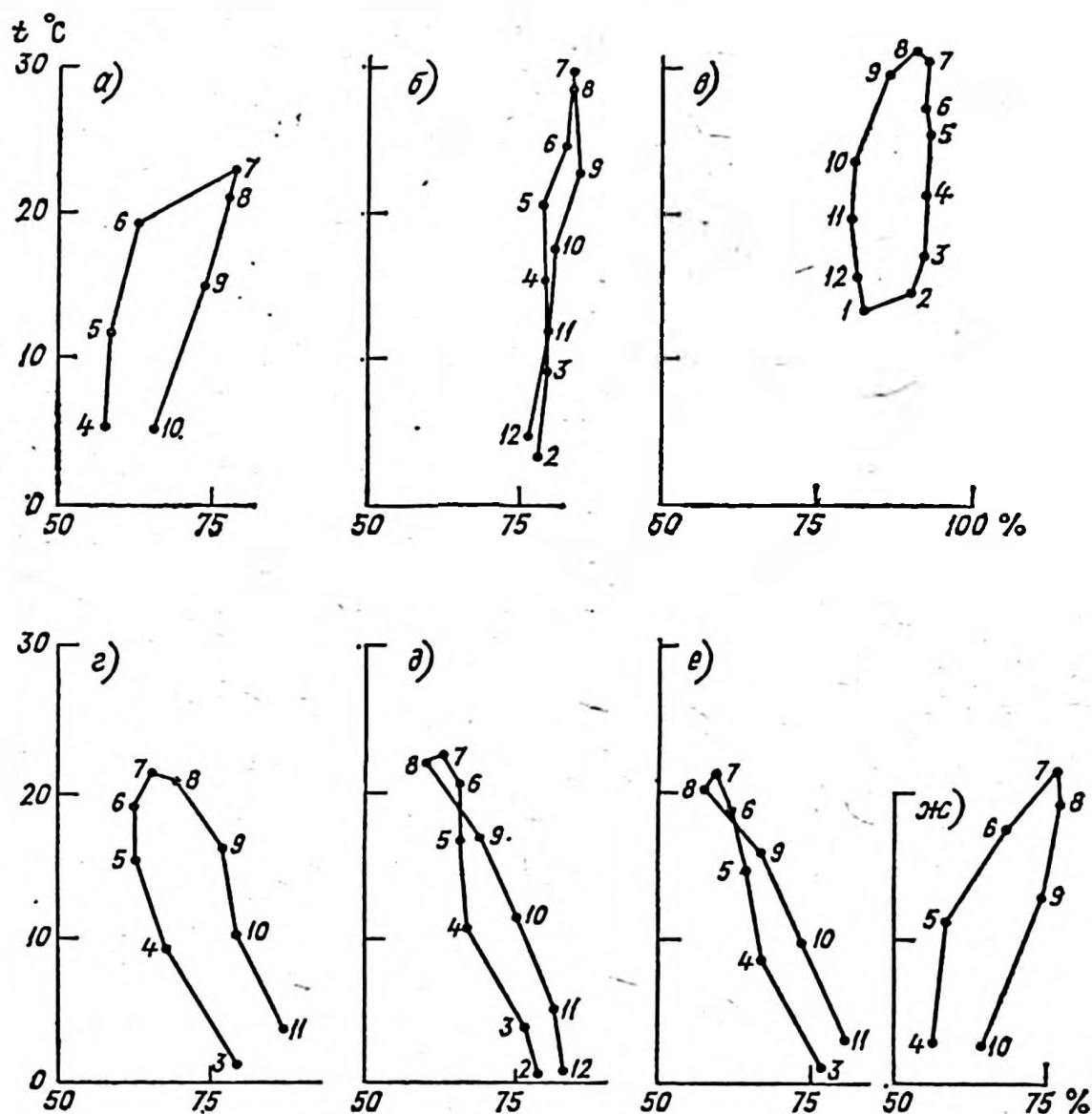


Рис. 1.4. Климатические диаграммы связи температуры с относительной влажностью воздуха в климатических провинциях Китая и СССР.

Китай: а — Аньшань, б — Нанкин, в — Гуанчжоу; СССР: г — Киев, д — Краснодар, е — Ставрополь, ж — Благовещенск.

организмам и особенно к сое, хотя она представляет несомненный интерес для объяснения приспособительных функций растений к определенным сочетаниям температуры и влажности воздуха, а также для объяснения темпов образования химических элементов в семенах, поражаемости растений болезнями и формирования высокой и устойчивой урожайности.

С экологической точки зрения представляют интерес те клима-

тические особенности очагов формообразования сои, с которыми связана биологическая специфика роста и развития культуры. Л. И. Иванов [54] на большом сортовом материале установил, что образование жирных кислот у сои имеет определенную временную последовательность. Сначала доминирующее значение имеет образование насыщенных жирных кислот, и в частности олеиновой кислоты. Затем начинает резко превалировать накопление линолевой и линоленовых кислот. В процессе прорастания семян сои расходование этих масел идет в противоположном направлении: первой расходуется линоленовая кислота, образованная в семени на завершающем этапе роста и развития, т. е. при наиболее пониженной температуре воздуха, затем используются линолевая и олеиновая кислоты.

В китайских очагах формообразования сои период со средней суточной температурой воздуха выше 15 °С приходится на разное время. В одних регионах (Пекин, Кайфын, Тяньцзинь, Ханькоу) — это апрель — октябрь, в других (Харбин, Нанкин) — май — сентябрь. Отличительной чертой изменения температуры воздуха весной во время расходования масла в процессе прорастания семян и осенью во время его накопления является практически одинаковые уровни ее нарастания и снижения — на 0,20—0,23 °С в сутки.

В качестве показателей для установления аналогов условий выращивания сои приняты и такие два критерия, как разница между средними месячными температурами воздуха во время вегетации и устойчивость температуры по годам. Для отыскания аналогов по первому критерию рассчитана разница между средними месячными температурами воздуха за период май — сентябрь. Это основной период выращивания сои в СССР и во многих странах мира, хотя в некоторых областях Индии, Австралии и Африки соя выращивается как в летний, так и в зимний периоды. Метеостанции для установления аналогов по темпам увеличения и уменьшения температуры воздуха выбирались, как правило, в районах наибольшего сосредоточения посевных площадей сои. Для расчета разницы температур месяцы были сгруппированы по два: май — июнь, июнь — июль, июль — август, август — сентябрь. Наибольший интерес для подбора аналогов представляет равенство разности средних месячных температур во всех четырех группах и в трех из четырех в разных комбинациях. Для установления комбинаций разработан алгоритм, с помощью которого реализован принцип составления сочетаний. Каждое сочетание в центрах формообразования сои рассматривалось как условие для отыскания аналогов между отдельными числами разности средних месячных температур в различных странах возделывания сои (табл. 1.4).

Установление аналогов (табл. 1.5 и 1.6) по первому условию показало, что темпы увеличения и уменьшения температуры воздуха, отмеченные в Китае, например, по станциям Чаньчунь (5, 4, 2, 7 °С), Аньшань (5, 3, 1, 6 °С), Шэньян (6, 3, 1, 7 °С) не имеют аналогов по всем рассмотренным 40 вариантам. Несомненно что изменения температуры воздуха, определяющие темпы развития

сои в первичном очаге формообразования обладают спецификой, которой нет в других странах. Первое условие подобия выбранного признака чаще встречается внутри одной страны, например в

Таблица 1.4

Комбинаторная схема условий для установления аналогов

Условие для аналогов	Месяцы, принятые для расчета разности между средними температурами воздуха			
	V—VI	VI—VII	VII—VIII	VIII—IX
I	+	+	+	+
II	+	+	+	—
III	+	—	+	+
IV	+	+	—	+
V	—	+	+	+

Таблица 1.5

Перечень и номера метеостанций для установления аналогов

Метеостанция	Номер в табл. 1.6	Метеостанция	Номер в табл. 1.6
Китай		США	
Чанчунь	1	Канзас-Сити	19
Аньшань	2	Кнюкак	20
Шеньян	3	Давенпорт	21
Канада		Чикаго	22
Харроу	4	Ивонсвилль	23
Саутгемптон	5	Индианополис	24
Оттава	6	Лунсвилл	25
СССР, Украинская ССР		Гранд-Рапидс	26
Борисполь	7	Чаттануга	27
Фастов	8	Лексингтон	28
Белая Церковь	9	СССР, Краснодарский край	
СССР, Молдавская ССР		Краснодар	29
Бельцы	10	Майкоп	30
Кишинев	11	Армавир	31
Тирасполь	12	Япония	
СССР, Приморский край		Асино	32
Уссурийск	13	Кофу	33
Ново-Хатуничи	14	Томскаку	34
Раздольное	15	Южная Корея	
СССР, Хабаровский край		Тэгу	35
Хабаровск	16	Чхунчхон	36
Петровици	17	Вонджу	37
Вяземское	18	СССР, Амурская область	
		Благовещенск	38
		Толстовка	39
		Поярково	40

Таблица 1.6

**Группировка метеостанций по равенству повышения и понижения
средней многолетней температуры воздуха с мая по сентябрь**

Температурные различия, °С	Номер метеостанции	Температурные различия, °С	Номер метеостанции
5, 4, 2, 7	1	3, 3, 2, 3	34
5, 3, 1, 6	2	5, 4, 0, 5	35
6, 3, 1, 7	3	5, 3, 1, 7	36
7, 2, 1, 3	4	4, 4, 1, 6	37
5, 3, 1, 2	5	7, 3, 2, 7	38
5, 3, 2, 4	6	7, 4, 3, 7	39
4, 2, 1, 5	7	7, 4, 2, 7	40
3, 2, 1, 5	8	0, 5, 4, 2	1
3, 2, 0, 5	9, 11	0, 5, 3, 1	2, 5, 19, 21, 36
3, 2, 1, 4	10	0, 6, 3, 1	3
3, 3, 1, 5	12	0, 7, 2, 1	4
5, 4, 1, 6	13, 14	0, 5, 3, 2	6
4, 5, 1, 6	15	0, 4, 2, 1	7
6, 4, 1, 6	16	0, 3, 2, 1	8, 10
6, 3, 0, 7	17	0, 3, 2, 0	9, 11
6, 4, 1, 7	18	0, 3, 3, 1	12
5, 3, 1, 5	19	0, 5, 4, 1	13, 14
4, 3, 1, 4	20	0, 4, 5, 1	15
5, 3, 1, 4	21	0, 6, 4, 1	16, 18
5, 3, 0, 4	22	0, 6, 3, 0	17
5, 2, 1, 4	23, 24, 25	0, 4, 3, 1	20, 31
6, 2, 1, 4	26	0, 5, 3, 0	22
4, 1, 0, 3	27	0, 5, 2, 1	23, 24, 25
4, 2, 0, 4	28	0, 6, 2, 1	26
3, 3, 0, 6	29	0, 4, 1, 0	27
3, 3, 0, 5	30	0, 4, 2, 0	28
4, 3, 1, 5	31	0, 3, 3, 0	29, 30
4, 4, 1, 4	32, 33	0, 4, 4, 1	32, 33, 37
0, 3, 3, 2	34	0, 5, 1, 7	36
0, 5, 4, 0	35	0, 7, 2, 7	38, 40
0, 7, 3, 2	38	0, 7, 3, 7	39
0, 7, 4, 3	39	0, 5, 4, 7	1
0, 7, 4, 2	40	0, 5, 3, 6	2
0, 5, 2, 7	1	0, 6, 3, 7	3, 17
0, 5, 1, 6	2, 13, 14	0, 7, 2, 3	4
0, 6, 1, 7	3, 18	0, 5, 3, 2	5
0, 7, 1, 3	4	0, 5, 3, 4	6, 21, 22
0, 5, 1, 2	5	0, 4, 2, 5	7
0, 5, 2, 4	6	0, 3, 2, 5	8, 9, 11
0, 4, 1, 5	7, 31	0, 3, 2, 4	10
0, 3, 1, 5	8, 12	0, 3, 3, 5	12, 30
0, 3, 0, 5	9, 11, 30	0, 5, 4, 6	13, 14
0, 3, 1, 4	10	0, 4, 5, 6	15
0, 4, 1, 6	15, 37	0, 6, 4, 6	16
0, 6, 1, 6	16	0, 6, 4, 7	18
0, 6, 0, 7	17	0, 4, 3, 4	20
0, 5, 1, 5	19	0, 5, 2, 4	23, 24, 25
0, 4, 1, 4	20, 32, 33	0, 6, 2, 4	26
0, 5, 1, 4	21, 23, 24, 25	0, 4, 1, 3	27
0, 5, 0, 4	22	0, 4, 2, 4	28
0, 6, 1, 4	26	0, 3, 3, 6	29
0, 4, 0, 3	27	0, 4, 3, 5	31
0, 4, 0, 4	28	0, 4, 4, 4	32, 33

Температурные различия, °С	Номер метеостанции	Температурные различия, °С	Номер метеостанции
0, 3, 0, 6	29	0, 5, 1, 6	15
0, 3, 2, 3	34	0, 3, 0, 7	17
0, 5, 0, 5	35	0, 4, 1, 7	18
0, 4, 4, 6	37	0, 3, 1, 4	20, 21
0, 7, 3, 7	38	0, 3, 0, 4	22
0, 7, 4, 7	39, 40	0, 1, 0, 3	27
0, 4, 2, 7	1, 40	0, 2, 0, 4	28
0, 3, 1, 6	2	0, 3, 0, 6	29
0, 3, 1, 7	3, 36	0, 3, 0, 5	30
0, 2, 1, 3	4	0, 4, 1, 4	32, 33
0, 3, 1, 2	5	0, 3, 2, 3	34
0, 3, 2, 4	6	0, 4, 0, 5	35
0, 2, 1, 5	7, 8	0, 3, 2, 7	38
0, 2, 0, 5	9, 11	0, 3, 3, 3	34
0, 2, 1, 4	10, 23, 24, 25, 26	0, 5, 4, 5	35
0, 3, 1, 5	12, 19, 31	0, 5, 3, 7	36
0, 4, 1, 6	13, 14, 16, 37	0, 4, 3, 7	39

СССР одни и те же темпы увеличения и уменьшения температуры воздуха (3, 2, 0, 5 °С) можно отметить по станциям Белая Церковь и Кишинев, в США — по станциям Ивонсвилл, Индианаполис и Луисвилл (5, 2, 1, 4 °С), в Японии — по станциям Асио и Кофу (4, 4, 1, 4 °С).

По второму условию: равенство трех цифр, показывающих разницу между средними месячными температурами воздуха с мая по август, аналоги установлены по значениям 5, 3, 1 °С между Китаем (Аньшань), Канадой (Саутгемптон), США (Канзас-Сити, Давенпорт) и Южной Кореей (Чхунчхон), по значениям 4, 3, 1 °С — между США (Киокак) и СССР (Армавир), по значениям 4, 4, 1 °С — между Японией (Асио, Кофу) и Южной Кореей (Вонджу).

По третьему условию: равенство трех цифр разности температур за май — июнь и июль — сентябрь, аналоги установлены по значениям 5, 1, 6 °С между Китаем (Аньшань) и СССР (Уссурийск, Новохатунчи), по значениям 6, 1, 7 °С — между Китаем (Шэньян) и СССР (Вяземское в Амурской области), по значениям 4, 1, 4 °С — между США (Киокак) и Японией (Асио, Кофу).

По четвертому условию: равенство трех цифр разности температур за май — июль и за август — сентябрь, аналоги установлены по значениям 6, 3, 7 °С между Китаем (Шэньян) и СССР (Петровици в Хабаровском крае).

По пятому условию: равенство трех цифр разницы средних месячных температур с июня по сентябрь, аналоги установлены по значениям 4, 2, 7 °С между Китаем (Чанчунь) и СССР (Поярково в Амурской области), по значениям 3, 1, 5 °С — между США (Канзас-Сити) и СССР (Тирасполь, Армавир), по значениям 4, 1, 6 °С — между Южной Кореей (Вонджу) и СССР (Уссурийск, Но-

вохатуничи в Хабаровском крае, Раздольное в Краснодарском крае).

По принятым условиям аналогизации температуры воздуха во времени можно сделать следующий вывод: в высоких широтах выращивания этой культуры в СССР больше аналогов с Китаем, США, Японией и Южной Кореей имеет материковый климат европейской части СССР (Краснодарский край, Украина и др.), в южных районах выращивания сои в СССР больше аналогов с центрами формообразования сои имеет морской климат Приморского края.

Вторым критерием успешного выращивания сои является устойчивость температуры воздуха по годам. Показателем устойчивости принят коэффициент вариации V , т. е. отношение среднего квадратического отклонения σ к средней за рассматриваемый период температуре воздуха T

$$V = \frac{\sigma}{T}.$$

Для вычисления коэффициентов вариации выбран один, наиболее однородный ряд лет (1930—1961 гг.) для разных территорий (СССР, Китай, Япония, Южная Корея, Индия, США, Канада, Эфиопия).

За период май—октябрь коэффициенты вариации средней месячной температуры воздуха по годам имели широкий диапазон: от 1,5 до 10,4. Коэффициенты вариации от 1,5 до 3,0 показывают стабильность средних месячных температур воздуха, от 3,1 до 5,0 — среднюю изменчивость и от 5,1 до 10,4 — значительную.

В китайских очагах формообразования сои с июня по сентябрь наиболее вероятна средняя изменчивость температуры воздуха ($V=4,2\ldots 5,4$). Значительные изменения ($V=5,8\ldots 7,0$) наблюдаются в мае и октябре. Аналоги по изменчивости средней месячной температуры воздуха с китайскими очагами формообразования в отдельные месяцы имеют США (июль, август), Канада (июль) и СССР (Дальний Восток, сентябрь). Малой изменчивостью температуры воздуха по годам выделяются Индия ($V=1,5\ldots 5,1$) и Эфиопия ($V=2,6\ldots 5,0$).

Параллелизм в изменчивости средней месячной температуры воздуха за весь рассматриваемый период (май—октябрь) можно отметить между Китаем, США и частично Канадой. Территория СССР выделяется наибольшей изменчивостью средней месячной температуры воздуха (табл. 1.7).

По двум критериям, принятым для установления аналогов, наибольшую общность с Китаем имеют США, Япония и Корея. Индия и Африка по принятым для сои критериями аналогов с другими странами не имеют.

Австралия из-за недостатка метеорологических данных не вошла в общий анализ аналогов. По общей характеристике климата (малая облачность, интенсивный приток солнечной радиации, интенсивная испаряемость, большое количество осадков, 3535 мм

Коэффициенты вариации V температуры воздуха
в районах выращивания сои

Страна	Метеостанция	V	VI	VII	VIII	IX	X
Китай	Ханчжоу	7,0	4,2	4,8	4,3	5,4	5,8
США	Цинциннати	8,3	6,5	5,0	4,4	7,0	10,9
Канада	Монреаль	11,7	5,3	4,8	6,5	7,8	15,6
Эфиопия	Хелуан	4,4	3,1	2,8	2,6	4,0	5,0
Япония	Токио	4,1	5,3	6,1	3,3	5,2	4,5
Индия	Патна	3,1	3,3	2,1	1,5	1,9	5,1
Корея	Тэгу	4,4	5,2	6,8	4,0	3,6	6,8
СССР	Благовещенск		10,2	6,2	5,6	5,5	9,0
СССР	Майкоп		8,2	6,1	5,5	6,5	10,4
СССР	Приморская			7,1	7,4	5,7	5,7

в год — в восточной и северо-восточной частях страны, очень высокие температуры воздуха — до 55 °С в декабре — феврале), юг Австралии от 10° с. ш. имеет сходство с Африкой, но в целом это особый климатический регион, где отмечается особая флора. Индия и Африка выделяются так же, как самостоятельные очаги, где видообразование сои, очевидно, шло по несколько иным путям, чем в Китае, Японии и Корее.

В китайских очагах формирования морфолого-биологические свойства экологических групп сои имеют связь со спецификой метеорологических условий.

В Центральной и Южной климатических провинциях Восточного Китая, где соя выращивается в разные сезоны года, условия могли способствовать формированию таких морфолого-биологических свойств, как ранне-, средне- и позднеспелость, образованию крупных и мелких листьев, высоко- и низкорослости растений, разному содержанию белка и масла в семенах сои и др. Эти же признаки у растений сои прослеживаются и в тех климатических провинциях, в которых имеются аналогичные почвенно-климатические условия.

Экологическая обусловленность: морфолого-биологических признаков растений имеет большое значение в теоретическом и практическом отношении. Знание экологической закрепленности интересующего селекционера признака позволяет вести селекцию с учетом возможных последствий в поведении сорта в новых условиях возделывания. Известно, что если какой-то признак не имеет экологической закрепленности, то его можно усилить или ослабить, не затрагивая адаптивного потенциала. Обычно это окраска цветков, плодов, форма семян и др. и, наоборот, изменение экологически обусловленного признака ради усиления его вследствие экономической ценности может снизить адаптивный потенциал растений. Например, значительное увеличение урожайности у новых сортов по сравнению с экологически обусловленным уровнем ее у исходных форм обычно резко сужает адаптивный потенциал.

Таким образом, типологические особенности экологических групп сои и условия климата в очагах происхождения и формообразования имеют большое значение для выбора исходных форм для селекции в аналогичных условиях окружающей среды.

Наиболее высокая и устойчивая урожайность сои отмечается в США. С 1969 по 1980 гг. колебания ее были в интервале 1,39—1,73 т/га, что связано с выведением новых сортов, с прогрессивной технологией возделывания, однако и не в меньшей мере с тем, что климат США в регионах возделывания сои имеет более всего аналогов с климатом в центрах происхождения исходных форм сои.

2. ГЕОГРАФИЯ УРОЖАЙНОСТИ СОИ

2.1. Распределение урожайности сои в мире

Широкое распространение высокопродуктивных сортов, улучшение технического оснащения и организации производства сельскохозяйственных культур существенно влияют на повышение урожайности любой культуры. Однако распределение урожайности в отдельных странах и особенно в мире связано не только с главными экономическими факторами, но в значительной степени зависит

Таблица 2.1

Посевные площади сои (тыс. га) в отдельных странах мира, по данным ФАО

Страна	1969—1971	1977	1978	1979	1980
В мире	32 346	49 243	47 613	52 747	52 639
Австралия	5	35	50	54	56
Аргентина	30	660	1 150	1 600	1 900
Бразилия	1 314	707	7 782	8 331	8 766
Болгария	9	69	99	96	96
Венгрия		29	19	20	20
Египет		14	35	42	34
Замбия		1	2	2	2
Зимбабве	6		25	33	35
Индия	4	160	230	330	330
Индонезия	643	663	733	784	780
Канада	138	202	285	283	283
КНДР	278	300	300	300	300
Колумбия	56	57	69	71	79
КНР	10 976	14 236	8 524	9 319	9 621
Мексика	134	314	216	384	184
Румыния	93	171	203	302	364
СССР	860	786	815	838	876
США	17 036	23 314	25 763	28 557	27 460
Франция		1	3	14	7
Югославия	4	32	31	31	31
Япония	100	85	127	130	130

от закономерностей зонального распределения почвенно-климатических условий.

Интенсивное развитие культуры сои началось в 20-е годы. За последние 50 лет посевные площади под соей увеличились почти в пять раз. Выращивание сои на отдельных, сравнительно небольших площадях вышло далеко за границы центров ее формообразования и распространения древней культуры. К северу соя продвинулась до 57—59° с. ш. (Швеция), к югу — до 10° ю. ш. (Австралия). Наибольшие посевные площади в 1980 г. были в США (27 460 тыс. га), Китае (9 621 тыс. га), Бразилии (8 766 тыс. га), Аргентине (1 900 тыс. га), Индонезии (780 тыс. га). Из основных очагов формообразования (Китай, Япония, Корея) соя широко распространилась в США, Бразилии, Аргентине и Индонезии (табл. 2.1). В Африке и Австралии посевные площади под соей невелики, хотя Н. И. Корсаков выделил эти страны как очаги формообразования сои. Сравнительно большие посевные площади соя занимает в СССР, Румынии, Канаде.

В 1978—1980 гг. высокая средняя урожайность сои отмечалась в Канаде (1,81—2,51 т/га), США (1,8—2,16 т/га), Аргентине (1,84—2,31 т/га), Бразилии 1,23—1,73 т/га), Франции 1,49—2,16 т/га), Италии (2,5—2,67 т/га), Югославии (1,84—2,14 т/га), Австралии (1,53—1,84 т/га), Венгрии (1,48—1,75 т/га). В 1977 г. в Италии на очень малых, не фиксируемых ФАО площадях, получен урожай сои 3,56 т/га (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Урожайность сои (т/га) в разных странах мира,
по данным ФАО

Страна	1969—1971	1977	1978	1979	1980
В мире	1,39	1,61	1,61	1,73	1,59
Австралия	1,11		1,53	1,84	1,58
Аргентина	1,29	2,12	2,17	2,31	1,84
Бразилия	1,18	1,77	1,23	1,23	1,73
Болгария	0,88	1,30	1,21	1,63	1,58
Венгрия	0,71	1,41	1,48	1,75	1,74
Египет		1,90	2,28	2,51	2,64
Замбия		2,84	1,29	1,24	1,36
Зимбабве	0,97		1,80	2,10	2,34
Италия	2,01	3,56	2,50	2,67	2,67
Индия	0,54	0,75	0,87	0,91	0,97
Индонезия	0,73	0,79	0,84	0,87	0,77
Канада	1,86	2,61	1,81	2,37	2,51
КНДР	0,91	1,03	1,06	1,10	1,13
КНР	0,86	1,01	1,06	1,08	1,04
Колумбия	1,95	1,81	1,90	2,04	1,97
Мексика	1,88	1,61	1,54	1,84	1,62
Румыния	1,09	1,11	1,13	1,27	0,91
СССР	0,61		0,78	0,56	0,54
США	1,83	2,05	1,97	2,16	1,80
Франция		1,90	1,49	1,76	2,16
Югославия	1,13	2,08	1,84	2,14	2,14
Япония	1,28	1,31	1,49	1,47	1,47

Значительные успехи в селекции сои имеются в СССР, Болгарии, Венгрии, Румынии. Но все ученые отмечают сложность создания сортов, высокоурожайных и одновременно хорошо адаптированных к условиям среды, особенно севернее 50° с. ш., и трудность борьбы с сорняками в посевах этой культуры (см., например, [13, 55, 66 89]).

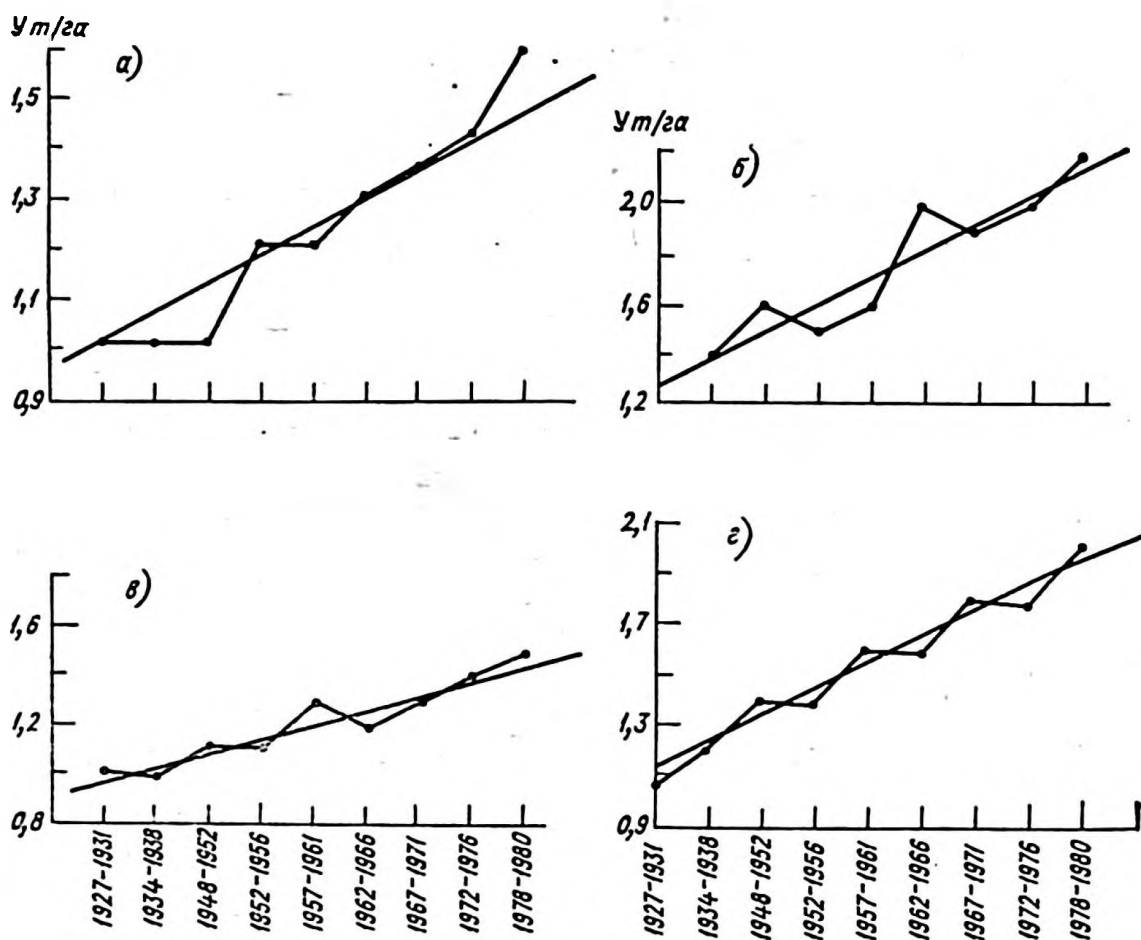


Рис. 2.1. Тренды урожайности сои в мире (а), Канаде (б), Японии (в) и США (г).

Во многих странах мира условия окружающей среды не соответствуют биологическим потребностям сои. Судить о степени этого несоответствия можно по уровню и изменчивости урожайности. Показателем изменчивости урожайности служат коэффициенты вариации, показателем уровня продуктивности во времени — средняя линия или тренды урожайности (рис. 2.1). Для средней линии мировой урожайности сои характерны небольшие сдвиги во времени. Коэффициент корреляции урожайности с годом выращивания, показывающий ее рост в среднем, для всего мира равен 0,87, для Японии, США и Канады он несколько выше (0,89—0,93), для Китая — меньше.

Осреднение урожайности любой культуры по большим территориям резко снижает ее изменчивость. У сои коэффициент вариации

ции средней мировой урожайности по годам равен 13,2, а в США — уже 22,2 (табл. 2.3). В целом в странах, расположенных в географической зоне центров формообразования сои, коэффициент вариации урожайности ниже.

Таблица 2.3

Изменчивость урожайности сои по годам в разных странах мира

Показатель	По всему миру	США	Канада	Япония	Китай	Бразилия	Индонезия
V	13,2	22,2	16,1	14,5	15,1	18,6	10,1
σ	0,16	0,34	0,29	0,47	0,15	0,23	0,07
r	0,87	0,89	0,93	0,90	0,74	0,85	0,71

Примечание. Здесь V — коэффициент вариации; σ — среднее квадратическое отклонение; r — коэффициент корреляции урожайности сои с годом выращивания.

Низкая урожайность сои и значительные колебания ее по годам ограничивают расширение посевных площадей под этой культурой. Европейские страны ввозят сою. Крупнейшие импортеры сои — это ФРГ, Нидерланды, Испания, Италия, Великобритания. Каждая из этих стран ввозит от 1 до 16 млн. т зерна и от 1 до 13 млн. т соевого шрота [83].

Для расширения посевных площадей под любой культурой необходимо соответствие биологических особенностей растений и климатических условий, а также конкурентоспособность по сравнению с другими культурами. Соя по количеству и качеству белка и масла, использованию их в народном хозяйстве котируется очень высоко, однако конкурентоспособность ее по урожайности с учетом качества семян в сравнении с другими культурами значительно выше лишь в широтах, характерных для регионов древней культуры. В европейских странах с соей успешно конкурируют кормовые бобы, урожай которых достигает 9 т/га с содержанием белка до 34 % и лизина в нем до 7 %. Бобы не уступают сое и по аминокислотному составу белка, они легко усваиваются, технологичность их возделывания гораздо выше, чем сои.

2.2. Распределение урожайности сои в СССР

Основные посевные площади сои в СССР сосредоточены на территории Дальнего Востока, Северо-Кавказского района, Украины, Молдавии, частично в Поволжье, Грузии, Казахстане. Увеличение посевных площадей от 1956—1960 гг. к 1961—1965 гг., судя по средним значениям (407,9 и 828,8 тыс. га), так же, как и некоторое снижение их от 1966 к 1980 гг. не имеют такой связи с ростом урожайности сои (табл. 2.4), как в США ($r=0,91$). Тренд урожайности сои в производственных посевах со временем повышается. Коэффициент варьирования урожайности в среднем по

Посевные площади и урожайность сои в СССР

Показатель	1956—1960	1961—1965	1966—1970	1971—1975	1976—1980
Посевная площадь, тыс. га	407,95	828,83	852,06	850,10	810,55
Урожайность, т/га	0,43	0,48	0,63	0,56	0,65

СССР высокий (33,6) при связи урожайности с годом выращивания ниже средней ($r=0,468$). Коэффициент корреляции урожайности с годом выращивания на сортоиспытательных участках выше (0,663), чем в производственных посевах, а коэффициент варьирования урожайности (24) ниже, чем в производственных посевах. Тренды урожайности на сортоиспытательных участках более круто идут вверх во времени, чем в производственных посевах. Линии этих трендов не сближаются, параллельность хода нарушена. Годы с высокой урожайностью сои на сортоиспытательных участках и в производственных посевах совпадают не всегда (рис. 2.2).

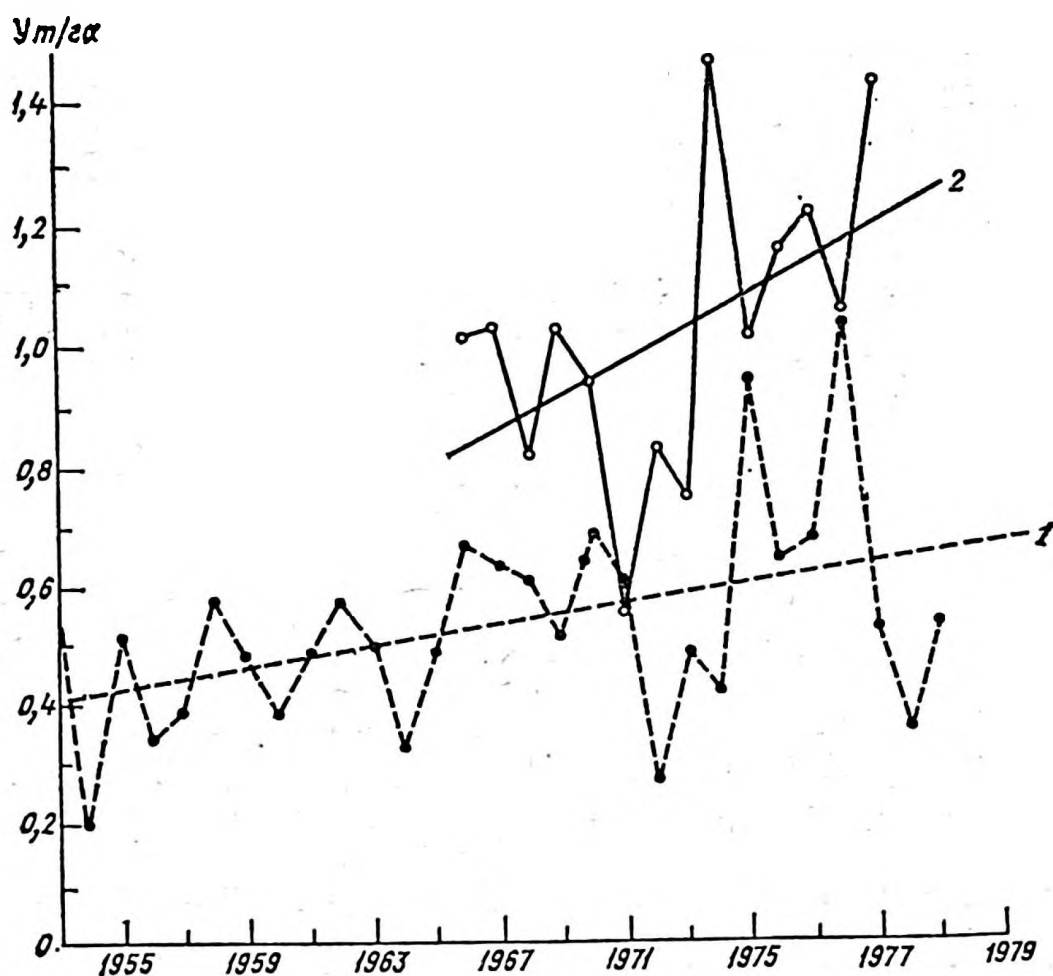


Рис. 2.2. Тренды урожайности сои в СССР в производственных посевах (1) и на сортоиспытательных участках (2).

Возрастание тренда урожайности любой культуры определяется введением новых высокопродуктивных сортов, передовой технологией выращивания, при которой обеспечивается наиболее выгодное использование почвенно-метеорологических условий поля. Нарушение одного из факторов прогресса приводит к изменению тренда урожайности.

Колебания урожайности сои по годам объясняются погодными условиями. Расхождение трендов урожайности на сортоиспытательных участках и в производственных условиях, несовпадение лет с высокой (низкой) урожайностью на тех и других показывают, что различие биологических особенностей растений (сорт) и приемов возделывания в совокупности приводят к разным результатам при одних и тех же условиях окружающей среды.

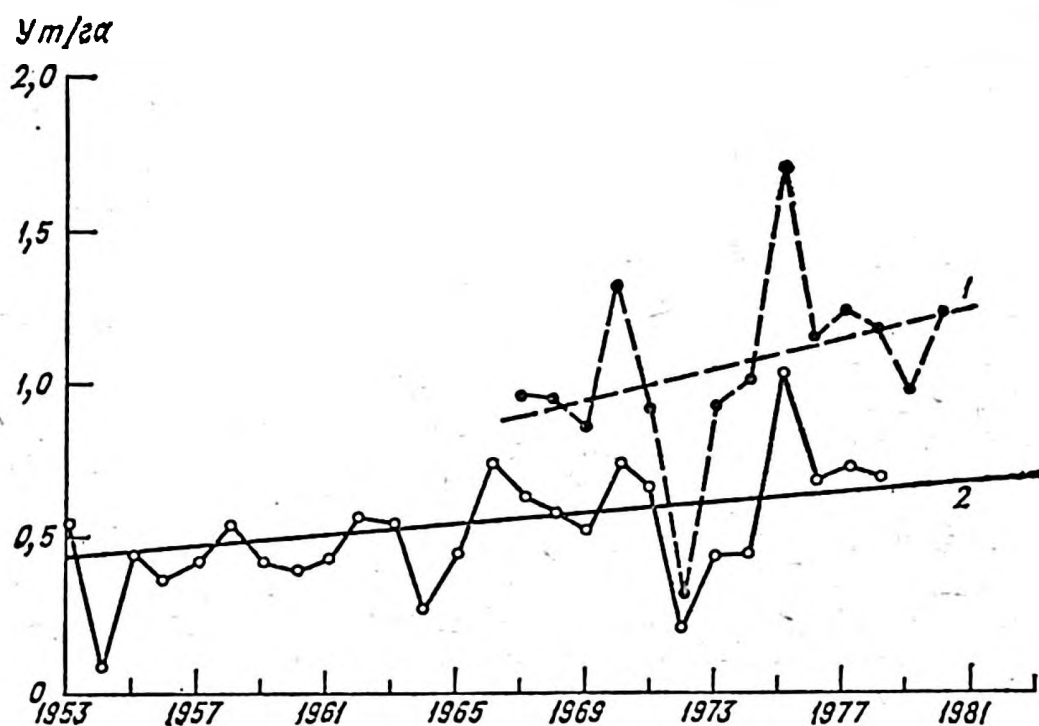


Рис. 2.3. Тренды урожайности сои в Амурской области на сортоиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2).

В Амурской области урожайность сои по сортоиспытательным участкам и в производственных посевах колеблется по-разному. Наименьшая разница отмечается в год как самой низкой урожайности (1972), так и в год наиболее высокой (1975). Прослеживается более рациональное использование благоприятных условий погоды на сортоиспытательных участках, чем в производственных посевах. Однако в годы крайне неблагоприятных метеорологических условий выявляется, что растения имеют почти одинаковые приспособительные свойства.

Высокая средняя урожайность сои на сортоиспытательных участках области, равная 1,7 т/га (1975 г.), наблюдалась один раз за 14 лет (1967—1980 гг.). В производственных посевах высокая урожайность (1,05 т/га) также отмечалась в 1975 г. (рис. 2.3), но уже один раз за 26 лет (1953—1978 гг.).

Коэффициенты корреляции урожайности с годом выращивания сои, показывающие ее изменчивость, на сортоиспытательных участках и в производственных посевах близки к средним (0,64 и 0,51).

Относительные цифры урожайности за 1967—1978 гг., если урожайность 1975 г. принять за 100 %, на сортоиспытательных участках составляют от 100 до 14,4 %, в производственных посевах за те же годы от 100 до 20 %, а за больший ряд лет (1953—1978 гг.) — от 100 до 9,5 %, т. е. они близки между собой и показывают, что имеются резервы увеличения урожайности сои.

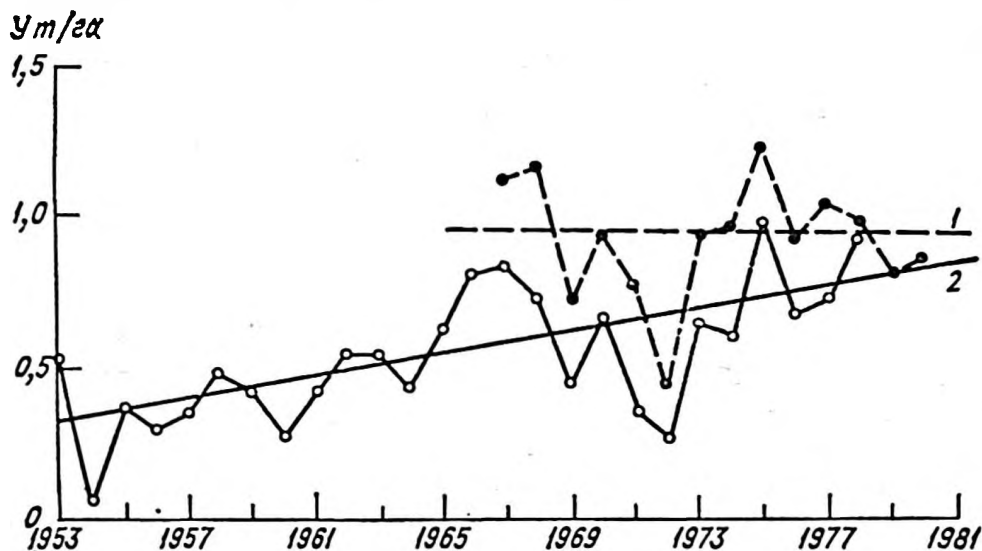


Рис. 2.4. Тренды урожайности сои в Хабаровском крае на сортоиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2).

В Хабаровском крае средняя урожайность сои на сортоиспытательных участках (0,44—1,22 т/га) и в производственных посевах (0,34—0,97 т/га) с 1967 по 1980 г. невысокая. В год наиболее высокой урожайности сои (1975) на сортоиспытательных участках (1,22 т/га) и в производственных посевах (0,97 т/га) различия составляют 0,25 т/га. Относительные цифры урожайности (1975 г. — за 100 %) показывают, что за 1967—1978 гг. низкий урожай на сортоиспытательных участках составлял 36 % высокого, а в производственных посевах 26 %. Коэффициент корреляции урожайности за период 1953—1978 гг. с годом выращивания сои на сортоиспытательных участках (0,58) ниже, чем в производственных посевах (0,72). Тренд урожайности на сортоиспытательных участках края за 1967—1980 гг. остается почти на одном и том же уровне (0,94 т/га). Роста урожайности сои практически нет, наоборот, есть некоторая тенденция к снижению. В производственных посевах урожайность сои ниже, чем на сортоиспытательных участках, но средняя линия, рассчитанная по уравнениям тренда, показывает, что от 1953 г. к 1978 г. урожайность возросла на 0,75 т/га (рис. 2.4).

Высокая урожайность в Хабаровском крае как на сортоиспытательных участках, так и в производственных посевах отмечается в один и тот же год (1975), низкая урожайность в общих случаях

была в 1972 г. Если колебания урожайности сои будут идти вдоль трендов, сложившихся в 1968—1978 гг., то в перспективе можно ожидать их сближения и равенства урожайности на сортоиспытательных участках края и в производственных посевах.

В Приморском крае анализ средней по краю урожайности сои за 1967—1980 гг. на сортоиспытательных участках и в производственных посевах показывает значительную разницу в темпах увеличения ее продуктивности (рис. 2.5). Наиболее высокая урожайность сои на сортоучастках (1,53 т/га) и в производственных посевах (0,97 т/га) отмечается в один год (1978); наиболее низкая — в 1974 г., при этом на сортоучастках она была ниже, чем в производственных посевах (соответственно 0,11 и 0,32 т/га).

В Приморском крае тренд урожайности сои в производственных условиях почти аналогичен тренду в Амурской области. Средняя урожайность сои на сортоиспытательных участках Приморского края в конце 60-х годов была ниже, чем в Амурской области и Хабаровском крае, а в конце 70-х — выше. Темпы роста урожайности в среднем по сортоиспытательным участкам значительно выше, чем в производственных посевах, между тем как между ними вполне возможен параллелизм.

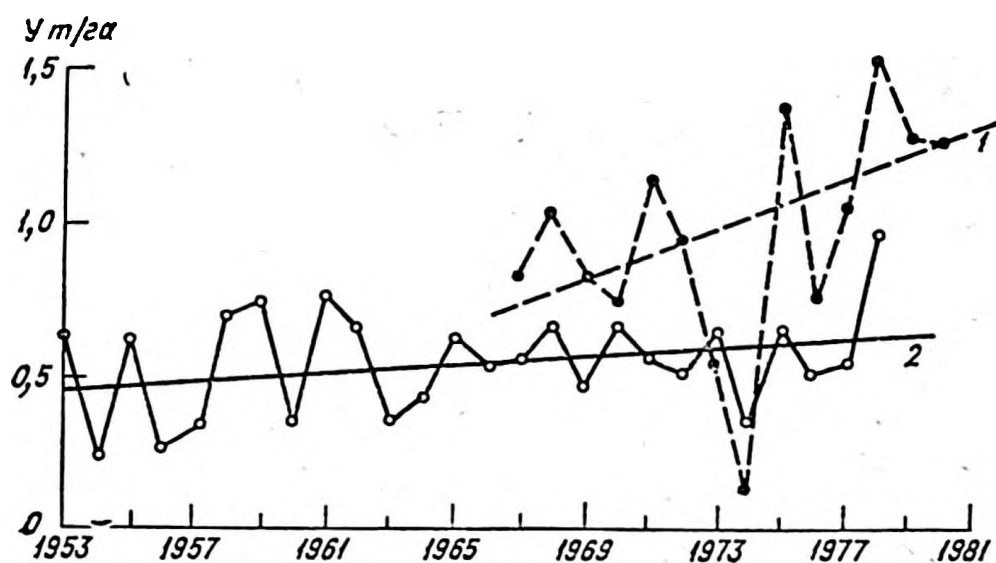


Рис. 2.5. Тренды урожайности сои в Приморском крае на сортоиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2).

Относительные цифры урожайности сои за 1967—1978 гг. показывают, что амплитуда изменчивости урожайности на сортоучастках, равная (100—7,2) %, и в производственных посевах Приморского края, составляющая (100—33) %, разная (рис. 2,6). Связь урожайности сои как на сортоучастках, так и в производственных посевах с годом выращивания имеет низкие коэффициенты корреляции (0,40—0,46), что свидетельствует о большой изменчивости урожайности.

Метеорологические условия Украинской ССР существенно отличаются от условий на территории Дальнего Востока и средняя линия или тренды урожайности в производственных посевах и на

сортиспытательных участках имеют свои особенности (рис. 2.7). Связь урожайности с годом выращивания на сортиспытательных участках и в производственных посевах высокая, r равен 0,92 и 0,86. Увеличение средней урожайности сои во времени четко выражено как на сортиспытательных участках, так и в производственных посевах, и тренды параллельны. Год высокой урожайности на сортиспытательных участках и в производственных посевах совпадает — 1976. На сортоучастках высокая урожайность впервые отмечалась в 1971 г., в производственных посевах за тот же ряд лет — в 1972 г., а за более длительный период — в 1961 г.

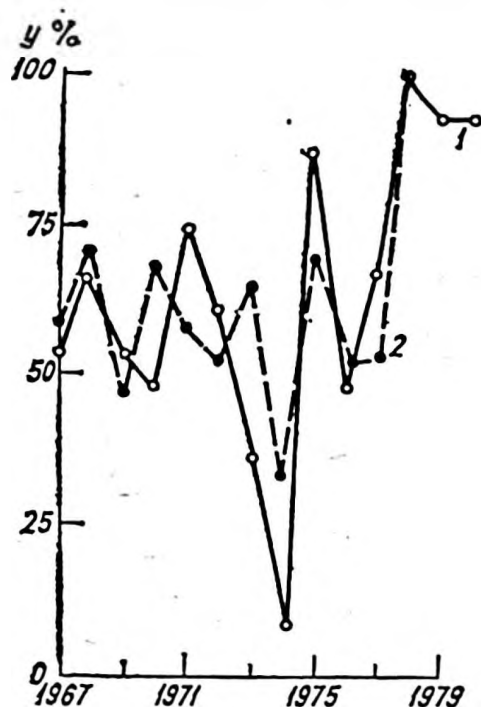


Рис. 2.6. Относительные значения урожайности (%) в Приморском крае на сортиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2). За 100 % принята урожайность 1978 г.

Относительные цифры показывают, что низкая урожайность на сортиспытательных участках (0,87 т/га — в 1971 г.) составляет 53 % высокой (1,62 т/га — в 1976 г.); в производственных посевах за тот же период она равна 44 % (0,49 т/га в 1972 г. и 1,10 т/га — в 1976 г.).

Коэффициент варьирования урожайности высокий (36,8) в производственных условиях и несколько ниже (18,5) на сортиспытательных участках. Годы с экстремальной урожайностью повторяются 1—2 раза в 10—15 лет.

В Молдавской ССР средняя урожайность сои на сортиспытательных участках и в производственных посевах колеблется около восходящей прямой. В производственных условиях средняя линия урожайности за период 1967—1980 гг. повышается от 0,76 до 0,98 т/га, на сортиспытательных участках за то же время — от 1,44 до 1,66 т/га. За период 1967—1980 гг. темпы среднего годового повышения

урожайности сои как в производственных посевах, так и на сортиспытательных участках были одинаковыми (0,017—0,018 т/га), но отсчет начался от разных уровней: 0,76 и 1,44 т/га.

Наибольший урожай сои был в 1972 г., на сортиспытательных участках он составлял 2,01 т/га, в производственных посевах 1,04 т/га. Близкой к 1972 г. была урожайность сои в 1970 г., но в производственных посевах она составляла 98 % от урожайности 1972 г. (1,0 т/га), а на сортиспытательных участках 85 % (1,69 т/га). Относительные цифры урожайности за 1967—1980 гг. показывают, что низкие ее значения в производственных посевах составляют 70 %, на сортиспытательных участках 67 %, т. е. наблюдается один и тот же тип реакции на изменения внешних условий.

Коэффициент вариации урожайности сои по годам разный: на сортоиспытательных участках — меньше (13,8), в производственных посевах — больше (19,6). Связь между урожайностью и годом выращивания, наоборот, на сортоиспытательных участках ниже (0,33), в производственных посевах выше (0,75).

Годы с низкой урожайностью на сортоиспытательных участках и в производственных посевах разные: 1968 и 1965 соответственно (рис. 2.8). Урожайность от наибольших значений (2,01 и 1,04 т/га в 1972 г.) соответственно составляла 55 и 49 %. Разницу урожайности в один и тот же неблагоприятный год можно объяснить только различиями технологии возделывания. В одном случае она была направлена на преодоление неблагоприятных метеорологических условий более удачно, в другом — менее.

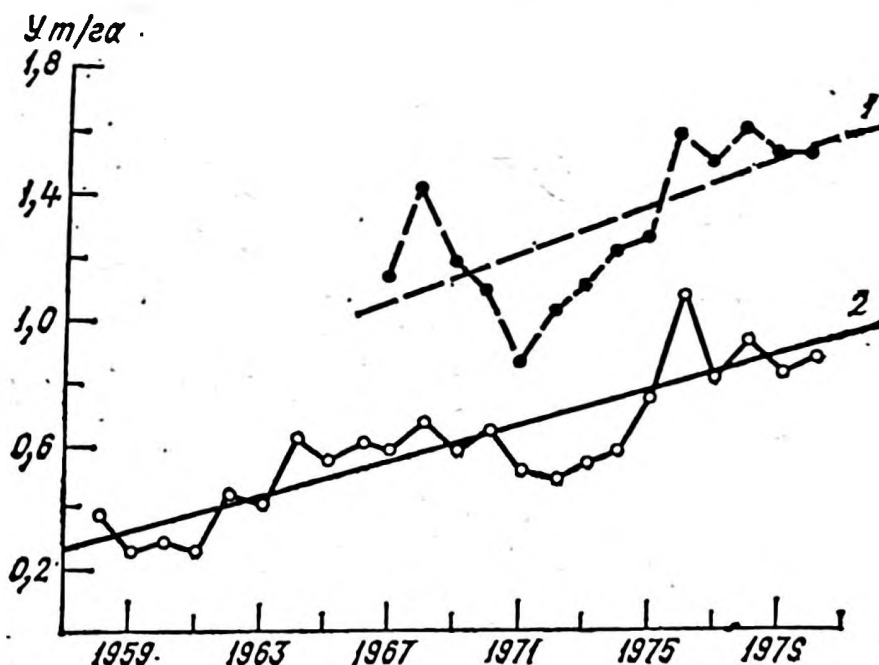


Рис. 2.7. Тренды урожайности сои в Украинской ССР на сортоиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2).

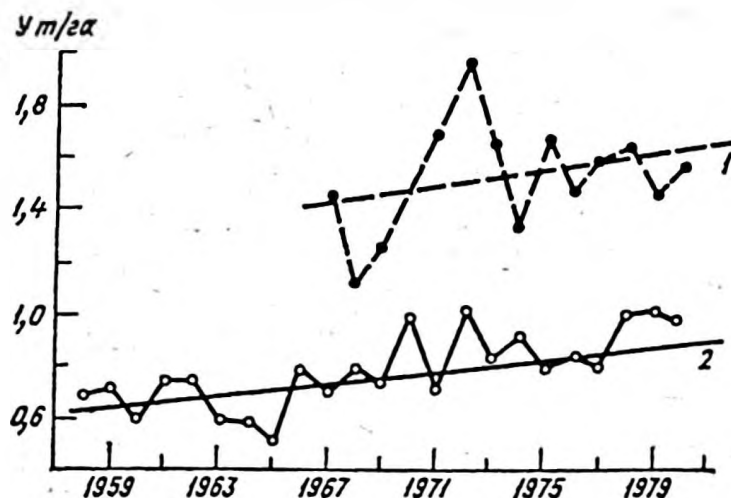


Рис. 2.8. Тренды урожайности сои в Молдавской ССР на сортоиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2).

В Краснодарском крае урожайность сои в среднем по краю в производственных условиях и на сортоиспытательных участках показывает большую изменчивость по годам и разную направленность общего хода. Связано это с тем, что на сортоиспытательных участках резко выделился по урожайности 1967 г. Из-за экстремально высокой урожайности сои в 1967 г. тренд ее идет как бы с понижением, а в производственных условиях, наоборот, — с повышением (рис. 2.9).

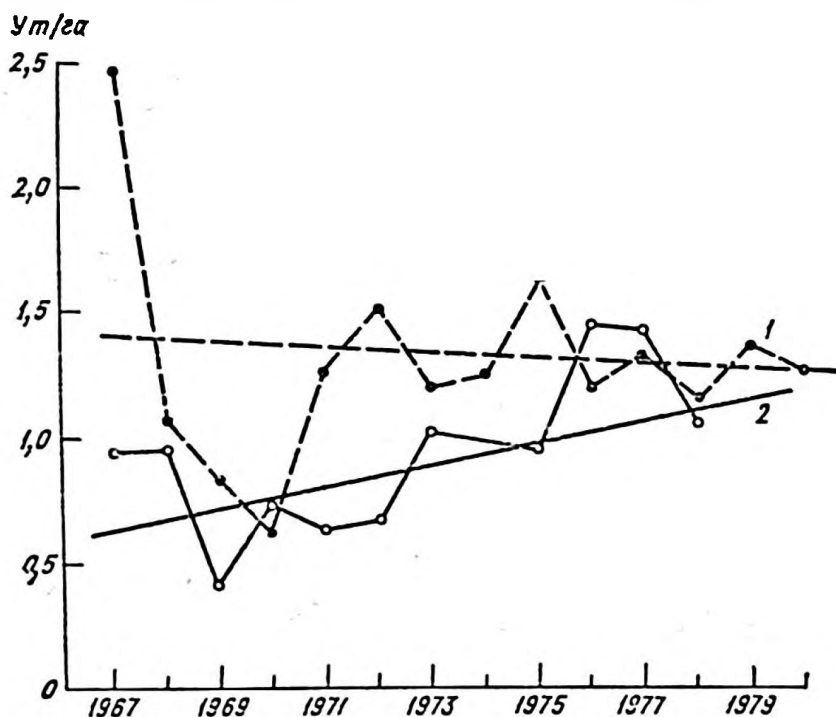


Рис. 2.9. Тренды урожайности сои в Краснодарском крае на сортоиспытательных участках (1) и в производственных посевах (2).

Годы самых высоких, как и самых низких урожаев на сортоиспытательных участках и в производственных посевах разные. За один и тот же период наблюдений (1967—1978 гг.) год самого высокого урожая (2,47 т/га) на сортоиспытательных участках края — 1967, в производственных условиях — 1976 (1,46 т/га). Годы низких урожаев: на сортоучастках (0,63 т/га) — 1970, в производственных посевах (0,4 т/га) — 1969. По наблюдениям за более длительный период, самый низкий урожай сои в производственных посевах (0,16 т/га) был в 1957 г. Урожайность сои, выраженная в процентах от самого высокого значения, показывает, что изменчивость ее за период 1967—1978 гг. в среднем по сортоиспытательным участкам достигает 25 %, в производственных посевах 27 % (рис. 2.10).

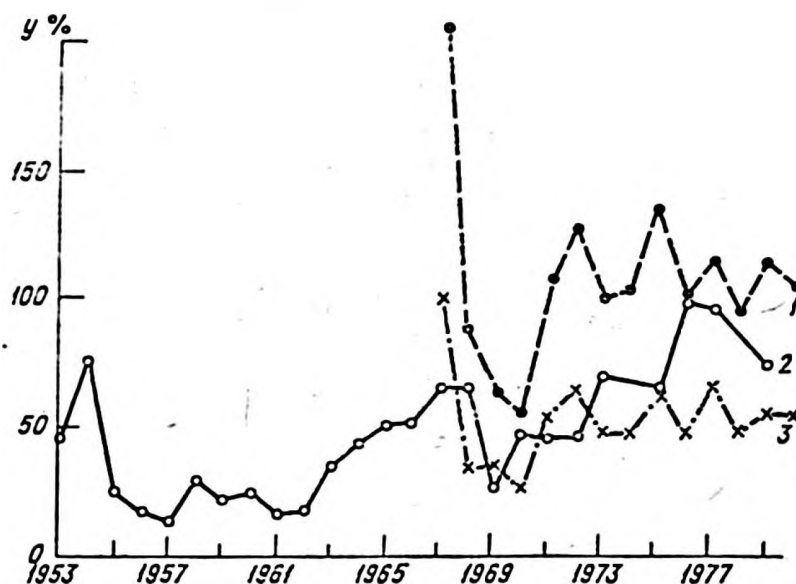
Связь урожайности сои с годом выращивания на сортоиспытательных участках практически отсутствует из-за того, что очень высокое значение урожайности (2,47 т/га) в 1967 г. создает уклон средней линии в сторону понижения к 1981 г. В производственных условиях связь урожайности с годом выращивания сои выше средней ($r=0,61$), а уравнение связи фиксирует возрастание значений урожайности от 1953 к 1978 г. Если из урожайности сои за период 1967—1978 гг. в условиях сортоиспытания исключить 1967 г., то

связь с годом выращивания увеличивается и выявляется параллельность трендов урожайности сои в крае.

Урожайность любой культуры в производственных условиях не может быть равна урожайности на сортоиспытательных участках, расположенных в том же районе, из-за существенной разницы в технологии выращивания. Но имеются данные отдельных хозяйств, убедительно свидетельствующие о том, что знание влияния технологии возделывания на продуктивность растений в производственных условиях дает хорошие результаты. При соответствующем уходе за растениями тренды урожайности в производственных условиях и на сортоиспытательных участках могут быть параллельными с небольшой разницей между ними.

Рис. 2.10. Относительные значения урожайности сои в Краснодарском крае.

1 — на сортоиспытательных участках (за 100 % принята урожайность 1967 г.); 2 и 3 — в производственных посевах (2 — за 100 % принята урожайность 1967 г., 3 — за 100 % принята урожайность 1976 г.).



В последние годы американские ученые много внимания уделяют изучению чувствительности сои к переменным условиям погоды в зависимости от разной технологии возделывания и качества семян. Устанавливаются зональные типы возделывания сои. Этим направлениям у нас в стране также уделяется большое внимание. Но для наших климатических условий постоянным вопросом является улучшение приспособительных свойств сортов и их адаптивного потенциала. У вводимых в производство сортов очень важно знать различия их приспособительных свойств, так как только наиболее приспособленные сохраняют высокую урожайность в правильно выбранной для возделывания почвенно-климатической зоне.

Для выявления адаптивного потенциала сортов сои изучаются метеорологические условия в годы с экстремальной урожайностью. При этом условия произрастания не только анализируются, но и сравниваются с метеорологическими условиями в центрах формирования сои. В качестве главного фактора принята температура воздуха, так как она не только определяет всю жизнедеятельность растений, но менее других факторов может быть изменена человеком.

2.3. Метеорологические условия в экстремальные по урожайности годы

О наследовании растениями сои потребностей в тепле (температуре воздуха) известно немного, поскольку генетические исследования термоадаптации, как пишет А. А. Жученко [51], практически не проводились. Но некоторые данные все-таки указывают на генетическую обусловленность термоадаптации растений. Представляет интерес совпадение температуры воздуха в год с высокой урожайностью сои с температурой (90 %-ной обеспеченности), при которой в исходных формах могла закрепиться адаптация к этому фактору.

В селекции отечественных сортов большой удельный вес занимают Китайский, Славянский, Корейский, Маньчжурский, Индийский подвиды. Но особое место среди них принадлежит Маньчжурскому подвиду. Он отличается повышенной маслинчатостью, средним содержанием белка, крупносемянностью, высоким прикреплением бобов и хорошей продуктивностью. Температурные характеристики в ареале распространения именно этого подвита представляют наибольший интерес для сравнения с температурами в годы экстремальной урожайности.

В среднем по Амурской области наибольший урожай сои был в 1975 г. Начиная от посева сои в конце мая и до октября отчетливо видна аналогичность хода средней за декаду температуры воздуха по станции Благовещенск и температуры 90 %-ной обеспеченности по станции Аньшань (Северо-Восточный Китай). В год с низкой урожайностью сои (1972) между температурой по станциям Благовещенск и Аньшань наибольшие различия отмечались в начальный период. В этот период замедление скорости прорастания сои сказывается на затенении междурядий, что приводит к усилению роста сорняков.

Совпадение температуры воздуха в год высокого урожая с температурой 90 %-ной обеспеченности в центре образования исходных форм дает основание считать, что потребности растений в температуре воздуха являются глубоко закрепленным свойством и сохраняются на протяжении многих поколений. Сорта сои обладают способностью формировать высокие урожаи только при определенной длительности периода с температурой выше 15 °С. В ареале формирования Маньчжурского подвита этот период составляет 100—120 дней. В год (1975) высокого урожая в Амурской области продолжительность периода с температурой 19—22 °С была 90 дней, в год низкой урожайности — 20 дней.

В год высокой урожайности сои связь температуры воздуха с осадками примерно та же, что и в центрах формирования исходных форм, т. е. в ответственные периоды развития (ветвление, цветение, плодообразование) количество осадков увеличивается с ростом температуры. В год низкой урожайности, наоборот, количество осадков увеличивается параллельно снижению температуры (особенно в июне и августе).

Температура воздуха в год высокого урожая сои в Хабаровском крае (1975) лежала в полосе температур 90 %-ной обеспеченности в ареалах формирования Маньчжурского, Китайского и Корейского подвидов. Сорта сои, высеваемые в крае, имеют несколько иной адаптивный потенциал, чем сорта Амурской области. Температура воздуха в год высокого урожая в течение почти 100 дней держалась на оптимальном для сои уровне (19—23 °С). Осадки не имели резких колебаний и в основном составляли 20—35 мм в декаду, за исключением первой декады августа (59 мм) и последней декады сентября (74 мм).

Изменения температуры воздуха и осадков для успешного роста растений должны быть связаны между собой. Можно думать, что именно отсутствие такой связи в 1972 г. было причиной низких значений урожайности как на сортоиспытательных участках (1,21 т/га), так и в производственных посевах (0,97 т/га).

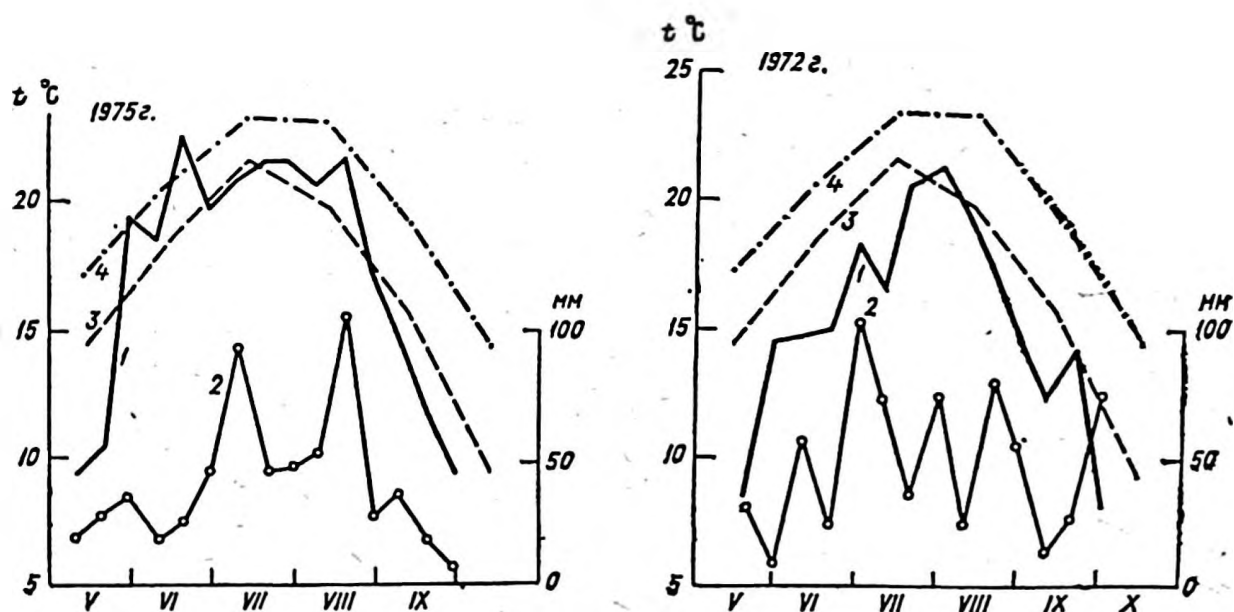


Рис. 2.11. Температура воздуха (1) и осадки (2) в годы высокого (1975) и низкого (1972) урожая сои в Амурской области и температура 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (3) и Центральной (4) климатических провинциях Китая.

Ход температуры воздуха в год низкой урожайности сои (1972) резко отличался от ее хода в 1975 г. (рис. 2.11). Период с температурой воздуха 19—23 °С длился 25 дней, большую часть периода (11 декад) температура составляла 10—15 °С. Примерно для половины периода вегетации сортов сои в год низкого урожая прослеживалась четкая обратная связь между температурой воздуха и осадками: чем ниже температура воздуха (14,4 °С), тем было больше осадков (93 мм) и, наоборот, при температуре 21—23 °С осадки составляли 13—18 мм. Одновременное неблагоприятное сочетание двух факторов (осадков и температуры) является очень сильным отрицательным импульсом и ведет к заметному снижению урожайности сои.

Приморские сорта отличаются от сортов Амурского и Хабаровского края. В начальный период развития адаптивный потенциал приморских сортов ниже, чем у Маньчжурского подвида, в репродуктивный период выше и приближается к адаптивному потенциалу Корейского и Китайского подвидов (рис. 2.12).

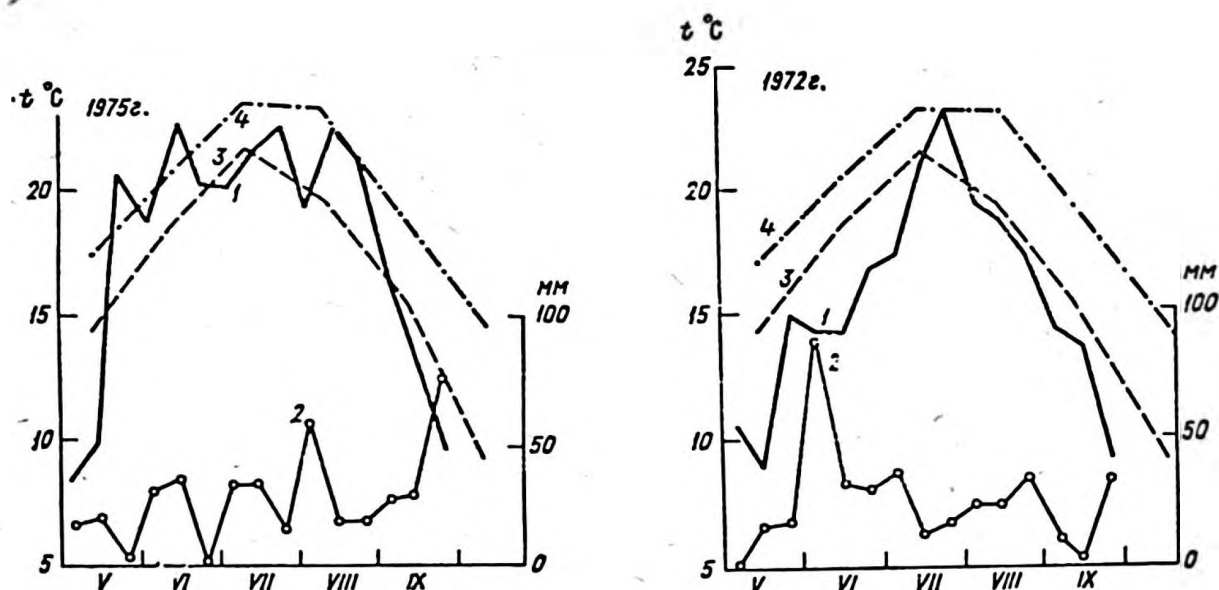


Рис. 2.12. Температура воздуха (1) и осадки (2) в годы высокого (1975) и низкого (1972) урожая сои в Хабаровском крае и температура 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (3) и Центральной (4) климатических провинциях Китая.

Ход температуры воздуха и осадков в год высокого урожая сои (1978) в Приморском крае имеет свои особенности. В третьей декаде июля средняя декадная температура воздуха достигала 25°C , а осадки за две декады августа 63—85 мм. Год отличался совпадением обилия тепла и влаги во время цветения и образования плодов сои. За восемь декад вегетационного периода (июнь — сентябрь) прослеживается прямая связь температуры воздуха с осадками. Такое совпадение в природных условиях края встречается не часто, поэтому в большинстве случаев урожайность сои составляет 40—60 % максимальной.

В год низкой урожайности сои (1974) ход температуры воздуха и осадков был характерным для Приморского края. С повышением температуры ($20\text{—}23^{\circ}\text{C}$) количество осадков уменьшалось (июль — август), и наоборот, при понижении температуры в июне ($13\text{—}15^{\circ}\text{C}$) количество осадков увеличивалось (126—138 мм в декаду), т. е. в 1974 г. связь между температурой воздуха и осадками в основной период вегетации сои (8 декад) была обратной, а не прямой, как в высокоурожайном 1978 г.

В годы высокой урожайности сои в Украинской ССР температура воздуха близка к температуре воздуха в ареале формирования Маньчжурского подвида и отклоняется от температуры в ареале формирования Китайского и Корейского подвидов. Это отмечается по данным как производственных посевов, так и сортоиспы-

тательных участков. Совпадение температуры воздуха в годы высокой урожайности сои с тем же фактором (при 90 %-ной обеспеченности) в ареале исходных форм дает основание считать, что соя на территории СССР растет при более низких температурах. Поэтому требуется максимальное соблюдение правил агротехники, чтобы свести к минимуму отрицательное действие недостатка тепла.

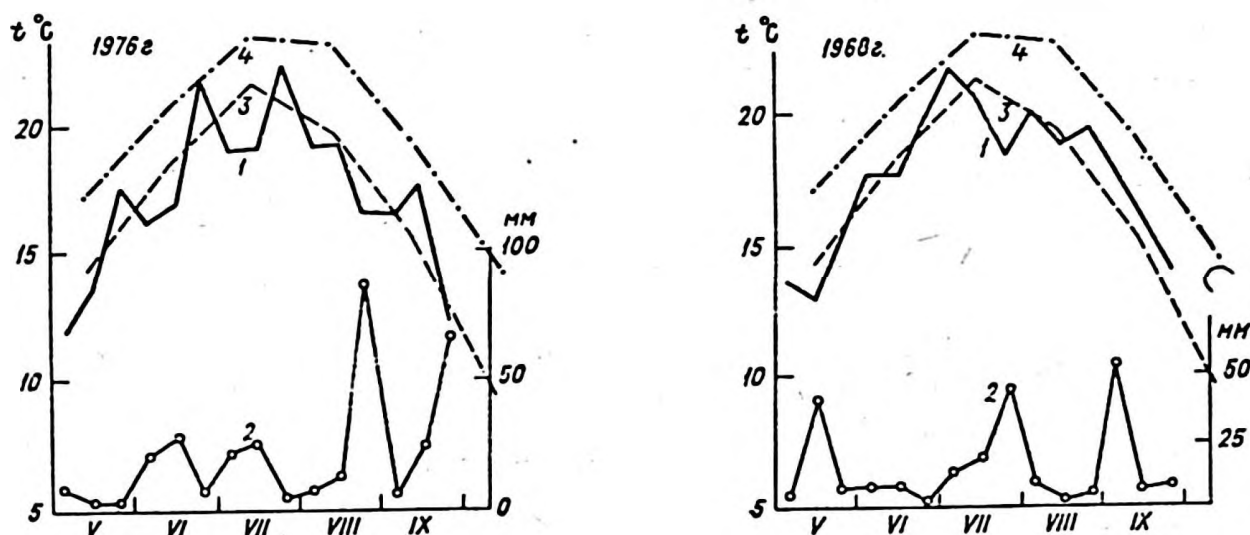


Рис. 2.13. Температура воздуха (1) и осадки (2) в годы высоких (1976 и 1968) урожаев сои в Украинской ССР и температура 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (3) и Центральной (4) климатических провинциях Китая.

В год высокого урожая сои на Украине период с оптимальными температурами воздуха ($17\text{--}23^\circ\text{C}$) длился почти 120 дней. Во время формирования вегетативной массы (первая и вторая декады июня), перед цветением (в июле) и во время образования плодов (в конце августа) соотношение температуры воздуха и осадков было оптимальным (рис. 2.13). Год с низкой урожайностью сои отличался тем, что перед цветением на длительное время (35—40 дней) установилась высокая температура воздуха ($23\text{--}26^\circ\text{C}$) при очень малых осадках (1—11 мм в декаду). Такое сочетание тепла и влаги резко изменило скорость фотосинтеза, сказалось на характере продуктов, образуемых при фотосинтезе, на расходовании ассимилятов и привело к снижению урожайности.

В Молдавской ССР в год с высокой урожайностью сои отмечается аналогия температуры воздуха с температурой в ареалах формирования Маньчжурского, Китайского и Корейского подвигов. Адаптивный потенциал, очевидно, соответствует условиям формирования исходных форм в Северо-Восточном Китае и в центральной части Восточного Китая (рис. 2.14). В июне—июле были отклонения температуры воздуха от тех, при которых складывался адаптивный потенциал сои. Сорты Молдавской ССР, очевидно, имеют хорошо развитые восстановительные функции. Год с высокой урожайностью сои в Молдавской ССР отличался большей

продолжительностью периода с температурой 15—25 °С (90 дней). В отдельные декады наблюдалась прямая связь температуры воздуха с осадками.

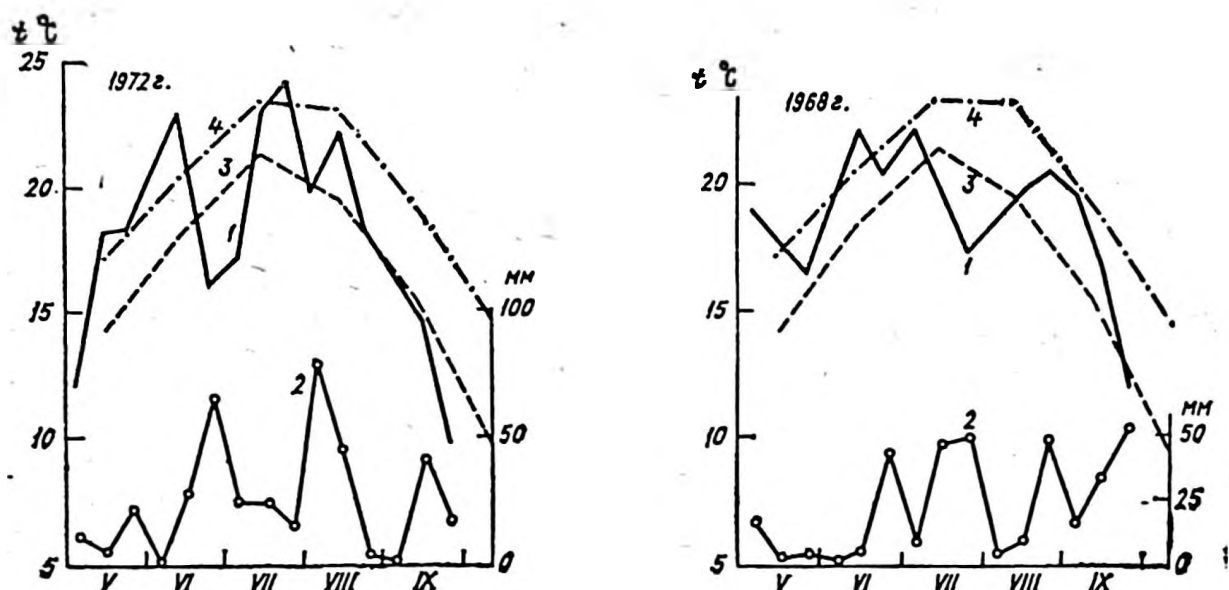


Рис. 2.14. Температура воздуха (1) и осадки (2) в годы высокого (1972) и низкого (1968) урожая сои в Молдавской ССР и температура 90%-й обеспеченности в Северо-Восточной (3) и Центральной (4) климатических провинциях Китая.

В Краснодарском крае ход температуры воздуха в годы высоких урожаев сои (1967, 1976) имеет сходство с ходом температуры 90 %-ной обеспеченности в ареалах формирования Маньчжурского, Китайского и Корейского подвидов. При этом в начальный период развития (май—июнь) больше сходства с температурой в ареале формирования Маньчжурского подвида, в периоды цветения, образования плодов и созревания — с температурой в ареале Китайского и Корейского подвидов (рис. 2.15).

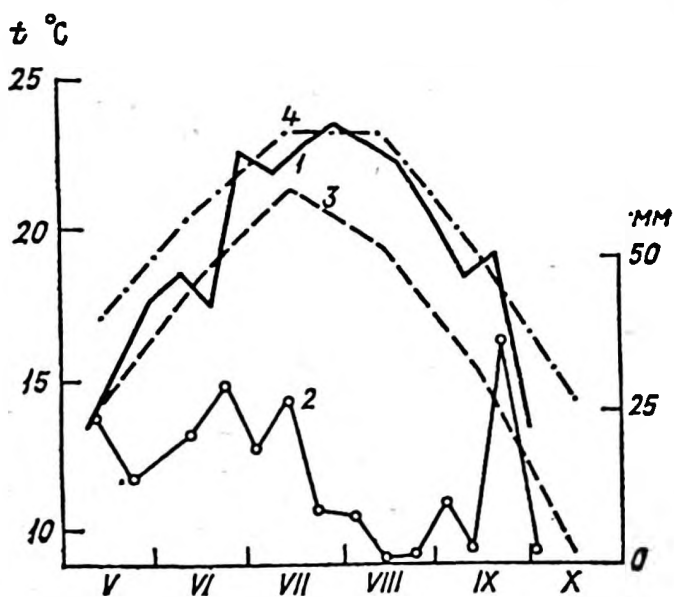


Рис. 2.15. Температура воздуха (1) и осадки (2) в год высокого (1976) урожая сои в Краснодарском крае и температура 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (3) и Центральной (4) климатических провинциях Китая.

Температуры воздуха в годы низких урожаев сои на сортоиспытательных участках Краснодарского края (0,63 т/га — в 1970 г.) и в производственных посевах (0,16 т/га — в 1957 г.) значительно различаются между собой. В 1957 г. наблюдались высокие температу-

ры воздуха (25—27 °С в среднем за декаду) с конца июня до начала августа при отсутствии дождей. В течение самых ответственных фаз развития сои — ветвления, цветения и образования плодов — стояла жаркая, сухая погода. В 1970 г. высокие температуры воздуха (25—26 °С) в июле сочетались с отсутствием осадков, а пониженные температуры (15—18 °С) в конце мая — начале июня — с избыточным количеством влаги (121 мм в первую декаду июня).

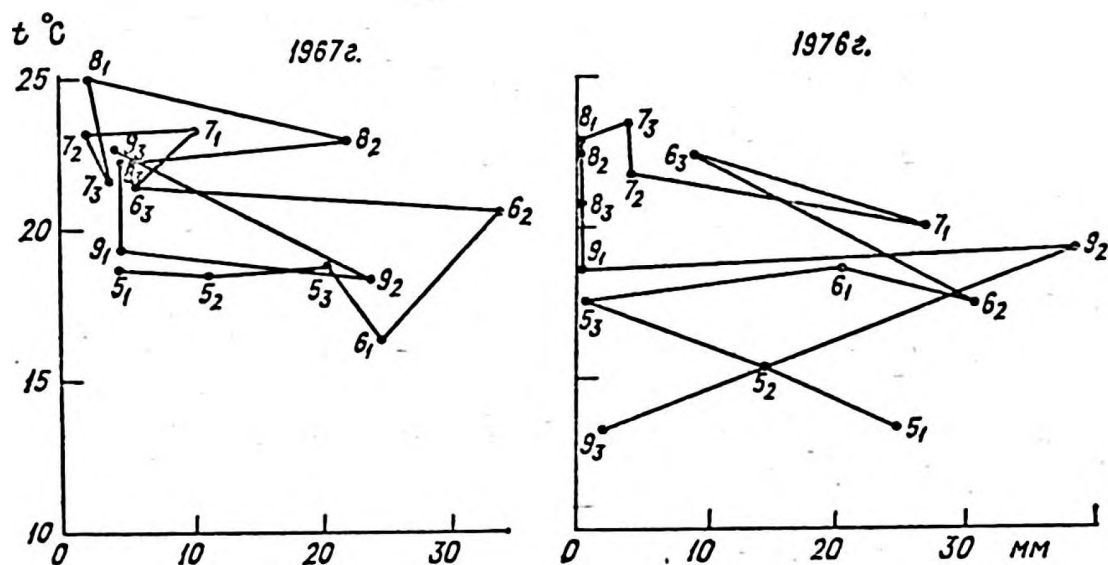


Рис. 2.16. Связь температуры воздуха с осадками в годы высоких урожаев сои на сортоиспытательных участках (1967) и в производственных посевах (1976) Краснодарского края.

Метеорологические условия в нашей стране в отличие от стран, где расположены центры формирования сои, отличаются значительно большей вариабильностью (рис. 2.16). При последовательном коррелировании температуры воздуха в июле с интервалом между параллельными значениями от 6 ч до 5 суток коэффициенты связи очень низкие. Во Владивостоке, например, между температурами, различающимися по времени на 108 ч (4 суток 12 ч), коэффициент корреляции равнялся 0,03, в Москве при интервале 102 ч он равен 0,01 и т. д. (табл. 2.5). Высокие коэффициенты корреляции (0,71—0,79), показывающие хорошую связь между температурами воздуха, в одном месяце наблюдаются редко.

Малую вероятность лет с экстремально высокой урожайностью сои в СССР (1—2 раза в 10—15 лет) и большие ее колебания по годам следует считать результатом большой чувствительности сои к изменениям температуры воздуха, так как для центров ее происхождения характерна малая изменчивость метеорологических условий.

У отечественных сортов сои реакция на температуру воздуха в какой-то степени изменена в сторону ее снижения, т. е. имеются определенные достижения по снижению адаптивного потенциала. Так же изменена реакция на длину дня: высокие урожаи сои вероятны при 17—18-часовом дне. Но эти свойства у сортов сои

Таблица 2.5

Коэффициенты корреляции между температурой воздуха в разное время в июле
(сдвиг от 6 ч до 5 сут)

Сдвиг, ч	Владивосток	Москва	Волгоград	Сдвиг, ч	Владивосток	Москва	Волгоград
6	0,53	0,52	0,56	66	0,28	0,17	0,03
12	0,25	0,12	0,46	72	0,54	0,50	—0,01
18	0,46	0,45	0,40	78	0,26	0,11	—0,02
24	0,71	0,79	0,36	84	0,07	—0,25	—0,02
30	0,37	0,37	0,25	90	0,26	0,08	—0,05
36	0,14	—0,02	0,21	96	0,51	0,41	—0,05
42	0,33	0,31	0,16	102	0,23	0,02	—0,04
48	0,59	0,63	0,13	108	0,03	—0,34	—0,02
54	0,29	0,23	0,05	114	0,22	—0,01	—0,01
60	0,09	—0,15	0,04	120	0,48	0,33	—0,01

поддерживаются и сохраняются только при непрерывном и тщательном контроле за качеством семян и соблюдением технологии возделывания. Как только технология возделывания и качество семян перестают поддерживать ценные селекционные свойства, так сорта сои уклоняются от достигнутого селекцией улучшения в сторону исходных форм. Созданные в сортах сои ценные приспособительные свойства опираются, как видно, на небольшие отклонения от исходных форм, и в отдельных хозяйствах, где они поддерживаются агротехническими приемами, соя дает высокие урожаи (до 3,5 т/га), а в массовом производстве, где такое поддержание ценных свойств сои не всегда обеспечивается, высокие урожаи наблюдаются лишь при условиях, близких к условиям в ареалах формирования подвидов, к которым принадлежит возделываемый сорт.

Об этом свидетельствует средняя урожайность на больших площадях в отдельных хозяйствах. В опытном хозяйстве «Терезино» Украинского НИИ разведения и осеменения крупного рогатого скота ежегодно получают высокие урожаи сои [116]: в среднем за 15 лет они равны 1,8 т/га, а в 1979 г. — 2,1 т/га. Это возможно только при условии поддержания агротехническими приемами возделывания ценных селекционных свойств сортов (Терезинская 24, Белоснежка и др.).

Сопоставление метеорологических условий в экстремальные по урожайности сои годы с условиями в ареалах происхождения исходных форм показывает, что новые сорта сохраняют связь с исходными формами. Активные биологические процессы в растениях, при которых возможна высокая урожайность, проявляются при условиях, близких и равных условиям в центрах происхождения исходных форм.

Окружающая среда в известной мере диктует условия, при которых наиболее вероятна экстремальная урожайность. В этом плане экологический подход к изучению сорта представляет интерес как для рационального районирования сортов с учетом их требований к условиям среды, так и для подбора исходных форм. По-

этому поиски исходных форм сои для территории СССР нужно вести с учетом климатических условий в ареалах формообразования и селекции культуры.

Приспособительные свойства растений проявляются не только в конце жизненного цикла растений — в урожайности, они прослеживаются и через особенности биологии растений. Каждый сорт сои индивидуален.

Изучение метеорологических условий происхождения сортов и накопление экологических сведений о них позволяет селекционерам создавать сорта, хорошо приспособленные к новым условиям выращивания. Появление таких сортов сои стало основой расширения экономически выгодных ареалов возделывания этой культуры и увеличения валового выхода ценного растительного белка. Дальнейшее изучение экологии и происхождения сортов может помочь выяснить их потенциальные возможности в разных климатических условиях и способствовать дальнейшему прогрессу селекции по созданию высокоурожайных и комплексно устойчивых сортов.

3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОИ

3.1. Рост вегетативных органов

Адаптивная способность живых организмов к условиям окружающей среды проявляется в таких признаках, как изменчивость темпов роста в период вегетации и окончательных размеров растения в разные годы (В. И. Вернадский, С. С. Шварц [139]).

Со времен Ю. Сакса известно, что рост вегетативных органов растений подчиняется закону S-образного хода кривой (В. Н. Любименко [75]). Средние значения роста вегетативных органов при этом могут служить основой для установления величины отклонений в отдельные годы. Чем больше отклонения, тем хуже адаптивная способность у растений и, наоборот, сохранение закономерных темпов роста в разные годы можно считать признаком устойчивости сорта к переменным условиям среды.

На Майкопской опытной станции ВИР (МОСВИР) в 1961—1972 гг. было проведено изучение роста в высоту растений сои четырех сортов: Кормовая 28 (позднеспелый), Кубанская 276 и Чиа-турская местная (среднеспелые), сорт шведского происхождения 856-3-34 (раннеспелый). Различия в высоте растений сои по годам хорошо видны на примере сорта Кубанская 276. В 1966 г. высота растений достигала 86,6 см, в 1971 г. она была почти на 30 см меньше (60,7). Различалась также и динамика прироста стебля в высоту. Обычно темп прироста увеличивается со временем, например, в начале периода вегетации у сорта Кубанская 276 в 1972 г. прирост составлял 0,48 см в сутки, в конце 0,94 см в сутки. В те-

чение всего периода вегетации прирост стебля меняет свои темпы, например, в 1972 г. от 16 до 21 июля он составлял 2,8 см в сутки, от 26 до 31 июля — уже 1,0 см; в 1971 г. от 12 до 17 июля 0,64 см, от 27 июля до 1 августа 2,92 см в сутки (табл. 3.1).

Скорость роста листовой поверхности, так же как и роста стебля, очень неравномерна. У разных по скороспелости сортов отмечаются большие различия площади листьев. Максимальная площадь листьев у позднеспелого сорта Кормовая 28 составляет 5599 см² на 1 растение, у раннеспелого сорта 856-3-34 она равна 1008 см², т. е. почти в 6 раз меньше. У одного и того же сорта сои максимальная поверхность листьев в разные годы возделывания (1966—1971) тоже различна (табл. 3.2). Максимум площади листьев отмечается в разные сроки. За 6 лет опытов (1966—1971) значения максимума площади листьев у сорта Кубанская 276 составляли 4691 см² в 1966 г. (к 27 июля) и 2605 см² в 1971 г. (к 4 августа).

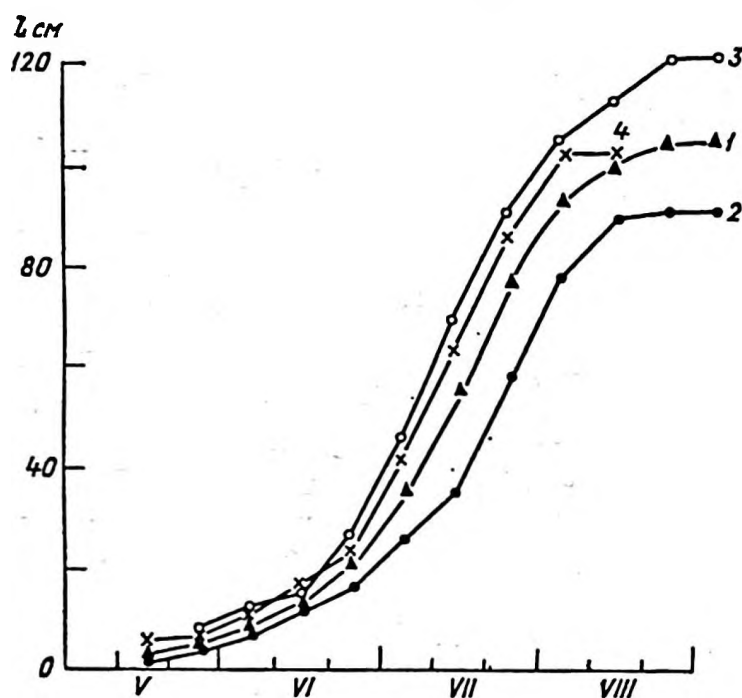


Рис. 3.1. Динамика роста сои сорта Кормовая 28 в высоту.

1 — среднее за 1964—1966 гг., 2 — 1964 г., 3 — 1965 г., 4 — 1966 г.

Сравнение кривых роста стебля, построенных по данным, осредненным за ряд лет, с кривыми роста в отдельные годы показывает, что для тех и других случаев у сортов сои сохраняется S-образный ход кривых роста. Только та плавность, которая характерна для кривых, построенных по средним значениям, в конкретном году выражена менее четко (рис. 3.1). S-образная кривая роста площади листьев у тех же сортов сои более изменчива по годам. И если ежегодное различие роста в высоту есть небольшое видоизменение единства, т. е. основы этого признака, то по росту площади

Таблица 3.1

Динамика роста стебля l (см) у сорта Кубанская 276, МОСВИР

1966		1967		1968		1969		1970		1971		1972	
дата	l	дата	l	дата	l	дата	l	дата	l	дата	l	дата	l
6 VI	5,8	27 V	5,7	27 V	6,2	27 V	4,6	2 VI	5,2	3 VI	6,7	1 VI	6,5
15 VI	7,2	7 VI	6,7	6 VI	8,2	7 VI	8,5	12 VI	7,3	13 VI	9,3	11 VI	11,3
20 VI	8,8	19 VI	12,0	11 VI	10,8	12 VI	11,0	22 VI	14,3	23 VI	16,0	16 VI	13,3
25 VI	11,2	28 VI	21,7	17 VI	15,3	17 VI	13,3	2 VII	25,3	2 VII	22,7	21 VI	15,7
5 VII	21,4	8 VII	30,3	27 VI	19,7	29 VI	24,0	12 VII	42,0	7 VII	25,3	31 VI	25,7
9 VII	26,0	18 VII	43,3	7 VII	31,0	10 VII	35,7	22 VII	50,0	12 VII	28,0	6 VII	32,0
15 VII	35,8	28 VII	56,3	12 VII	38,7	15 VII	40,2	31 VII	59,3	17 VII	31,2	11 VII	39,3
20 VII	42,4	7 VIII	72,0	17 VII	50,3	20 VII	44,7	3 VIII	61,0	22 VII	37,5	16 VII	49,3
25 VII	48,8	17 VIII	79,0	22 VII	54,0	25 VII	50,8	7 VIII	62,0	27 VII	47,7	21 VII	63,3
30 VII	56,8	27 VIII	79,0	27 VII	56,3	31 VII	57,2	12 VIII	64,7	1 VIII	59,3	26 VII	71,0
5 VIII	68,2			2 VIII	59,7	5 VIII	62,7	17 VIII	64,7	6 VIII	60,3	31 VII	76,0
10 VIII	76,4			7 VIII	63,0	10 VIII	64,3			11 VIII	60,7	5 VIII	81,0
20 VIII	85,6			12 VIII	65,0	15 VIII	64,8			16 VIII	60,7	10 VIII	85,7
25 VIII	85,6			17 VIII	76,3	20 VIII	64,8					15 VIII	85,7
				22 VIII	77,7								
				27 VIII	77,7								

Динамика роста поверхности листьев S (см²) у сорта Кубанская 276, МОСВИР

1966		1967		1968		1969		1970		1971		1972	
дата	S	дата	S	дата	S	дата	S	дата	S	дата	S	дата	S
6 VI	80	27 V	57	25 V	54	27 V	45	1 VI	48	3 VI	63	3 VI	63
17 VI	207	7 VI	121	4 VI	119	7 VI	215	10 VI	117	13 VI	253	13 VI	253
27 VI	574	19 VI	842	15 VI	598	12 VI	389	20 VI	491	23 VI	704	23 VI	704
7 VII	1336	29 VI	1524	25 VI	1564	23 VI	688	30 VI	1315	3 VII	1423	3 VII	1424
17 VII	2634	10 VII	2141	5 VII	2433	29 VI	1220	10 VII	2408	25 VII	2389	25 VII	2389
28 VII	3426	19 VII	2886	15 VII	3168	5 VII	1755	20 VII	2689	4 VIII	2605	4 VIII	2606
8 VIII	4327	29 VII	3442	25 VII	3318	10 VII	2412	31 VII	2557	13 VIII	2253	13 VIII	2253
17 VIII	4322	9 VIII	2772	5 VIII	3318	15 VII	2993	10 VIII	2422	23 VIII	2119	23 VIII	2119
27 VIII	4691	19 VIII	2324	15 VIII	3313	20 VII	3492	20 VIII	2184	2 IX	1453	2 IX	1453
7 IX	4119	29 VIII	2073	25 VIII	3242	25 VII	3830	31 VIII	2060				
17 IX	3804	11 IX	926	5 IX	2514	31 VII	4110	10 IX	1695				
				16 IX	1079	5 VIII	4349	21 IX	939				
						10 VIII	4096						
						20 VIII	4057						
						25 VIII	3816						
						31 VIII	2887						

листьев, наоборот, прослеживается значительная изменчивость (рис. 3.2).

Динамика роста стебля и площади листьев у сортов сои Кормовая 28 и Кубанская 276 в среднем за 7 лет (1966—1972 гг.) по периодам развития изменялась идентично. Коэффициенты корреляции этих показателей в отдельные годы очень высокие и могут приближаться к единице.

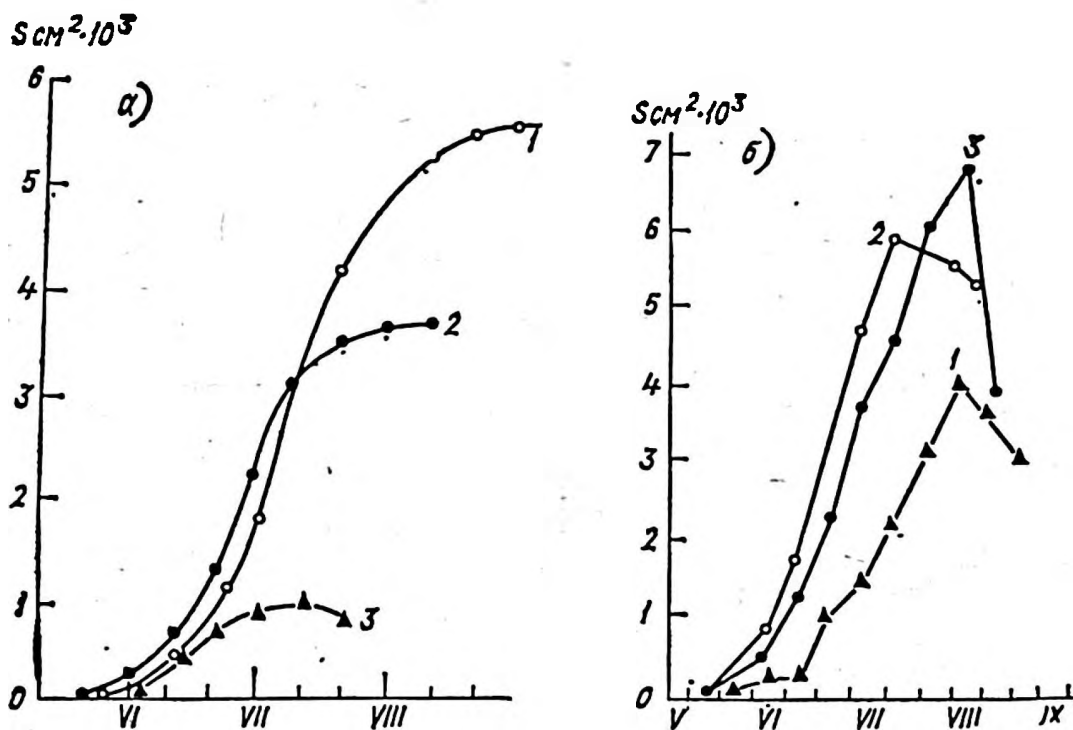


Рис. 3.2. Динамика площади листьев сои разных сортов за 1966—1968 гг..

а — в среднем у сортов: 1 — Кормовая 28, 2 — Кубанская 276, 3 — сорт 856-3-34; б — за отдельные годы у сорта Кормовая 28: 1 — 1966, 2 — 1967, 3 — 1968.

О приспособленности сорта к условиям окружающей среды можно судить по изменчивости высоты растений после окончания периода вегетации. На примере ряда европейских (Неполегающая 2, Днепроvская 12, ВНИИСК 1) и дальневосточных сортов (Хабаровская 4, Салют 216, Приморская 529) видно, что коэффициенты вариации высоты стебля по годам различаются более чем

Таблица 3.3

Среднее квадратическое отклонение σ и коэффициенты вариации V высоты растения у разных сортов сои

Сорт	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариации
Неполегающая 2	10,4	14,2
ВНИИСК 1	11,0	15,3
Днепроvская 12	13,0	21,1
Хабаровская 4	10,5	17,9
Салют 216	13,8	26,2
Приморская 529	18,8	29,0

в 2 раза (табл. 3.3). Меньшие значения коэффициентов вариации (14,2—17,9) свидетельствуют об устойчивости сорта к условиям окружающей среды, большие (21,1—29,1), наоборот, — о меньшей адаптивной способности сортов.

3.2. Параллелизм роста и развития сои

Рост и развитие растительного организма подчиняются действию внешних факторов. Соответствие между ростом вегетативных органов и развитием наблюдается в тех случаях, когда условия внешней среды удовлетворяют потребностям организма. Устойчивая корреляция между ростом, развитием и внешними факторами является показателем удовлетворительных условий внешней среды для растения.

Два процесса в растениях — рост и развитие — составляют единую систему, поэтому для устойчивой связи с условиями внешней среды переломные моменты в скорости роста должны совпадать с фазами развития растений. У сои эти два процесса могут как совпадать, так и существенно различаться. К настоящему времени существуют две точки зрения о влиянии внешней среды на рост вегетативных органов и развитие растений. Первая установлена еще Клебсом и заключается в том, что одни и те же условия среды одинаково влияют и на рост и на развитие растений. В соответствии со второй считается, что одни и те же условия внешней среды оказывают разное влияние на рост вегетативных органов и на развитие растений (В. Н. Любименко [75], Н. А. Максимов [79], С. И. Долгов [46], Сивакумар, Р. Шоу [171]). Например, пышный рост и медленное развитие растений, перенесенных из умеренного климатического пояса в тропики, свидетельствуют о том, что условия среды, благоприятствующие наиболее быстрому росту вегетативных органов, не всегда благоприятны для развития плодов.

Если исходить из того, что на рост и развитие одинаково влияют одни и те же условия внешней среды, то даты переломных моментов в скорости роста вегетативных органов сои и даты наступления фенологических фаз развития должны совпадать либо закономерно расходиться между собой.

У сои выделено три скорости роста вегетативных органов. Даты их изменения определены по точкам перегиба S-образной кривой роста сои в высоту. В развитии сои основными фенологическими фазами обычно считают всходы, появление 3-го настоящего листа, ветвление, цветение, побурение первого плода и созревание (А. И. Руденко). Опыты с разными сроками сева в условиях Майкопской опытной станции позволили получить самую разнообразную длительность периодов роста и межфазных периодов развития сои.

Первый переломный момент в скорости роста стебля сои отмечается при переходе от медленного роста к интенсивному. Он обычно наступает к началу ветвления. Второй переломный момент на-

ступает при переходе от интенсивного роста к замедляющемуся, что обычно совпадает с началом цветения. Сопоставляя длительность первого периода медленного роста с межфазным периодом всходы — ветвление, второго — с периодом ветвление — цветение, а третьего — с периодом цветение — созревание на примере двух сортов сои (Кормовая 28 и Чиатурская местная), можно отметить, что продолжительность периодов с разной скоростью роста не совпадает с продолжительностью межфазных периодов. В среднем за 1964—1970 гг. продолжительность периода медленного роста на 4—5 дней больше, чем периода всходы — начало ветвления. Период быстрого роста прекращается на 8—11 дней раньше, чем наступает цветение сои. Период медленно затухающей скорости роста главного стебля у позднеспелого сорта Кормовая 28 превышает период цветение — максимальное число плодов. У среднеспелого сорта Чиатурская местная, за счет боковых побегов окончание этого периода отмечается на 12 дней позже остановки роста главного стебля (табл. 3.4). По А. Н. Гурскому [8], адаптация растений к условиям окружающей среды имеет связь с ростом вершины и боковых побегов. Если рост главного стебля останавливается, а боковые побеги растут, то такие растения слабо устойчивы к неблагоприятным условиям среды.

Таблица 3.4

Изменчивость продолжительности периодов роста в высоту и соответствующих им межфазных периодов сои, МОСВИР, 1964—1970 гг.

Сорт	Период роста								
	первый			второй			третий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кормовая 28	31	7,8	25	22	7,4	36	36	8,3	23
Чиатурская местная	29	9,9	34	19	7,2	38	22	8,5	39

Сорт	Период развития								
	всходы—ветвление			ветвление—цветение			цветение—максимальное число бобов		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кормовая 28	26	4,6	18	30	4,3	14	33	3,5	10
Чиатурская местная	25	4,8	19	30	5,0	17	34	4,3	13

Примечание. Здесь 1 — продолжительность периода, дни; 2 — среднее квадратическое отклонение, дни; 3 — коэффициент вариации, %.

Расхождение между длительностью периодов с разной скоростью роста и продолжительностью межфазных периодов двух сортов сои можно считать результатом разной изменчивости роста вегетативных органов и темпов развития. Коэффициент вариации

первого периода роста существенно выше (25—34), чем у соответствующего ему периода всходы — ветвление (18—19). Особенно сильно отличаются коэффициенты вариации второго периода роста главного стебля (36—38) от коэффициентов периода ветвление — цветение (14—17) и третьего периода роста (23—39) от соответствующих им коэффициентов периода цветение — максимальное число плодов. Однако в отдельные годы даты перехода от одной скорости роста к другой могут почти совпадать с датами наступления основных фаз развития (табл. 3.5).

Таким образом, у сои можно отметить как параллелизм, так и дифференциацию темпов изменчивости роста и развития при одних и тех же условиях среды. Доминантным очагом изменчивости является рост главного стебля.

Таблица 3.5

Даты изменения скорости роста и наступления фенологических фаз развития сои в отдельные годы (сорт Кормовая 28)

Срок посева	Начало интенсивной скорости роста	Начало ветвления	Окончание интенсивной скорости роста	Начало цветения	Остановка роста	Максимальное число бобов
1964 г.						
20 IV	1 VII	10 VI	15 VII	15 VII	15 VIII	18 VIII
1 V	1 VII	16 VI	17 VII	18 VII	21 VIII	22 VIII
10 V	2 VII	20 VI	17 VII	25 VII	24 VIII	29 VIII
20 V	4 VII	26 VI	15 VII	29 VII	29 VIII	1 IX
30 V	6 VII	3 VII	31 VII	1 VIII	31 VIII	5 IX
10 VI	12 VII	8 VII	27 VII	9 VIII	4 IX	—
20 VI	21 VII	16 VII	5 VIII	15 VIII	12 IX	—
30 VI	31 VII	27 VII	20 VIII	24 VIII	16 IX	—
1965 г.						
21 IV	12 VI	3 VI	29 VI	5 VII	21 VIII	15 VIII
30 IV	16 VI	7 VI	6 VII	12 VII	26 VIII	18 VIII
10 V	21 VI	12 VI	13 VII	18 VII	21 VIII	22 VIII
31 V	30 VI	1 VII	24 VII	2 VIII	4 IX	5 IX
10 VI	13 VII	12 VII	4 VIII	7 VIII	10 IX	11 IX
20 VI	2 VIII	30 VII	22 VIII	21 VIII	19 IX	—
30 VI	17 VIII	9 VIII	26 VIII	2 IX	15 IX	—
1966 г.						
20 IV	4 VI	3 VI	6 VII	9 VII	9 VIII	11 VIII
30 IV	4 VI	13 VI	10 VII	15 VII	25 VIII	18 VIII
10 V	24 VI	26 VI	24 VII	23 VII	20 VIII	25 VIII
20 V	24 VI	30 VI	25 VII	29 VII	5 IX	31 VIII
30 V	30 VI	6 VII	1 VIII	3 VIII	5 IX	14 IX
1967 г.						
6 V	5 VI	14 VI	5 VIII	17 VII	15 VIII	27 VIII
1968 г.						
6 V	19 VI	17 VI	7 VIII	2 VIII	27 VIII	23 VIII

Взаимосвязь изменчивости роста и развития растений имеет сложный характер. Но по закону индукции можно предполагать, что бо́льшая изменчивость вегетативного роста обуславливает меньшую изменчивость темпов развития. Резкое нарушение параллелизма темпов роста и развития является одной из причин пониженной продуктивности растений.

3.3. Плодообразование

Многие культурные растения завязывают плодов больше, чем они способны сохранить до полного их развития. По достижении максимума количества плодов они начинают опадать, но степень осыпаемости бывает разной. Небольшое уменьшение (4—5 %) общего числа плодов, завязавшихся на одном растении, — неизбежный физиологический процесс. Сбрасывание же большого числа бобов (до 50—60 %), особенно в период, близкий к их созреванию, — явление нарушения гомеостаза, оно чрезвычайно нежелательно, так как ведет к снижению урожая.

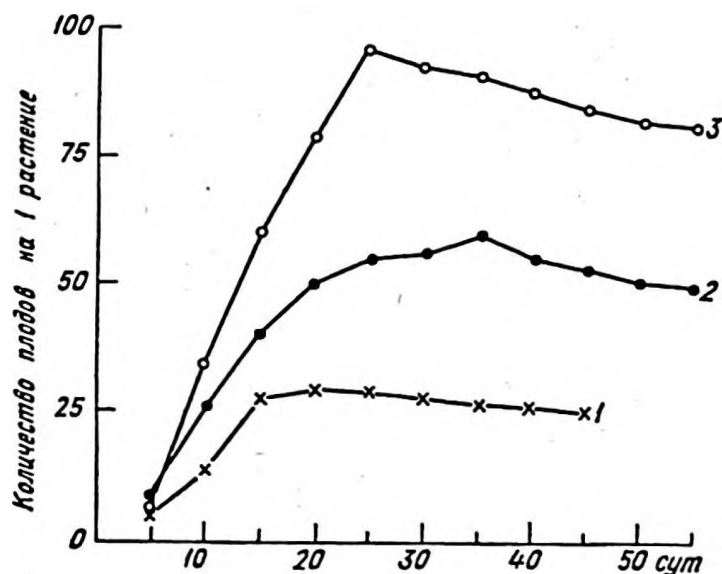


Рис. 3.3. Динамика образования плодов сои в среднем за три года опытов (1966—1968) на МОСВИР.

Сорт: 1 — 856-3-34, 2 — Кубанская 276, 3 — Кормовая 28.

Основной причиной опадения плодов у растений считается недостаток питательных веществ или отдельных химических элементов, поступающих за счет запасов и за счет вновь вырабатываемых питательных веществ в листьях (П. А. Генкель [33], И. Ф. Беликов [10], А. Леопольд [71], Н. А. Максимов [79], А. Хафф, К. Динг [156]).

Первым признаком сбрасывания бобов сои является усыхание и скручивание плодоножек. Под действием ветра или дождя сухая и ломкая плодоножка опадает вместе с бобом. По ходу кривых на

рис. 3.3 видно, что наибольшее число плодов (95) на одном растении сои образуется у позднеспелого сорта Кормовая 28, несколько меньше (60) у среднеспелого сорта Кубанская 276 и самое малое число плодов (28) отмечается у раннеспелого сорта 856-3-34. Ход увеличения числа бобов на одном растении сои характеризуется S-образной кривой. При этом только у позднеспелого сорта Кормовая 28 заметно уменьшается максимальное число бобов (от 95 до 80), у среднеспелого Кубанская 276 и раннеспелого сорта 856-3-34 осыпаемость выражена слабее. В отдельные годы осыпание бобов сои может быть существенно больше (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Число плодов, завязавшихся на одном растении
и сохранившихся на период уборки

Год	Число плодов на одном растении		Количество сброшенных плодов	Год	Число плодов на одном растении		Количество сброшенных плодов
	наибольшее	на дату уборки			наибольшее	на дату уборки	
Кормовая 28				1968	70	65	5
1966	104	79	25	1969	84	67	13
1967	94	61	33	Сорт 856-3-34			
1968	96	87	9	1966	23	16	7
Кубанская 276				1967	31	24	7
1966	59	54	5	1968	38	34	4
1967	60	44	16				

Данные о динамике образования бобов сои в различные по погодным условиям годы показывают, что стабильный максимум числа плодов на одном растении удерживается, как правило, очень недолго. При подсчете бобов на одном растении сои уже через 5 дней после максимума почти всегда наблюдается уменьшение их числа. Среднее число плодов на дату уборки колеблется у позднеспелого сорта Кормовая 28 от 61 до 87 на одно растение.

Осыпаемость плодов у сои не пропорциональна максимальному их числу. Нельзя сказать, что соя сбрасывает плодов тем больше, чем больше их образовалось, на одном растении, или что она сбрасывает бобы до тех пор, пока на одном растении не останется какое-то среднее, относительно постоянное число. В разные по погодным условиям годы осыпаемость (в процентах) и число оставшихся на период уборки бобов различны. Однако у позднеспелого сорта бобов остается все-таки несколько больше, чем у среднеспелого, и значительно больше, чем у раннеспелого.

Сопоставление площадей листьев в начале образования бобов, в период максимального их числа и определенного постоянного количества (табл. 3.7) показывает, что малая осыпаемость бобов (9,4 % — у Кормовой 28, 6,9 % — у Кубанской 276, 9,9 % — у сорта 856-3-34) наблюдается тогда, когда площадь листьев от на-

Таблица 3.7

**Изменение площади листьев в период плодообразования сои
как индикатор осыпаемости бобов**

Год	Площадь листовой поверхности, см²			Осыпаемость бобов, %
	в начале образования бобов	при максимальном числе бобов	при окончательном числе бобов	
Кормовая 28				
1966	4030	4131	1350	24
1967	5813	5883	3670	35
1968	6049	6843	2595	9
Кубанская 276				
1966	3426	4690	3804	8
1967	3442	3442	925	26
1968	3317	3513	1079	7
1969	4110	4110	771	21
Сорт 856-3-34				
1965	668	820	820	11
1966	763	825	365	30
1967	1389	1389	532	22
1968	870	916	879	10

чала образования бобов до достижения максимального их числа на растении интенсивно растет, а с периода, когда число бобов на растении остается стабильным, постоянно уменьшается (1968 г.).

Большая осыпаемость плодов сои (24—35 % — у Кормовой 28, 21—26 % — у Кубанской 276, 22—30 % — у сорта 856-3-34) имеет место при относительно постоянной площади листьев от начала образования бобов до достижения максимального их числа на растении и при уменьшении ее к периоду окончательного их количества. Описанные изменения площади листьев соответствуют 9 случаям из 11 рассмотренных. Следовательно, осыпаемость бобов есть функция параллелизма роста листьев и формирования плодов. При этом наибольшее количество семян можно получить при условии, когда максимальная площадь листьев и максимальное число бобов на растениях нарастают синхронно. Осыпаемость плодов при этом не превышает 10 %. При нарушении отмеченной закономерности в росте листьев и плодов осыпаемость плодов увеличивается и может достигать 35 % общего их числа на растении.

В период плодообразования сои абсолютные значения площади листовой поверхности у раннеспелого сорта резко отличаются от значений у средне- и позднеспелых сортов. В опытах 1966 г. к началу плодообразования сои сорта Кубанская 276 листовая поверхность составляла 3426 см² на одно растение, сорта Кормовая 28 — 4030 см², а сорта 856-3-34 — 668 см². Площади листовой поверхности среднеспелого сорта Кубанская 276 и раннеспелого сорта 856-3-34 к началу периода плодообразования отличаются более чем в пять раз; между массами семян на одно растение указанных сортов не имеется аналогичного различия (9,2 и

25,4 г). Следовательно, соотношения между поверхностью листьев и массой семян у разных сортов разные.

Плоды на растениях могут сохраняться только при условии постоянного поступления в них определенного количества питательных веществ. Соответствие между ростом листовой поверхности и процессом образования плодов, которое наблюдается при благоприятных условиях окружающей среды, является основой сохранения плодов до их полного развития. При неблагоприятных условиях среды в растениях устанавливаются согласованные различия в изменчивости роста и развития. Отклонения роста листовой поверхности от характерной для сорта S-образной кривой во время плодообразования ведет к увеличению осыпаемости плодов.

3.4. Корневая система

Дикая Уссурийская соя, которая легла в основу культурных сортов, встречается как в центрах происхождения, где в естественных условиях желтоземные почвы отличаются нейтральной реакцией среды и небольшим пахотным слоем, так и у нас на Дальнем Востоке, где в настоящее время господствуют почвы подзолистого и болотного типа с кислой реакцией среды, но есть и прекрасные черноземные почвы с нейтральной реакцией среды.

Известно, что ископаемая почва Дальнего Востока, лежащая под подзолистой, отличается от современной по химическому составу. Возможно, что в некоторых районах Дальнего Востока базальтовая лава превращалась в красноземную почву по типу образования аналогичных почв в жарких странах, и в частности в Китае и Японии. В отдельных случаях этот тип почвы мог сохраниться до настоящего времени, что и было причиной расселения диких форм сои на Дальнем Востоке (Л. С. Берг [11], А. Н. Бекетов, Б. А. Келлер). Современные сорта сои также лучше развиваются на почвах с нейтральной реакцией среды. Очевидно, корневая система, так же как и другие органы, имеет приспособительные свойства, закрепленные в очагах естественного формирования.

Типов роста корневой системы в растительном мире много. В основном они различаются по темпам роста осевых и боковых корней. У кормовых бобов, например, осевой корень и корневые волоски растут одновременно и быстро, у желтого люпина осевой корень растет быстрее боковых, а у сои рост осевого корня замедляется при появлении боковых корешков.

Изучение корневой системы ранне-, средне- и позднеспелых сортов сои было проведено на Майкопской опытной станции и на полях Пушкинских лабораторий ВИР в 1966—1972 гг. Оно показало своеобразие этого органа у сои. Корневая система сои растет медленно и практически в течение всего периода вегетации. Вместе с тем отмечаются отдельные случаи, когда у одного и того же

сорта корневая система в начале периода вегетации растет быстро, а затем медленно и наоборот.

Изучение корневой системы растений проводили многие ученые (Н. А. Качинский [61], И. Ф. Беликов [10], П. Т. Слугин [114]). Существующие методы исследования корневой системы растений можно разделить на качественные и количественные. Все они чрезвычайно трудоемки и недостаточно четко разработаны, чтобы иметь высокую точность.

Качественный метод определения распространения корневой системы сои модифицировал в свое время В. Г. Ротмистров. Он определенным образом располагал в почве смотровые щели и с их помощью фиксировал рост корней в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В последнее время этот метод используют редко. Наиболее удобен он для сопоставления роста корневой системы разных культур. Значительно большее применение нашли методы отмывания или сухого препарирования корневой системы непосредственно под растением. Эти методы относятся к количественным, и с их помощью можно представить объемное распространение корней растений. Поэтому для оценки распространения корневой системы сои в почве выбран метод объемного отмывания корней.

Экспериментальное изучение корневой системы сои (Кормовая 28, Кубанская 276, сорт 856-3-34) и имеющиеся в литературе данные по этому вопросу дают основание считать, что формирующими факторами для нее являются сорт, механический состав, плотность, влажность и температура почвы.

Глубина проникновения корней зависит от плотности почвы, но при разных сопутствующих условиях по-разному. Существенное влияние на глубину проникновения корней оказывает влажность почвы и объем вегетативной массы растений. Рядом стоящие в поле растения могут иметь различно развитый куст: мощный, средний и небольшой. При одной и той же влажности и плотности почвы, в которой содержится одинаковое количество доступных питательных веществ, растение с большой вегетативной массой будет развивать более глубокую корневую систему, чем растения с меньшей вегетативной массой куста. Таким образом, даже в опытах с одним сортом при одних и тех же условиях среды, на одной и той же почве можно получить далеко не эквивалентные результаты. Полученные нами и имеющиеся в литературе данные позволяют проследить такую неоднозначность размеров корневой системы сои. Поэтому при сопоставлении результатов опытов по изучению корневой системы нужно обязательно принимать во внимание весь комплекс почвенно-климатических условий, при которых определялась глубина распространения и объем корней. На аллювиальных почвах с легким механическим составом в пойме р. Лянчихе зафиксировано проникновение корней на глубину до 2 м, при этом на глубине 1,8 м на корнях сои были видны клубеньковые образования. Однако для почвенно-климатических условий Дальнего Востока не характерно глубокое проникновение корней сои в почву (И. Ф. Беликов [10], А. Г. Новак [92], А. Видал [176]).

Корневая система сои на почвах с мелким пахотным и плотным подпахотным слоем обычно не проникает глубже 20 см. При этом в слое 0—20 см находится 98,2 % всех корней сои, а в слое 0—10 см 92,7 % (П. Т. Слугин [114]). Наиболее мощную корневую систему растения сои имеют на среднеплотных почвах при влажности почвы на уровне 80 % НВ. При орошении тяжело- и средне-суглинистых сероземов Джамбульской области основная масса корней (70—80 %) размещалась в слое почвы 20—30 см (Н. И. Огрызкова [94]). Но имеются данные, что при поддержании оптимального режима увлажнения почвы (80 % НВ) на тяжелосуглинистых каштановых почвах Астраханской области проникновение главного корня достигало 126,5 см, а при недостатке влаги — 80,1 см (А. И. Уклеин).

Изучение объема корневой системы сои проводилось на тяжелосуглинистых предкавказских черноземах с плотностью в слое 0—50 см, равной 1,3—1,5 г/см³.

Таблица 3.8

Влажность отдельных слоев почвы (% сухой массы) в 1966 г. (1)
и 1968 г. (2)

Дата	Слой почвы, см											
	0—5		5—10		10—20		20—30		30—40		40—50	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
28 V	26,4	14,9	29,8	22,0	34,2	24,8	30,0	27,0	31,6	26,1	28,3	25,4
9 VI	25,4	33,6	29,8	27,0	29,0	29,4	31,8	28,7	31,1	30,0	29,6	29,6
20 VI	26,8	22,6	27,5	24,2	30,8	26,8	29,8	27,5	30,4	31,1	30,2	28,8
30 VI	28,0	19,9	29,2	22,5	28,9	23,4	29,9	26,6	29,6	27,4	29,6	27,5
9 VII	20,6	20,8	24,2	20,0	25,8	22,8	26,9	24,7	28,8	27,4	28,2	27,5
20 VII	21,2	17,5	22,0	20,8	24,2	21,1	24,2	25,2	24,2	23,9	26,2	27,7
30 VII	14,3	11,7	18,8	16,0	18,4	17,8	21,6	19,1	23,8	22,9	20,5	22,4
10 VIII	17,6	28,3	18,6	26,3	19,4	26,9	20,2	26,8	21,8	27,5	21,2	25,5
НВ	30,7		30,7		32,2		30,1		29,0		28,2	

В 1966 г. влажность почвы была выше, чем в 1968 г. (табл. 3.8). Например, 28 мая влажность почвы в слоях 0—5, 5—10 и 10—20 см в 1966 г. была на 7,8—11,5 % выше, чем в 1968 г. Близкий к указанному характер увлажнения почвы отмечается во второй и третьей декадах июня. Однако в отдельные периоды развития сои общий фон повышенной влажности почвы в 1966 г. не сохраняется. Так, в первых декадах июня, июля, августа, наоборот, влажность отдельных слоев почвы пахотного горизонта была больше в 1968 г. В более глубоких слоях почвы (20—30, 30—40 и 40—50 см) различия во влажности не превышают 5,5 % и чаще всего составляют 0,3—3,0 %.

Влажность почвы в 1966 г. приближалась к НВ. И в этом же году чаще возникали очаги переувлажнения почвы, например: в

слое 10—20 см они отмечались 28 мая, в слое 20—30 см — 9 июня, в слое 30—40 см — 28 мая, 9, 20 и 30 июня, в слое 40—50 см — 9, 20 и 30 июня.

Влияние влажности почвы на объем корневой системы сои тесно связано с температурой воздуха. Регистрация средней температуры почвы на глубинах 5, 10 и 15 см (скользящая за 5 дней) в

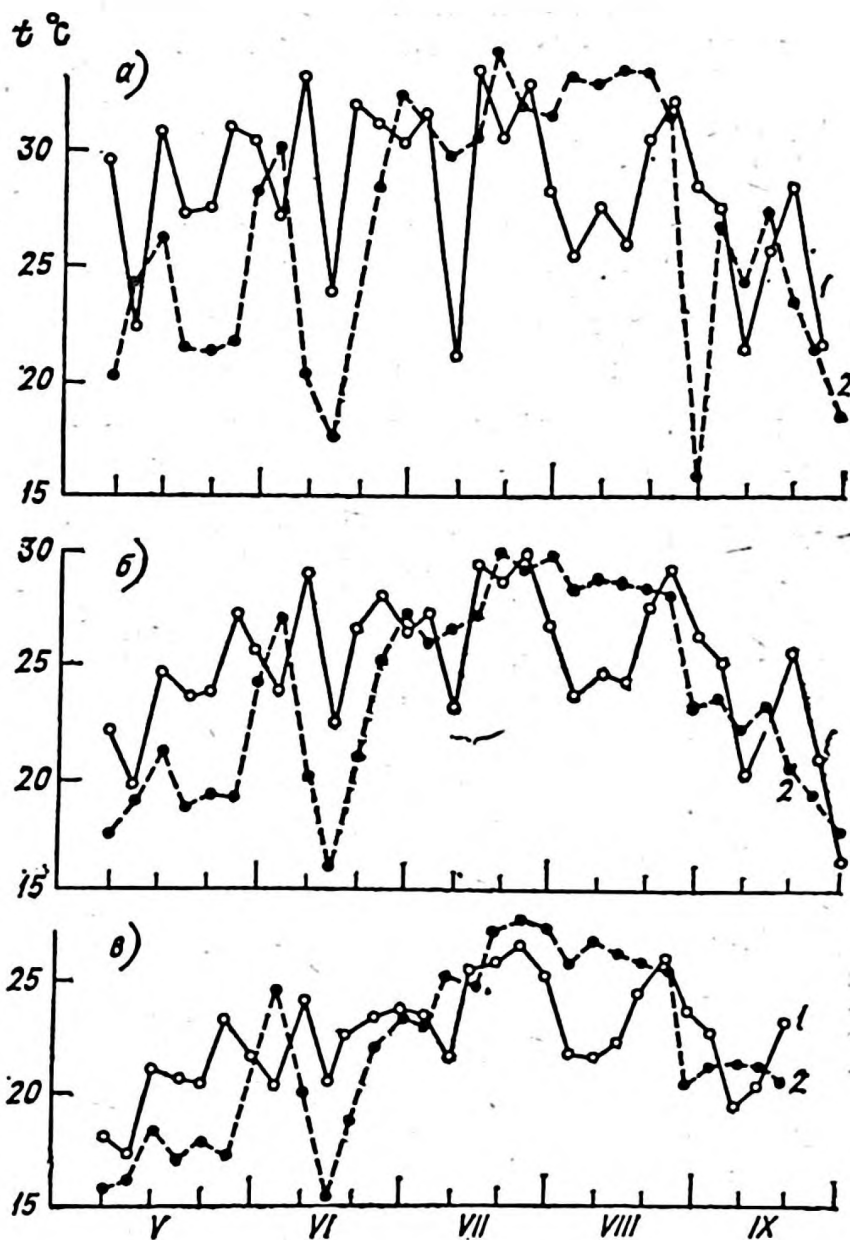


Рис. 3.4. Средняя температура почвы (скользящая за пять дней) на глубинах 5 см (а), 10 см (б) и 15 см (в) в 13 ч.
1 — 1966 г., 2 — 1969 г.

13 ч показывает, что в 1968 г. в течение значительного периода времени почва была теплее, чем в 1966 г. В 1968 г. средняя суточная температура почвы не опускалась ниже $19,2^{\circ}\text{C}$, в 1966 г. она временами снижалась до $14,0$ — $17,1^{\circ}\text{C}$ (рис. 3.4). Сочетание умеренной влажности почвы (22—25 % к ее сухой массе, 75—80 % НВ) с температурой почвы $19,9$ — $24,7^{\circ}\text{C}$ было более благоприятно для проникновения воды в корневую систему и для ее роста (1968 г.), чем повышенная влажность (25—30 %) и пониженная температура почвы (14 — 16°C) в 1966 г.

Средняя масса сухих корней в слое 0—70 см в 1968 г. была больше, чем в 1966 г., в 1,48 раза. В слое 0—20 см в среднем для четырех растений и для каждого отдельного растения масса сухих корней в 1968 г. также была больше, чем в 1966 г. (табл. 3.9). Для отдельных растений этот показатель в 1968 и 1966 гг. различался в 1,13—1,98 раза. Для отдельных слоев почвы эти зависимости не всегда сохраняются. Как правило, это свойство характерно для слоев почвы глубже 30 см.

Таблица 3.9

Масса сухих корней (г) в отдельных слоях почвы у четырех растений сои на дату массового образования бобов в 1966 г. (1) и 1968 г. (2), сорт Кубанская 276

Слой почвы, см	Растение								Среднее	
	1-е		2-е		3-е		4-е			
	1	2	1	2	1	2	1	2		
0—10	3,450	6,241	2,441	6,267	4,483	4,878	2,900	5,495	3,318	5,720
10—20	1,113	1,478	1,195	1,538	0,853	1,675	0,789	1,409	0,987	1,525
20—30	0,530	0,551	0,435	0,635	0,563	0,449	0,318	0,487	0,461	0,530
30—40	0,402	0,215	0,338	0,462	0,453	0,257	0,484	0,340	0,419	0,318
40—50	0,349	0,389	0,332	0,473	0,325	0,360	0,378	0,479	0,346	0,425
50—60	0,338	0,328	0,244	0,442	0,312	0,337	0,357	0,498	0,313	0,401
60—70	0,371	0,113	0,211	0,439	0,255	0,205	0,464	0,329	0,325	0,271
Всего	6,553	9,315	5,196	10,256	7,244	8,161	5,690	9,037	6,169	9,190

О симметричности, т. е. о закономерном расположении корневой системы сои относительно осевой части, почти ничего неизвестно. Между тем симметричность корневой системы не может не влиять на осевые свойства стебля и угол отхождения ветвей разного порядка от него. Симметричность и асимметричность органов растений — это исторический процесс и проявляется он как приспособление к определенным условиям среды.

Симметричность развития корневой системы сои можно проследить по почвенному монолиту, разрезанному на пять параллельных колонок. В наших опытах (сорт Кубанская 276) в крайней левой части монолита (1-я колонка) и крайней правой (5-я колонка) общая масса сухих корней в слое почвы 0—70 см в 1966 г. различалась мало, в 1968 г. разница была более значительной. При большей массе корней в центральной части монолита, как это было в 1968 г., симметричность объема корней в левой и правой частях выражена мало. При небольшой массе корней в центральном объеме монолита (1966 г.) симметричность насыщения почвы корневой системой выражена более четко (табл. 3.10).

Общим свойством для всех растений сои является преимущественное формирование корневой системы в верхнем слое почвы. У отдельных растений объем корневой системы в верхних слоях почвы (0—20 см) индивидуален и варьирует, по нашим данным, в интервале 64,8—82,8 % общего объема корней в слое почвы 0—

Таблица 3.10

Средняя масса сухих корней у одного растения сои в период образования бобов по отдельным колонкам опытного монолита почвы в 1966 г. (1) и 1968 г. (2) и разность (3) между ними (г), сорт Кубанская 276

Слой почвы, см	Колонка почвенного монолита								
	1-я (левая)			2-я (левая)			3-я (центральная)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0—10	0,217	0,787	0,570	0,344	0,681	0,337	2,330	3,277	0,947
10—20	0,161	0,372	0,211	0,166	0,400	0,234	0,289	0,240	0,049
20—30	0,081	0,095	0,014	0,065	0,078	0,013	0,092	0,066	0,026
30—40	0,044	0,073	0,029	0,093	0,047	0,046	0,108	0,091	0,017
40—50	0,056	0,082	0,026	0,066	0,100	0,034	0,085	0,120	0,035
50—60	0,067	0,097	0,030	0,054	0,071	0,017	0,063	0,089	0,026
60—70	0,094	0,038	0,056	0,051	0,051	0,000	0,052	0,074	0,022
0—70	0,720	1,544	—	0,839	1,428	—	1,019	3,857	—

Слой почвы, см	Колонка почвенного монолита					
	4-я (правая)			5-я (правая)		
	1	2	3	1	2	3
0—10	0,225	0,555	0,330	0,202	0,421	0,219
10—20	0,162	0,291	0,129	0,210	0,221	0,011
20—30	0,115	0,168	0,053	0,108	0,124	0,016
30—40	0,093	0,060	0,033	0,081	0,048	0,033
40—50	0,079	0,061	0,018	0,060	0,062	0,002
50—60	0,067	0,071	0,004	0,062	0,073	0,011
60—70	0,073	0,053	0,020	0,055	0,055	0,000
0—70	0,814	1,259	—	0,777	1,004	—

70 см (табл. 3.11). Верхний слой почвы отличается от более глубоких слоев повышенной температурой, большим содержанием минеральных веществ и гумуса, большей порозностью и аэрацией, меньшей кислотностью и вместе с тем большей изменчивостью количества влаги. Таким образом в верхних слоях почвы на корневую систему сои действуют два противоположных фактора. С одной стороны, постоянный достаток тепла, воздуха и пищи, с другой — периодический недостаток влаги, без которой невозможно использование питательных веществ.

Адаптация растений к условиям среды определяется, как известно, быстротой восстановления нарушенного равновесия биологических функций. Очевидно, для сои легче восстанавливать активность своих функций при периодическом недостатке влаги в той среде, где достаточно тепла, пищи и воздуха, т. е. в верхних слоях почвы, чем в среде, где влаги достаточно, но холоднее, мало воздуха и пищи.

Концентрация корневой системы сои в верхних слоях почвы создает определенные трудности возделывания этой культуры, так

Таблица 3.11

Распределение (%) корневой системы сои по слоям почвы у разных растений в 1966 г. (1) и 1968 г. (2), сорт Кубанская 276

Слой почвы, см	Растение							
	1-е		2-е		3-е		4-е	
	1	2	1	2	1	2	1	2
0—10	52,6	67,0	46,7	41,9	62,0	59,6	51,0	61,1
10—20	17,0	15,8	23,3	25,1	11,7	20,5	13,8	15,5
20—30	8,1	5,9	8,4	12,5	7,7	5,6	5,6	5,3
30—40	6,1	2,4	6,5	5,3	6,3	3,5	8,5	3,7
40—50	5,4	4,2	6,3	6,4	4,5	4,4	6,7	5,3
50—60	5,2	3,5	4,7	3,5	4,3	4,1	6,2	5,5
60—70	5,6	1,2	4,1	5,3	3,5	2,3	8,2	3,6
0—20	69,6	82,8	70,0	67,0	73,7	80,1	64,8	76,6
20—50	19,6	12,5	21,2	24,2	18,5	18,5	20,8	14,3
50—70	10,8	4,7	8,8	8,8	7,8	6,4	14,4	9,1

Таблица 3.12

Средняя масса сухих корней (г) в отдельные периоды развития сои в 1968 г., сорт Кубанская 276

Слой почвы, см	Период развития			
	массовое ветвление	цветение	образование бобов	созревание
0—10	0,632	2,671	5,720	8,484
10—20	0,202	0,925	1,525	1,874
0—20	0,834	3,596	7,245	10,358
20—30		0,367	0,530	0,807
30—40		0,168	0,318	0,606
40—50		0,084	0,425	1,006
0—50		4,215	8,518	12,777
50—60			0,401	0,582
60—70			0,271	0,442
0—70			9,190	13,801
70—80				0,164
80—90				0,064
90—100				0,028
0—100				14,057

как слишком длительное иссушение верхних слоев почвы приводит к необратимой утрате функций корневой системы.

Динамика роста корневой системы сои сорта Кубанская 276 исследовалась нами в 1968 г. Массу сухих корней в период вегетации сои определяли четыре раза: 7 июня, когда соя начинала ветвиться и высота растений составляла 6—7 см; 10 июля — в период цветения, когда растения уже достигли высоты 36—38 см; 3 августа — в период массового образования бобов при высоте растений 69—89 см и 11 сентября — в период созревания сои (табл.

3.12). Прежде всего надо отметить, что выбор слоя почвы 0—20 см в период массового ветвления сои, видимо, был не совсем удачен, так как в этот период корневая система сои уходит глубже. Средняя масса в слое 10—20 см уже довольно высокая (0,202 г), а в более глубоких слоях она не равна нулю. То же самое относится к периоду образования бобов. В остальные периоды, судя по массе корней, в более глубоких слоях корни сои практически отсутствуют.

Анализируя показатели массы сухих корней в отдельные периоды роста и развития сои, можно заметить, что корневая система этой культуры, так же как и надземная вегетативная масса, растет до начала созревания бобов. Темпы увеличения массы корней в разные периоды различны. Сравнивая, во сколько раз увеличилась масса корней в слое почвы 0—10 см от одного периода развития до другого, получаем следующие значения: ветвление — цветение — в 4,2 раза; цветение — образование бобов — в 2,1 раза; образование бобов — созревание — в 1,5 раза.

Иначе говоря, от ветвления до созревания сои масса корней постепенно увеличивается, но прирост по фазам развития останавливается к периоду созревания. Увеличение этого показателя в слое 0—10 см за период ветвления — цветение сои составляет 2,039 г или 0,06 г в сутки, за период цветение — образование бобов 3,049 г или 0,09 г в сутки, и за период образование бобов — созревание 2,764 г или 0,09 г в сутки.

Наибольшая скорость роста корневой системы, а также интенсивный рост надземной вегетативной массы сои относятся к периоду цветение — начало созревания.

Одновременный рост листьев и корней встречается в природе сравнительно редко. Чаще отмечается некоторая разновременность в росте корней и листьев. У некоторых сортов пшеницы, например, корни растут очень активно до фазы кущения, а затем темп их роста снижается и значительно быстрее начинает расти надземная вегетативная масса. То же самое наблюдается у кукурузы: в первой половине периода вегетации быстрее растет корневая система, во второй — листовая поверхность. У сои, как видим, корни и листья в определенный период времени растут одновременно.

Измерения диаметра и длины корней сои позволили ориентировочно оценить поверхность корневой системы. Эта величина приводится в литературе крайне редко ввиду трудности ее определения. Наши расчеты тоже в некоторой степени приблизительны, но, несмотря на это, они представляют интерес как первая попытка характеризовать всасывающую поверхность корней сои в слое почвы 0—70 см. Максимальная площадь корневой системы в период созревания сои достигала 350,95 см². В среднем у одного растения всасывающая поверхность корней равнялась 281,21 см². По данным Дитмера, поверхность корней сои при выращивании ее в вегетационных сосудах (диаметр 7,5 см и глубина 15 см) составляла 406 см² без площади корневых волосков (А. Демолон [43]).

Влажность и температура почвы в сосудах довольно специфичны, и сопоставление поверхностей корней, полученных по нашим расчетам (табл. 3.13) и по данным Дитмера, в достаточной степени схематично. В наших исследованиях только у одного растения сои площадь корней (350,95 см²) без корневых волосков была наиболее близка к данным А. Демолона (406 см²).

Существенным недостатком метода, с помощью которого определялась масса корневой системы сои, является потеря корневых волосков. Несмотря на малые размеры, они способствуют значительному увеличению общей поверхности корней. Известно, что если длина ребра куба составляет 1 см, то общая поверхность его будет 6 см², а если этот кубик разделить на кубики с длиной ребра 1 мм, то общая поверхность их составит 60 см².

Таблица 3.13

Поверхность корней (см²) у отдельных растений сои без корневых волосков, сорт Кубанская 276

Фаза развития сои	Растение				Среднее
	1-е	2-е	3-е	4-е	
Ветвление	18,26	16,36	17,64	14,46	16,68
Цветение	81,09	104,19	70,20	81,82	84,32
Образование бобов	132,00	105,15	146,04	113,46	124,15
Созревание	350,95	266,02	212,06	295,81	281,21

До массового образования бобов поверхность листьев у сои больше, чем поверхность корней (без учета корневых волосков), в 18,7—21 раз. С учетом корневых волосков эта разница, по-видимому, уменьшится в 10 раз (табл. 3.14). Во второй период вегетации средняя площадь листьев превышает площадь корней в 12,2—12,9 раза. Если считать, что корневые волоски увеличивают всасывающую поверхность корней в 10 раз, то в период массового образования бобов площади поверхностей листьев и корней сои становятся почти равными.

Таблица 3.14

Коэффициент превышения площади листьев над поверхностью корней у сои, сорт Кубанская 276

Период развития сои	Дата	Растение				Среднее
		1-е	2-е	3-е	4-е	
Массовое ветвление	7 VII	21	18	20	16	19
Начало цветения	10 VII	27	28	12	19	21
Массовое образование бобов	13 VIII	21	20	8	13	13
Начало созревание	1 IX	6	12	18	—	12

В целом, по данным опытов, можно сказать, что корневая система сои сравнительно невелика, и по этому признаку ее нельзя отнести к засухоустойчивым культурам. О малой степени засухо-

устойчивости сои свидетельствует и такой показатель, как корневой коэффициент Ротмистрова. Корневой коэффициент, рассчитанный нами для сои, составляет 5000. Сопоставление его с корневым коэффициентом для таких культур, как озимая пшеница (14 616), озимая вика (12 100), ячмень (9546), овес (8066), просо (11 550), сорго (11 660), кукуруза (15 142) показывает, что среди перечисленных культур для сои характерно самое малое его значение.

Сорго и просо принято считать относительно засухоустойчивыми. Судя по корневым коэффициентам, среди этих культур сою можно поставить на последнее место, рядом с такой культурой, как фасоль (5100), даже у боба конского и гороха корневой коэффициент выше (соответственно 9240 и 9568). Таким образом, приведенные данные показывают, что по величине корневой системы сою можно отнести к культурам, слабо противостоящим засухе, а по тонкости корней — к культурам, гибель которых может наступить при влажности почвы, равной влажности завядания.

Изучение корневой системы сои позволяет сказать, что ее величина и форма зависят от сорта, индивидуальных свойств растения, механического состава и плотности почвы, а также от влажности и температуры почвы. Тип распространения корневой системы позволяет оценить роль двух сред (почвы и атмосферы) в жизни растений этой культуры. Чем меньше объем корневой системы, обычно это наблюдается на почвах с кислой реакцией среды, тем больше зависят растения от условий окружающей среды, и наоборот, чем глубже в почву уходят корни растений, тем легче они переносят неблагоприятные колебания погоды.

3.5. Вегетационный период сои

Приобретение экологически важных признаков растениями, и в их числе раннеспелости или позднеспелости, в значительной мере идет за счет естественного отбора. Свойство скороспелости обусловлено экологически и в новых условиях среды оно может проявляться по-разному. Некоторые виды растений могут успешно произрастать в новой для них почвенно-климатической среде, некоторые при известной разнице между их потребностями и условиями могут расти, но при этом теряют ценные для селекционера признаки, а некоторые вообще не могут приспособиться к новым условиям.

Рост и развитие растений в природных условиях происходят при наличии определенных закономерностей явлений: смене дня и ночи, времени года, различиях в длительности дня, определенной изменчивости температуры воздуха и количества осадков и др. Все эти явления имеют конкретную повторяемость вследствие движения Земли вокруг Солнца, и везде, где бы ни выращивались культурные растения, они под влиянием закономерной изменчивости условий меняют длительность межфазных периодов и всего

периода вегетации. Следовательно, изменчивость продолжительности периода вегетации — явление всеобщее и закономерное для любой территории, но в каждом месте оно может иметь определенные характерные черты.

Изменчивость длительности межфазных периодов и всего периода вегетации у растений влечет за собой самые различные последствия. Если сильно задерживается прорастание, то нарушается дружность всходов и дальнейшая синхронность роста и развития при ускоренном процессе образования плодов они имеют разный химический состав, различную всхожесть и т. д. Создание сортов с минимальной изменчивостью длительности межфазных периодов при переменных условиях окружающей среды — это на сегодняшний день сверхзадача для всех селекционеров.

Для выявления типичности изменчивости длительности межфазных периодов сорта сои были разделены на три группы по степени скороспелости. Для каждой группы сортов и различных регионов страны по данным наблюдений на сортоиспытательных участках (1965—1970 гг.) подсчитаны средняя длительность межфазных периодов и ее коэффициенты вариации. У всех сортов наиболее неустойчивым является период посев — всходы (v равняется 18—40), продолжительность периодов всходы — цветение и цветение — созревание колеблется меньше, соответственно их коэффициенты вариации равны 8—21 и 10—19 (табл. 3.15).

Таблица 3.15

Средняя продолжительность межфазных периодов сои (дни)
и ее изменчивость v (%)

Регион	Число случаев	Посев—всходы		Всходы—цветение		Цветение—созревание	
		дни	<i>v</i>	дни	<i>v</i>	дни	<i>v</i>
Раннеспелые сорта							
Украинская ССР	35	14	27	57	17	62	10
Молдавская ССР	11	12	40	50	21	55	19
Краснодарский край	28	13	33	60	17	61	19
Амурская область	169	17	22	41	17	66	13
Приморский край	40	13	18	40	14	64	10
Хабаровский край	48	15	25	42	13	65	13
Среднеспелые сорта							
Украинская ССР	194	15	27	59	12	67	10
Молдавская ССР	74	13	28	55	15	62	15
Краснодарский край	19	11	33	60	9	58	15
Амурская область	14	17	22	41	17	66	13
Приморский край	19	13	25	41	15	66	10
Хабаровский край	24	14	21	43	11	63	12
Позднеспелые сорта							
Украинская ССР	17	19	21	71	8	70	11
Молдавская ССР	27	13	27	58	11	62	16
Краснодарский край	41	13	25	63	12	63	17
Приморский край	32	13	19	40	14	64	10

Колебания продолжительности межфазных периодов интересно сопоставить с такими факторами климата, которые выявляют изменчивость метеорологических условий территории. В качестве таких признаков приняты средняя междусуточная изменчивость и средняя суточная амплитуда температуры воздуха.

Верхний слой почвы (0—10 см), в котором прорастают семена растений, более других подвержен влиянию аномалий в увлажнении и прогревании. Резкие колебания влажности и температуры верхнего слоя почвы зависят от изменений этих факторов в атмосфере. В средних и высоких широтах изменения температуры воздуха и осадков очень резки и значительны. Постоянные воздушные течения наблюдаются только в тропиках, где изменения температуры воздуха невелики. Междусуточная изменчивость температуры воздуха определяется как разность средних температур смежных суток и является показателем изменчивости погоды. В период вегетации сои междусуточная изменчивость больше всего в его начале (май—июнь) и конце (август—сентябрь). В середине периода она несколько меньше (табл. 3.16). Средняя суточная амплитуда температуры воздуха в основных районах выращивания сои меньше на Дальнем Востоке (6,9—9,9 °С в июне—октябре) и больше в Краснодарском крае (8,9—10,8 °С).

Таблица 3.16

Средняя суточная амплитуда (1) температуры (°С)
и междусуточная изменчивость (2) в различных географических пунктах

Станция	IV		V		VI		VII		VIII		IX		X	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Благовещенск	8,8	2,1	9,8	2,3	8,8	1,1	8,0	1,6	8,5	1,6	8,4	1,7	8,4	2,2
Владивосток	5,5	1,7	5,6	2,1	4,4	1,8	3,9	1,5	4,5	1,2	5,5	1,3	5,5	2,2
Киев	6,3	2,0	7,7	2,1	8,1	2,0	8,4	1,9	8,3	1,9	7,8	1,9	5,3	2,0
Ростов-на-Дону	8,5	1,9	9,6	1,8	9,3	1,7	10,1	1,5	10,3	1,5	10,2	1,8	7,2	2,1
Полтава	7,0	2,0	8,1	2,1	8,7	2,0	8,7	1,8	9,3	1,8	9,0	1,9	5,7	2,1
Армавир	3,7	2,0	4,6	1,8	5,3	1,4	5,8	1,4	6,1	1,2	6,3	1,7	5,1	2,2

Анализируя изменчивость длительности межфазных периодов и среднюю суточную амплитуду температуры воздуха, можно заметить, что между ними существует определенная связь. Чем больше средняя суточная амплитуда температуры воздуха, тем изменчивее межфазные периоды у сои. Например, в период посев—всходы (июнь на Дальнем Востоке) суточная амплитуда температуры 7,9—8,8 °С, изменчивость периода у разных по скороспелости сортов сои 18—25 %. В европейской части СССР (ЕЧС) амплитуда составляет 7,7—9,6 °С (май), изменчивость периода посев—всходы 21—40 %. Изменчивость продолжительности периода всходы—цветение несколько меньше, чем периода посев—всходы, и по степени скороспелости сортов на территории СССР варьирует в пределах 8—21 %. На Дальнем Востоке средняя амплитуда температуры воздуха от всходов до цветения со-

ставляет 6,9—8,8 °С, изменчивость периода у всех рассматриваемых сортов сои равна 11—17 %; в ЕЧС соответственно 9,1—10,2 °С и 8—21 %. В период цветение—созревание (август, сентябрь) средняя суточная амплитуда температуры воздуха на Дальнем Востоке 7,2—9,2 °С, изменчивость периода у сои разных сортов 10—13 %; в ЕЧС 7,8—10,8 °С и 10—19 %.

Изменчивость продолжительности межфазных периодов и всего периода вегетации растений проявляется также и в зависимости от междусуточных колебаний температуры воздуха. На территории, где температура воздуха отличается значительной междусуточной изменчивостью и большой амплитудой, трудно создавать формы сортов с устойчивым периодом вегетации.

Из опытов, проведенных нами на Майкопской опытной станции, видно, что в отдельные годы оптимальные для посева температура почвы (14—15 °С) и состояние увлажнения (80 % НВ в слое почвы 0—20 см) сохраняются в течение очень непродолжительного времени, за 1966—1970 гг. это в среднем с 5 по 10 мая. Необходимое увеличение температуры воздуха в процессе вегетации сои также нарушается. Например, в 1966 г. средняя температура за период посев—всходы была 15 °С, за период всходы—3-й лист 19 °С, а за период 3-й лист—ветвление 16 °С и только затем уже 20—24 °С (табл. 3.17).

Таблица 3.17

Температура воздуха и количество осадков по межфазным периодам сои сорта Кубанская 276 в 1966—1970 гг., МОСВИР

Период	1966		1967		1968		1969		1970	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Посев — всходы	15	42	17	16	19	18	17	41	16	26
Всходы — 3-й лист	19	92	20	3	20	0	14	24	14	33
3-й лист — ветвление	16	156	17	21	18	23	18	0	17	84
Ветвление—цветение	20	102	20	80	19	88	21	50	20	52
Цветение—образование плодов	24	17	20	49	21	40	20	5	23	15
Образование плодов—созревание	20	101	20	114	20	151	22	48	19	35
Созревание—уборка	14	9	14	46	21	1	16	24	12	27

Примечание. Здесь 1 — температура воздуха (°С), 2 — осадки (мм).

Большое значение для сои имеет связь температуры воздуха и осадков. Лучший вариант, когда средние декадные значения количества осадков в 1,1—1,2 раза больше значений средней декадной температуры воздуха. Такая связь наблюдается в средних многолетних значениях, но не везде, а только в отдельных регионах страны. В отдельные годы она, как правило, нарушается, что и является причиной торможения или ускорения процессов роста и развития растений. На примере отдельных лет (1966—1969) хорошо видны нарушения связи температуры воздуха и осадков.

Таблица 3.18

Темпы развития сорта Кубанская 276 в опытах 1967—1970 гг., МОСВИР

Период	1966		1967		1968		1969		1970	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Посев — всходы	10—23 V	13	6—17 V	11	6—23 V	17	5—20 V	15	7—17 V	10
Всходы — 3-й лист	23 V—6 VI	14	17—26 V	9	23—29 V	6	20—26 V	6	17—30 V	14
3-й лист — ветвление	6—18 VI	12	26 V—14 VI	19	29 V—13 VI	15	26 V—14 VI	9	30 V—12 VI	13
Ветвление — цветение	18 VI—16 VII	28	14 VI—11 VII	27	13 VI—8 VII	25	14—VI—10 VII	26	12 VI—12 VII	30
Цветение — образование плодов	16—30 VII	14	11—25 VII	14	8—24 VII	16	10—22 VII	12	12—28 VII	16
Образование плодов — созревание	30 VII—16 IX	48	25 VII—10 IX	54	24 VII—20 IX	58	22 VII—1 IX	51	28 VII—20 IX	54
Созревание — уборка	12 IX—1 X	15	17 IX—9 X	22	20 IX—26 IX	6	1—30 IX	29	20 IX—1 X	11

В 1966 г. связь между температурой воздуха и осадками была, но ее коэффициенты были значительно больше, чем 1,1—1,2. В 1967—1969 гг. она вообще отсутствовала. Поэтому в отдельные годы продолжительность межфазных периодов изменялась в широких пределах. В среднем она для периода посев—всходы составила 10—17 дней, всходы—3-й лист 6—14 дней, 3-й лист—ветвление 9—19 дней, ветвление—цветение 25—36 дней и т. д. (табл. 3.18).

В 1973 г. в Японской метеорологической службе была создана специальная группа для оценки повторяемости необычных температур и осадков. За 1961—1972 гг. число случаев с аномально высокими и низкими температурами воздуха в мире составило 206 и 460, а с избыточными и недостаточными осадками — 295 и 472. В целом в климате мира в течение почти 40 % указанного периода наблюдались аномалии либо температуры воздуха, либо осадков (табл. 3.19).

Таблица 3.19

Число случаев с аномальными значениями температуры воздуха и осадков за 1961—1972 гг. (по Е. П. Борисенкову)

Аномалия	XII—II	III—V	VI—VIII	IX—XI	Сумма
Высокие температуры	55	64	46	41	206
Низкие температуры	150	100	113	97	460
Избыточные осадки	80	75	74	66	295
Недостаточные осадки	132	119	105	116	472

Погодные аномалии нарушают взаимосвязи между организмом и средой. Метеорологические условия, меняясь, то усиливают, то тормозят рост и развитие растений и тем самым то ограничивают, то увеличивают интенсивность физиологических реакций на внешнюю среду, нарушая ритмичность, свойственную растениям. Актуальнейшей задачей является забота о том, как избежать сокращения или сильной стимуляции биологических функций растений при смене метеорологических условий. Поиски практического решения, по-видимому, должны быть направлены по пути дальнейшего изучения экологической обусловленности поведения растений. Интересна возможность изменений чувствительности растений путем селекции, регулирования питания и других факторов.

Изменчивость продолжительности межфазных периодов у сои определяют не только факторы внешней среды, но и биологические свойства растений. Анализ коэффициентов изменчивости продолжительности одного межфазного периода с другим показывает, что между ними существует связь. В общей выборке для таких сортов сои, как ВНИИСК 1, Терезинская 2, ВНИИМК 9186, Бируинца 12, Кировоградская 4, Днепровская 12, Неполегающая 2, Салют 216, Амурская 41, Хабаровская 4, Амурская 154, Приморская 71, Приморская 529, коэффициент корреляции между изменчивостью продолжительностей периодов посев—всходы и всходы—цветение небольшой (0,45), но он показывает, что из-

менчивость начального периода развития сказывается на изменчивости следующего межфазного периода. Коэффициент корреляции между изменчивостью продолжительностей периодов всходы — цветение и цветение — созревание выше (0,60), т. е. влияние предшествующего периода на последующий значительно существеннее.

Длительность вегетационного периода сортов сои — это результат совокупного взаимодействия внешних метеорологических факторов с особенностями биологии растения, обусловленными его происхождением. Все влияющие факторы определяют в той или иной степени изменчивость продолжительности этого периода.

3.6. Биологические признаки и урожайность сои

Деятельность любого организма направлена на то, чтобы поддержать индивидуальную жизнь и сохранить наперекор разрушающим эту деятельность условиям анатомическую и физиологическую целостность. Формирование урожая было бы значительно проще, если бы растения жили в одной среде. Но они живут в разных средах (атмосфера и почва), природа которых существенно различна. Границы благоприятных условий в двух средах всегда уже, чем в одной.

Способность растений иметь высокую продуктивность и создавать ко времени уборки наибольшее количество созревших плодов всегда требует определенных условий, при которых основные органы растений и их функции синхронно работают на создание урожая.

Условия окружающей среды, в которой живут растения, могут меняться настолько широко, что нередко создается угроза их существованию. Но даже при самых экстремальных условиях погоды часть растительных организмов сохраняет жизнеспособность и дает урожай. С экологической точки зрения это возможно только потому, что в процессе эволюции биологические системы выработали в себе защитные механизмы, сохраняющие постоянство внутренней среды или гомеостаз. Таким барьером у растений можно считать фенотипическую изменчивость.

Высокую продуктивность сои определяет площадь корневой и листовой поверхности, ветвистость и высота растений, число продуктивных узлов с цветковыми кистями, число цветков в кисти, число бобов и семян в бобе. В процессе роста и развития растений все элементы продуктивности находятся во взаимосвязи. Чем лучше условия, тем надежнее связь всех биологических функций у растительных организмов, тем выше их продуктивность.

Много внимания связи морфолого-физиологических органов сои с урожайностью уделил в своей работе Н. И. Корсаков [67]. Он рассмотрел корреляции урожая семян сои с одного растения с различными морфолого-физиологическими признаками по данным Дальневосточной опытной станции ВИР за 1967—1968 гг.

Выполненный нами анализ метеорологических условий этих лет, показал, что годы опытов существенно различались по средней декадной и максимальной температурам воздуха, по количеству осадков и числу часов солнечного сияния. Средние декадные температуры воздуха в первую половину вегетации сои (июнь — август). были сходными по годам. Различия отмечались во время сезонного снижения температуры воздуха. В 1967 г. уменьшение средних декадных температур шло с возвратом теплых дней — в конце августа и в сентябре, в 1968 г. такого возврата к потеплению не было. Аналогичное различие видно и в максимальных температурах воздуха. В 1967 г. максимальная температура воздуха в течение июля — августа достигала 31—33 °С, в 1968 г. она поднималась до 34 °С, но лишь в течение одной декады.

Существенно различались в эти годы и осадки. В 1967 г. с мая по сентябрь они не превышали 60 мм в декаду, в 1968 г. они достигали 77, 84, 102 мм. Наибольшие различия были в июне и в августе (рис. 3.5). Продолжительность солнечного сияния наоборот, в 1967 г. была не менее 55 ч в декаду, в 1968 г. она была 38, 41, 45 ч в декаду. Наибольшие значения числа часов солнечного сияния в 1967 г. достигали 89—98, в 1968 г. 76—81. В целом 1967 г. был умеренно теплый, сухой и солнечный, а 1968 г. — умеренно теплый, но влажный и пасмурный.

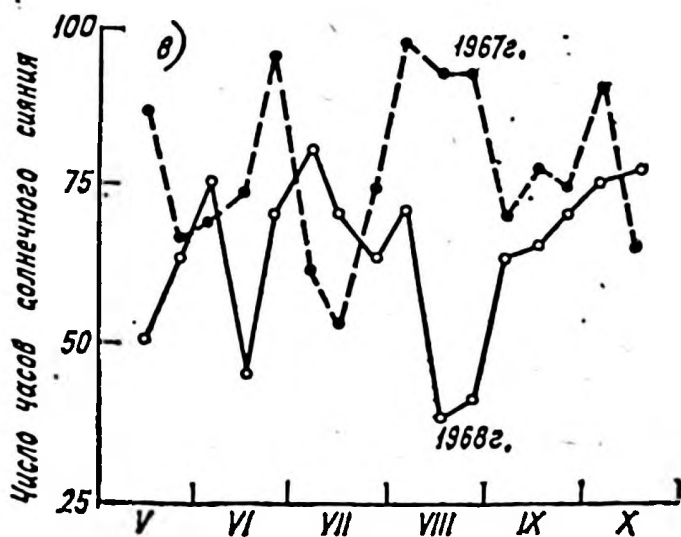
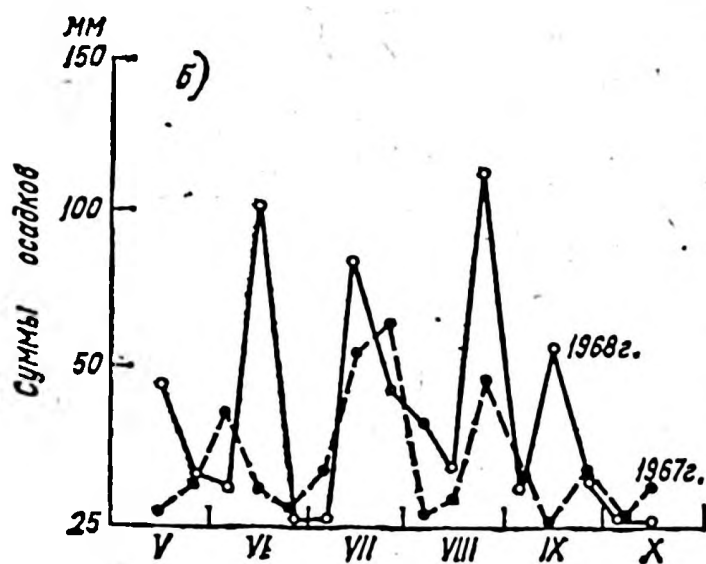
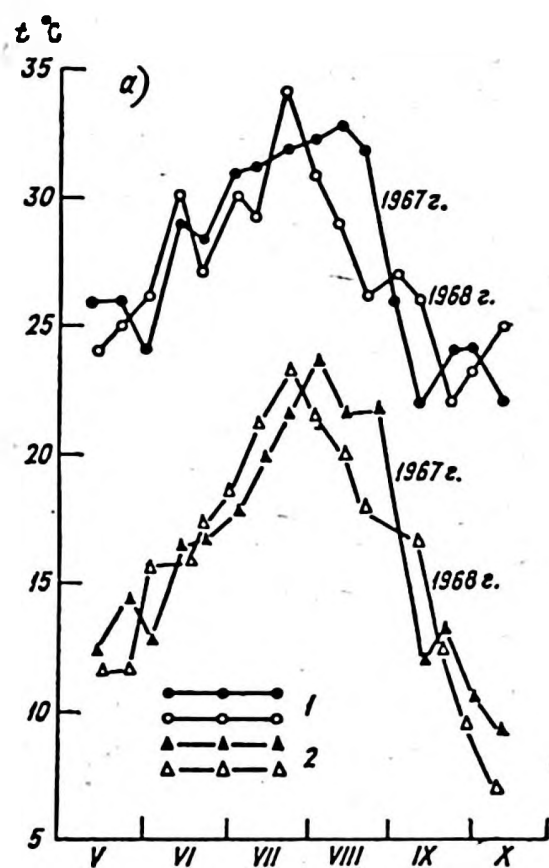
В эти годы связи урожая семян с биологическими признаками были различными (табл. 3.20). Так, связь урожая семян с числом ветвей на одном растении в 1967 г. оказалась несущественной

Таблица 3.20

Коэффициенты корреляции урожая семян с одного растения сои с другими признаками в 1967 г. (1) и 1968 г. (2),
Дальневосточная станция ВИР (по Н. И. Корсакову)

Признак	Естественная длина дня		Развитие растений в течение 10 дней при укороченном 10-часовом дне	
	1	2	1	2
Высота растений	—0,06	—0,28	0,70	0,17
Толщина стебля	0,69	0,76	0,60	0,83
Число ветвей на 1 растение	—0,11	—0,50	—0,31	0,38
Длина листочка	0,48	0,72	0,67	0,82
Ширина листочка	0,67	0,71	0,71	0,76
Угол отхождения ветвей от стебля	—0,44	—0,27	—0,30	—0,36
Число листьев на 1 растение	—0,07	0,37	0,65	0,33
Длина цветочной кисти	—0,09	0,21	0,17	0,71
Число цветков в кисти	—0,15	0,06	0,26	0,45
Длина боба	0,55	0,58	0,53	0,85
Ширина боба	0,54	0,60	0,50	0,88
Число семян в бобе	—0,48	—0,31	—0,22	—0,15
Высота прикрепления нижнего боба	0,10	0,07	0,41	0,42
Масса 1000 семян	0,67	0,59	0,50	0,89
Количество бобов на 1 растение	0,51	—0,15	0,77	—0,19
Продолжительность периода всходы — цветение	0,07	0,33	0,10	0,34

Рис. 3.5. Максимальная (1) и средняя (2) температура воздуха (а), суммы осадков (б) и число часов солнечного сияния в декаду (в) в годы опытов (1967 и 1968).



($r = -0,11$), а в 1968 г. была значительно больше ($r = -0,50$). С числом бобов на одном растении урожай семян дальневосточных сортов имел положительную связь в 1967 г. ($r = 0,51$), и, наоборот, эти же параметры имели несущественную отрицательную связь в 1968 г. ($r = -0,15$).

Устойчивая связь урожая семян сои с одного растения в оба года (1967, 1968) наблюдалась с толщиной стебля, с шириной листочка, с длиной боба, с шириной боба, с массой 1000 семян (табл. 3.20).

Морфолого-биологические признаки имеют разную изменчивость. Наиболее изменчивы высота стебля, площадь листовой поверхности, количество плодов. С изменчивыми признаками продуктивность сои в различные по погодным условиям годы связана слабо. С высотой растения коэффициенты корреляции равны $-0,06$ и $-0,28$, с числом листьев на одном растении $-0,07$ и $-0,37$. Менее изменчива у сои площадь листочка, с шириной и длиной которого тесно коррелирует урожай семян (коэффициенты корреляции $0,67$ и $0,71$, $0,48$ и $0,72$).

Толщина стебля зависит от количества проводящих путей в поперечном сечении стебля. Чем больше в нем капилляров, тем легче осуществляется перенос и обмен веществ и газов между вегетативными и репродуктивными органами (Д. А. Сабинин [107], Н. А. Максимов [79]). С толщиной стебля тесно коррелирует урожай семян ($0,69-0,76$).

У сорта ВНИИСК 1 в Краснодарском крае урожай семян в 1966 г., по данным Ю. П. Мякушко, был тесно связан с числом бобов и числом продуктивных узлов (r равняется $0,82$ и $0,54$). Этот год в крае отличался резкой сменой погоды в июне, на смену жаркой первой декаде ($22,3^{\circ}\text{C}$) пришла необычная для этих мест холодная декада ($15,7^{\circ}\text{C}$). Выпало около 2—3 норм осадков, а во вторую половину лета преобладала жаркая и сухая погода, максимальная температура воздуха достигала 43°C .

Из приведенных данных видно, что у сои есть морфолого-физиологические признаки, с которыми урожай семян относительно тесно связан при любых метеорологических условиях, и есть признаки, связь которых с урожайностью существенно меняется в зависимости от метеорологических условий. В любые по метеорологическим условиям годы главную роль в формировании урожайности сои играют следующие биологические свойства: толщина стебля, ширина листочка, длина боба, ширина боба, масса 1000 семян. В умеренно теплые относительно сухие и солнечные годы дополнительно к указанным свойствам на урожайность сои оказывает влияние угол отхождения ветвей от стебля (обратная связь), число цветков в кисти, число семян в бобе, количество бобов на одном растении. В умеренно теплые, влажные и пасмурные годы на урожайности сои сказываются высота растений, число ветвей на одном растении (отрицательная связь), длина листочка, число листьев на растении, продолжительность периода всходы — цветение (положительная связь).

Для каждого климатического региона страны сорта сои должны иметь индивидуальное доминирование определенных морфолого-биологических свойств. Это позволит растениям координировать свои функции так, что на конечную цель — урожайность — будут работать все те структурные особенности растений, с которыми у нее наиболее тесная связь. Исходя из наших погодных условий, селекционеры должны стремиться получить сорта с меньшей изменчивостью именно тех признаков, с которыми тесно связана урожайность сои.

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОИ

4.1. Длительность дня

Соя — культура короткого дня. Она принадлежит к группе растений, для которых идеальным является день, равный 12—13 ч. С продвижением в более северные широты длительность дня увеличивается и на границах центров формообразования сои (50° с. ш.) составляет 16 ч 23 мин в июне и 14 ч 32 мин в середине августа. К северу от 50° с. ш. урожайность сои во многих странах Европы и в СССР составляет 40—50 % возможной. Длинный день увеличивает период вегетации, при этом происходит сдвиг созревания на период низких температур и семена сои не достигают полной спелости. Низкое качество семян — одна из главных причин снижения урожайности. Н. И. Вавилов [23], Н. А. Базилевская [8], Е. Н. Синская [111] неоднократно подчеркивают, что граница древнейших очагов формообразования может быть для ряда сельскохозяйственных культур потенциальной и за ее пределами селекция таких сортов становится затруднительной.

С продвижением в северные широты меняются многие условия среды и среди них спектральный состав солнечной радиации. В Китае, Корее, Японии, США соя выращивается между 40—46° с. ш. при высоте солнца в полдень 53,1—73,3°. В европейских странах и в СССР — на 50—52° с. ш. при высоте солнца 41,1—61,3° (табл. 4.1). По мере снижения солнца над горизонтом увеличивается путь лучей в атмосфере, а следовательно, и масса атмосферы, через которую проходит солнечный луч, соответственно увеличивается поглощение и рассеивание солнечной радиации. При этом сильнее рассеиваются лучи коротковолновой радиации, наиболее важной для сои. Нисли, Бернард, Хитли (C. Nisslye, R. Bernard, C. Hettle, [1966]) отмечают, что разница в спектральном составе солнечной радиации днем сказывается на зацветании сои.

Длительность воздействия солнечной радиации на сою при высоте солнца 53—73° в центрах происхождения исходных форм (40—46°) составляет 150—160 дней, а в более северных (48—52°)

Таблица 4.1

Высота солнца (...°) в полдень на 15-е число

Широта	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
52°	47,7	56,8	61,3	59,6	52,2	41,1	29,6
50	49,7	58,8	63,3	61,6	54,2	43,1	31,6
48	51,7	60,8	65,3	63,6	56,2	45,1	33,6
46	53,7	62,8	67,3	65,6	58,2	47,1	35,6
44	55,7	64,8	69,3	67,6	60,2	49,1	37,6
42	57,7	66,8	71,3	69,6	62,2	51,1	39,6
40	59,7	68,8	73,3	71,6	64,2	53,1	41,6

120—130 дней (табл. 4.2). От продолжительности воздействия солнечной радиации зависят физиологические ритмы развития растений. Влияние длительности дня на сою изучается с разных сторон, для экологической характеристики наибольший интерес представляет зависимость ее роста и развития от этого показателя. Данные В. Н. Любименко [75] о влиянии длительности дня на различные органы растений мы свели в одну табл. 4.3, из которой видно, что периодичность освещения на 60° с. ш. по-разному действует на корни, стебли, листья и др. Для оптимального развития каждого органа сои требуется своя длительность дня. Осевые органы — стебель и корень — у сои достигают максимума при очень коротком дне, равном всего 4 ч, листья и плоды — при коротком 8—10-часовом дне. Большое влияние длина дня оказывает на общую форму растения. За счет удлинения междоузлий увеличивается высота стебля и облиственность. Оптимальная площадь листа, при которой наблюдается наименьшая осыпаемость плодов, создается у растений сои при укороченном дне (8—10 ч). Разные потребности у органов сои к длине дня являются одной из причин утраты параллелизма в изменчивости роста и развития при продвижении в северные широты.

Таблица 4.2

Спектральный состав солнечной радиации (%) при различных высотах солнца [56]

Участок спектра	Высота солнца, ... °									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
Ультрафиолетовый	3,8	3,7	3,5	3,3	3,1	2,8	2,5	2,0	1,2	0,6
»	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,0	1,6	0,7	0,1
Фиолетовый и синий	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,3	4,9	4,2	2,5	1,0
Зеленый	11,4	11,3	11,2	11,1	11,0	10,9	10,6	9,9	7,4	4,4
Желтый и красный	14,1	14,1	14,2	14,3	14,3	14,2	14,1	13,8	12,9	10,6
Красный и инфракрасный	13,1	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,7	14,0	14,8	14,4
Инфракрасный	19,0	19,1	19,2	19,3	19,5	19,8	20,3	21,2	23,5	25,9
»	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,2	18,7	19,5	21,8	24,8
»	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8	11,0	11,5	12,7	14,4
»	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,5	2,8

Влияние длительности дня на формирование разных органов сои [75]

Показатель	Длина дня, ч					
	16	14	10	8	6	4
Сухая масса						
% от массы стебля растения	42,4	—	24,7	24,4	28,3	49,0
% от массы корня растения	17,9	—	11,1	7,5	11,0	20,9
% от массы осевой части растения	60,4	—	35,8	31,9	39,3	69,9
% от массы плодов растения	0,0	—	34,6	33,0	23,1	0,0
% от массы листьев и плодов растения	39,5	—	64,1	68,0	58,8	30,1
Длина стебля, см	131	—	43	46	30	27
Средняя длина 1 междоузлия, см	13,1	—	7,1	7,7	6,0	5,4
Средняя площадь 1 листа, см ²	31	—	26	26	15	6
Сухая масса 1 см ² площади листа, мг	2,3	—	1,9	2,0	2,3	1,3
Количество хлорофилла на 1 г свежего листа, мг	4,1	—	4,7	4,6	3,9	3,5

Для сои интересны исследования о нейтральности растений к постоянной длительности дня. В Иллинойсе (США) выделили только один сорт, нейтральный к постоянному освещению. Как правило, при постоянной длительности дня растения задерживают цветение на 60—85 дней. В нашей стране нейтральными к длительности дня В. И. Сичкарь, А. И. Верещагина, В. В. Хангильдин [113] считают такие сорта, как Капитал, Терезинская 2, ВИР 1256, УК 8, Амурская 415, Скороспелка 3, нечувствительными к длине дня — ВИР 532, Хуан-Ли, ВИР 1389, ВИР 1218.

Характерным признаком, с которым имеет связь реакция растений сои на длинный день, считается содержание азота и бора в вегетативных органах. Можно полагать, что изменение химического состава растений путем регулирования питания азотом, бором и другими микроэлементами позволит подходить к регулированию реакции сои на длительность дня.

В наших опытах в 1961—1972 гг. на Майкопской опытной станции замечено, что одну и ту же продолжительность периода всходы — цветение позднеспелые сорта могут иметь при различных сочетаниях длительности дня и температуры воздуха. Например, при средней длительности дня 15 ч и температуре 22,6 °С, а также при длине дня 14 ч 10 мин и температуре 20,5 °С, при 13 ч 55 мин и 18,5 °С продолжительность периода всходы — цветение у позднеспелого сорта Кормовая 28 была примерно одинаковой (43—44 дня).

У раннеспелого сорта 856-3-34 шведского происхождения длительность периода всходы — цветение при одной и той же температуре воздуха (20,5 °С), но при разной длине дня (15 ч 17 мин и 13 ч 21 мин) оставалась практически постоянной (30 дней). По

нашим данным, наиболее сильным стимулятором начала цветения позднеспелых сортов является короткий день (13—14 ч) в сочетании с повышенными температурами воздуха днем (25—26 °C). А. Демолон [43] отмечает, что соя лучше цветет, когда увеличение длительности дня сопровождается достаточно высокой температурой воздуха. Меньше реагируют на длительность дня сорта Северо-Восточной климатической провинции Китая (Шао Цицюань, 1960).

Реакции сортов сои, как и вообще всех растений, на длительность дня со временем меняются. Продолжительность периода всходы — 3-й настоящий лист при посеве ранне-, средне- и позднеспелых сортов сои в разных географических широтах (44,5° с. ш. — Майкопская опытная станция ВИР и 60° с. ш. — Пушкинские лаборатории ВИР) практически не зависит от длительности дня при условии, если температура воздуха и влажность почвы равнозначны. Наиболее четко соя реагирует на длительность дня в период за две — три недели до цветения, во время цветения и плодообразования. В целом, чем позднеспелее сорт, тем сильнее выражена в нем реакция на длительность дня.

На территории Советского Союза основные районы возделывания сои сосредоточены в Амурской области (50—55° с. ш.), в Хабаровском и Приморском (45—50° с. ш.) и Краснодарском краях (43—47° с. ш.), на Украине (46—50° с. ш.) и в Молдавии (47—48° с. ш.). В этих районах цветение и плодообразование сои происходят в июле — августе, и в зависимости от длительности дня и температуры воздуха цветение может протекать активно или медленно, число цветков и бобов на растении бывает больше или меньше. Длительность дня в июле — августе в регионах возделывания сои на территории СССР (45—52° с. ш.) составляет 14—17 ч и замедляет процесс цветения, если температура воздуха днем ниже 24 °C, а ночью ниже 18 °C.

Благоприятные ночные температуры воздуха на территории Дальнего Востока наблюдаются в июле в районе Благовещенска (17,4—18,8 °C) и в Приморском крае в районе Уссурийска (16,7—17,5 °C).

Наибольший биологический урожай соя дает при такой комбинации значений температуры воздуха днем, ночью и длительности дня, в которой каждое из них будет наиболее благоприятным для растений. Эта ситуация возможна при высоте Солнца 60°, температуре воздуха днем 24—25 °C, ночью 18 °C, длине дня 13—15 ч. Поэтому для успешного выращивания сои на Дальнем Востоке нужно, чтобы фаза цветения проходила в июле, а плодообразование заканчивалось в августе. Для этого ритм развития сортов Дальнего Востока должен быть приспособлен к длинному дню и пониженным температурам.

Путем селекции выведены многие сорта, обладающие этим свойством, но проявляется оно лишь при очень высоком уровне технологии возделывания [116]. Можно отметить большие достижения отечественных селекционеров по выведению сортов, хорошо

адаптированных к длинному дню (17 ч). Практически этим свойством обладают все раннеспелые сорта. Поэтому в тех случаях, когда оптимальные температуры воздуха в течение всего периода вегетации сорта вероятны в 90 % лет, то длинный день (17 ч) в июне не является фактором, ограничивающим рост, развитие и продуктивность районированных сортов.

4.2. Температура и относительная влажность воздуха

Все многообразие изменений температурных условий имеет свои закономерности. Так, минимальная температура воздуха отмечается перед восходом солнца, максимальная — через 2—3 ч после полудня (табл. 4.4). Между минимумом и максимумом температура воздуха в утренние часы повышается быстро, в дневные — медленно, а в вечерние — быстро понижается. Но в процессе вегетации растений температурный режим очень изменчив.

Таблица 4.4

Суточный ход температуры воздуха (°C)

Часы	Уссурийск			Благовещенск			Часы	Уссурийск			Благовещенск		
	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII		VI	VII	VIII	VI	VII	VIII
1	12,5	17,3	18,2	14,2	18,3	16,1	13	19,6	23,5	24,7	21,8	25,1	23,4
2	12,3	17,1	18,1	13,8	18,0	15,8	14	19,8	23,6	24,7	21,9	25,3	23,5
3	12,1	16,9	17,9	13,5	17,6	15,5	15	19,6	23,5	24,6	22,0	25,4	23,5
4	12,0	16,8	17,7	13,2	17,4	15,2	16	19,3	23,1	24,2	21,8	25,2	23,3
5	11,9	16,7	17,5	13,2	17,4	15,0	17	18,5	22,3	23,5	21,5	24,8	22,7
6	12,5	17,2	17,7	14,2	18,1	15,4	18	17,6	21,4	22,4	20,8	24,1	21,9
7	13,5	18,0	18,6	15,4	19,2	16,5	19	16,4	20,2	21,1	20,1	23,2	20,6
8	14,5	18,8	19,6	16,8	20,4	17,8	20	15,2	19,1	20,1	18,6	21,9	19,3
9	15,6	19,9	20,9	18,0	21,6	19,2	21	14,3	18,5	19,4	17,2	20,8	18,2
10	17,0	21,1	22,1	19,5	22,8	20,6	22	13,9	18,1	19,1	16,4	20,0	17,5
11	18,1	22,0	23,2	30,4	23,8	21,8	23	13,4	17,8	18,8	15,6	19,3	16,9
12	19,1	22,9	24,1	21,2	24,6	22,6	24	13,0	17,5	18,4	14,9	18,8	16,4

П. Агесс [2], Р. Дажо [42], Т. К. Горышина [47], Ф. Дрё [49] считают температуру воздуха главным экологическим фактором. С ней связаны все химические превращения, происходящие в растениях. Оптимальная температура воздуха создает благоприятные условия для повышения биологической активности, жизнеспособности и продуктивности растений. Пониженные температуры уменьшают температуру растительных тканей, тормозят скорость химических процессов, при этом биологическая активность, жизнеспособность и продуктивность растений снижаются, даже если сопутствующие факторы находятся в оптимуме.

Растения в процессе эволюции не выработали в себе какого-либо аппарата для поддержания определенной температуры своих органов. Терморегуляция возможна только за счет изменения

физических и химических процессов. Для повышения температур органов в холодные дни растения усиливают напряженность клеточных структур и окисление запасных углеводов. Для ее понижения в жаркие периоды используют простую отдачу тепла в воздух при ветре и увеличивают расход воды в процессе транспирации. Терморегуляцию за счет увеличения транспирации ограничивает высокая относительная влажность воздуха, но она же увеличивает излучение тепла растениями. Эффективность поддержания определенного уровня температуры в органах растения с помощью физико-химических процессов невелика, ее действие непродолжительно и зависит от ряда факторов. За счет такой терморегуляции растения не могут защитить себя от переменных условий погоды.

Чтобы сохранять постоянной внутреннюю среду при меняющихся метеорологических условиях, растения приспособились изменять ритм развития. Изменчивость темпов развития у растений стала механизмом противодействия неблагоприятному влиянию погоды. Приобретенная растениями функциональная изменчивость дала им комплекс положительных свойств. В некотором диапазоне метеорологических условий растения могут иметь очень высокую продуктивность.

Изменчивость ритмов развития у растений явилась основой экологической адаптации и дала им возможность распространиться в разные климатические зоны. Человек использует это свойство растений для создания высокопродуктивных сортов, приспособленных к определенным условиям среды.

Влияние сорта и среды на изменчивость роста вегетативных органов и развития растений оценивается учеными отдельно и различно. У А. И. Воейкова [32], К. Смита [115] есть сведения, по которым влияние погоды примерно на 50 % определяет продуктивность сорта. По данным биологов, в числе факторов, определяющих продуктивность, сорту принадлежит 25 %. Я. Тот и И. Кишш сообщают, что самые лучшие сорта определяют урожайность на 58—61 %. По данным Н. И. Корсакова [66], зависимость темпов развития от наследственных особенностей сортов составляет 70 %.

Таким образом, главным фактором изменчивости темпов развития растений является температура воздуха. Результат действия температуры на растения проявляется различно в зависимости от биологических и приспособительных свойств растений, от диапазона ее изменчивости, отклонений от оптимума, необходимого сорту, варьирования сопутствующих факторов и др. Дальнейший прогресс в повышении продуктивности может быть достигнут путем создания и подбора сортов, очень хорошо приспособленных к местным условиям.

Относительная влажность воздуха — одна из существеннейших характеристик климата и погоды. Но при изучении этого фактора применительно к растительным организмам приходится сталкиваться с чрезвычайно сложной проблемой выявления его в качестве главного. Связано это с огромным разнообразием сопутст-

вующих метеорологических условий для одной и той же влажности воздуха.

Действие относительной влажности воздуха не представилось возможным оценить однозначно. По данным наших опытов на МОСВИР, наблюдалось ускорение образования плодов сои при повышенной влажности воздуха (85—90 %). Аналогичные данные имеются и в различных литературных источниках. В тоже время во многих случаях, когда урожайность сои в Краснодарском крае, на Украине, в Молдавии была высокой, нельзя отметить угнетающего действия на сою пониженной влажности воздуха. Известно и отрицательное действие повышенной влажности на плодообразование сои при достаточной температуре воздуха.

Ограниченное количество данных о действии относительной влажности воздуха на рост и развитие сои не позволяет сделать определенного вывода о положительной или отрицательной ее роли. Противоречивость же данных о влиянии относительной влажности на растения сои заставляет сомневаться в абсолютной необходимости для растений сои повышенной влажности воздуха, хотя по происхождению это культура влажного тропического климата.

4.3. Физико-химические свойства почвы

Для большинства культурных растений наиболее важными физико-химическими свойствами почвы являются ее плотность, характер распада органического вещества и реакция почвенной среды (рН).

В центрах формообразования сои, в Северо-Восточном Китае, Корее, Японии, Индии, распространен так называемый латеритный тип почв, относящихся к красноземам. На территории СССР этот тип почв занимает небольшие площади в Западной Грузии и на побережье Каспийского моря в Ленкорани. В центральной части США, где соя нашла вторую родину, латеритные почвы распространены более широко. Своеобразный характер разложения органического вещества в латеритных почвах определяется климатическими условиями и карбонатными материнскими породами. Значительная часть органики в этих почвах подвергается разложению до конечных продуктов минерализации, в результате чего запасы гумуса в них невелики, они имеют зернистую и комковатую структуру, рыхлое и пористое сложение и нейтральную реакцию среды.

Отличительной особенностью комковатой структуры латеритных почв является постоянная насыщенность их влагой, что при наличии тепла способствует образованию углекислоты и выделению ее в межкомковатые пространства. Большое содержание углекислоты в почвенном воздухе имеет весьма важное значение. В ее присутствии быстрее накапливаются питательные вещества, необходимые растениям. Кроме того, в период наиболее энергичного фотосин-

теза растения используют углекислоту почвенного воздуха, когда она выделяется из почвы. Активный процесс выделения углекислоты из почвы начинается утром в 10 ч и кончается после полудня.

Крупность зерен почвы и ее структура оказывают сильное влияние на скорость прохождения воздуха. Так, при одном и том же давлении и температуре за один и тот же промежуток времени через плотный порошковатый суглинок проходит 1,62 л воздуха, а через такой же комковатый суглинок, при размерах комочка 1—2 мм в поперечнике, — около 420,2 л (П. А. Костычев [67], Д. Н. Прянишников [99]).

Большое значение для гармоничного роста и развития любой культуры имеет почвенный раствор. Он должен удовлетворять следующим требованиям: быть уравновешенным, иметь благоприятную концентрацию ионов водорода (рН) и содержать все необходимые макро- и микроэлементы. Из перечисленных свойств почвенного раствора наибольшую роль для сои играет концентрация ионов водорода. Оптимальное для сои рН равно 6,5—7,0. В природных условиях такую концентрацию ионов водорода обуславливает почвообразовательный процесс, проходящий на карбонатных материнских породах.

Растения могут способствовать изменению состава почвенного раствора в сторону подкисления, так как большинство из них берут из почвы средние соли, но одни — больше, другие — меньше. Соя как бобовая культура потребляет из почвы много азота, из-за чего в почве в процессе роста сои накапливается больше ионов водорода. Латеритные почвы противостоят накоплению ионов водорода, так как они постоянно насыщены влагой и углекислотой.

Соя при достаточном количестве влаги в почве и нейтральной реакции использует азот не только из почвы, но и из воздуха. Этому помогают клубеньковые бактерии, которые поселяются на ее корнях. Они успешно развиваются при нейтральной реакции среды (рН=7,0) или очень небольшом сдвиге в сторону подкисления (рН=6,5). Повышенная кислотность угнетает их деятельность.

Результаты выращивания сои в разных странах мира показали, что эта культура предпочитает средние почвы. Она плохо удается на бедных органическим веществом почвах, отрицательно реагирует на почвы кислые и щелочные, на почвы, состоящие в основном из фракций песка или глины, на почвы с высокой и низкой пористостью (А. К. Лещенко [72], А. Г. Новак [92]).

Урожайность сои на разных почвах сортоучастков Дальнего Востока показывает, что при различных условиях погоды наиболее неблагоприятны для сои оглеенные и сильно оподзоленные дерново-подзолистые почвы. Но и на них при благоприятных условиях погоды урожайность семян может достигать 1,4—1,5 т/га. На почвах, вышедших из-под леса, лугово-черноземных и слабооподзоленных дерново-подзолистых в благоприятные годы урожайность семян сои составляет 2,0—2,2 т/га (табл. 4.5).

Урожайность сои (т/га) на разных почвах сортоучастков
Дальнего Востока в 1970—1975 гг.

Почва	Урожайность		
	средняя	высокая	низкая
Лугово-черноземная	1,4	2,0	1,0
Серая лесная	1,5	2,0	1,0
Дерново-подзолистая			
оглеенная	1,0	1,5	0,6
слабоподзоленная	1,3	2,2	0,6
среднеподзоленная	1,3	1,8	0,8
сильноподзоленная	1,1	1,4	0,7

На почвах, не соответствующих избирательной способности сои, нарушается баланс минеральных веществ в семенах, особенно железа и калия. С количеством железа в семенах сои связана интенсивность прорастания и способность адаптации к условиям окружающей среды. Об этом пишут Дж. Амблер, Дж. Броун [145]. От содержания калия в семенах, по данным А. И. Коровина [65] и Хауэлла [134], зависит продуктивность сои. При селекции сои американские ученые, по сообщениям Д. Д. Брежнева и Г. Г. Шмараева [15], учитывают 12 признаков физико-химических свойств почвы, необходимых для того, чтобы полученные семена имели высокое качество.

На ЕЧС широкую полосу между 40—50° с. ш. занимает степной чернозем — «царь всех почв». Применительно к нему нет необходимости вести специальную селекцию растений. Относительно дерново-подзолистых почв вопрос остается очень сложным. Изменить их реакцию с помощью известкования и больших доз навоза удастся только на определенное время. А у растений, которые плохо мирятся с кислой реакцией среды, и в том числе у сои, на таких почвах резко нарушается обмен веществ. Ионы водорода, проникая в клетки растений, вызывают подкисление клеточного сока, нарушают проницаемость протоплазмы, ухудшают углеводный и фосфорный обмен, снижают содержание белка, уменьшают количество хлорофилла и задерживают заложение репродуктивных органов и оплодотворение (Н. С. Авдонин [1], Д. Н. Прянишников [99], И. М. Культиасов [70]).

Кислая реакция среды при возделывании сои особо неблагоприятна там, где ограничена длительность периода с температурой воздуха выше 15 °С (меньше 90 дней). Совместное действие кислой почвы и пониженной температуры воздуха ведет к снижению качества семян сои.

4.4. Влажность почвы и водопотребление сои

Изучение влажности почвы на Майкопской опытной станции ВИР в 1961—1972 гг. проводилось с целью выяснения влияния ее

на рост, развитие и урожайность сои, а также для выявления периода, когда растения наиболее требовательны к влаге, определения реакции их на постоянное увлажнение, значений суммарного водопотребления и транспирации.

Доступность влаги растениям тесно связана с подвижностью воды в почве. Наибольшей подвижностью вода в почве обладает в интервале от наименьшей влагоемкости (НВ) до 80 % от нее. Считается, что при влажности почвы, равной 70—75 % НВ начинается торможение роста (не развития) растений. Наблюдения за приростом листовой поверхности у сорта Кубанская 276 показали, что влажность, равная 75 % НВ, всегда вызывает торможение роста, но степень его при этом бывает разной и зависит она от сопутствующих условий погоды и фазы развития растений. Наиболее отчетливо это видно из опытов 1968 и 1969 гг., когда измерения влажности почвы и площади листьев проводились через каждые 5—6 дней.

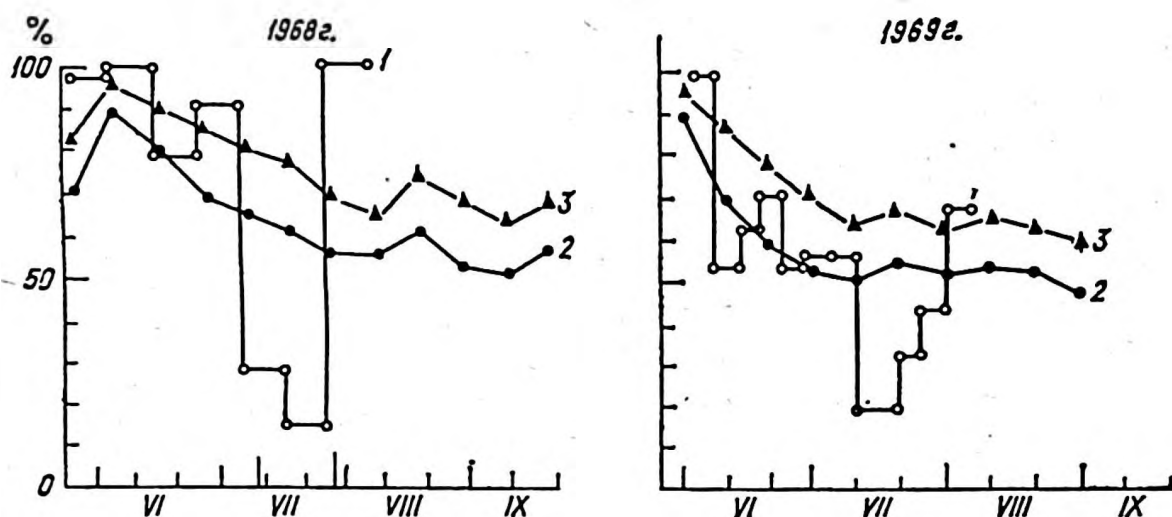


Рис. 4.1. Прирост листовой поверхности сои (% принятого оптимума) (1) и влажность почвы (% НВ) в слое 0—20 см (2) и в слое 0—30 см (3) в годы опытов (1968 и 1969).

За единицу сопоставления (100 %) для влажности почвы принята НВ, за 100 % для листовой поверхности — среднее из значений, наблюдавшихся при влажности почвы 80—90 % НВ в слое 0—50 см и биологическом урожае 4,1—5,2 т/га (рис. 4.1). Торможение роста отмечалось в тех случаях, когда влажность почвы была меньше принятой за 100 %.

В 1968 г. влажность почвы в слоях 0—20 и 0—50 см изменялась от 90 % НВ (16 июня) до 55 и 70 % НВ (27 июля). Листовая поверхность у сорта Кубанская 276 при этом составляла 100 и 14 % оптимальной. Аналогичная картина прослеживалась и в 1969 г. Влажность почвы в слое 0—20 см постепенно уменьшилась от 100 до 47 % НВ, и по мере снижения ее наступало торможение роста листьев, но оно было несколько меньше, чем в 1968 г. Корректирующее влияние на торможение роста в 1969 г. оказывала температура и относительная влажность воздуха, а также

мелкие дожди (29—31 июля выпало 5 мм осадков, 1—3 августа 5—9 мм), которые не изменяли запасов влаги в почве, но благоприятно влияли на рост растений.

Изменение влажности в верхних слоях почвы от 75 % НВ, когда она вызывает торможение роста листьев, до 65 % НВ не вызывало торможения в развитии растений сои.

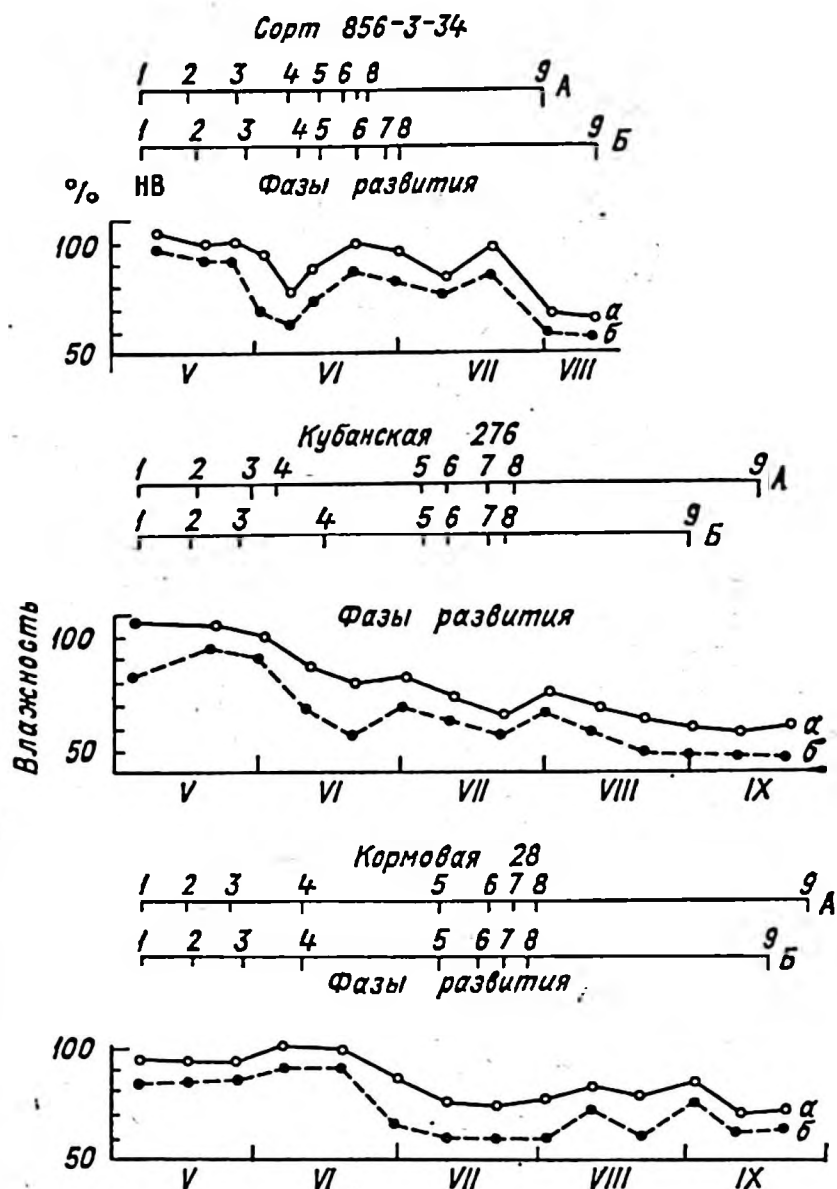


Рис. 4.2. Темпы развития сои при постоянной (А) и переменной (Б) влажности почвы.

Фазы развития: 1 — посев, 2 — всходы, 3 — 3-й настоящий лист, 4 — ветвление, 5 — начало цветения, 6 — массовое цветение, 7 — начало образования бобов, 8 — массовое образование бобов, 9 — созревание; влажность почвы: А — 85—95 % НВ, Б — 60—90 % НВ в слое 0—10 см (а) и 0—20 см (б).

Кроме естественного увлажнения, в опытах были варианты постоянного увлажнения на уровне 90 % НВ с отдельными отклонениями в пределах 85—95 НВ. При двух режимах увлажнения были выращены три разных по скороспелости сорта: 856-3-34 из Швеции, Кубанская 276, Кормовая 28. Как при постоянном, так и при переменном увлажнении почвы (100—65 % НВ) начало цветения у сорта 856-3-34 отмечалось 14 июля, но созревание при постоянном увлажнении наступило на 11 дней раньше, чем при переменном. При тех же режимах увлажнения начало цветения у позднеспелого сорта Кормовая 28 и среднеспелого Кубанская 276 наблюдалось в одни и те же сроки, хотя влажность почвы при

естественном увлажнении опускалась до 58—67 % НВ. Небольшие расхождения были в датах массового образования бобов и существенные — в датах созревания (рис. 4.2).

Значительные различия имел биологический урожай у двух сортов сои. При постоянном увлажнении (85—95 % НВ), когда влага в почве была легкодоступна растениям, он был почти в два раза больше: у сорта 856-3-34 он равнялся 2,8 и 1,4 т/га (1965 г.), у Кубанской 276 составлял 1,05 и 5,1 т/га в 1967 г., а в 1969 г. 5,7 и 3,3 т/га. Из полученных данных видно, что при достаточном количестве тепла от влажности почвы растения более всего зависят в следующие фазы развития: появление всходов, начало образования бобов и начало созревания. Начало цветения, считая от всходов, не зависит от изменений влажности почвы в диапазоне 60—90 % НВ, но интенсивность цветения, число цветков и осыпаемость плодов имеют с ней связь.

В 1966—1968 гг. был проведен специальный опыт, в котором предполагалось установить роль сорта в изменении влажности почвы. Для этой цели влажность почвы определялась на делянках площадью 10 м² под тремя сортами сои, отличающимися по скороспелости и облиственности. Изменения общих запасов влаги под раннеспелым сортом 856-3-34, среднеспелым Кубанская 276 и позднеспелым Кормовая 28 не имели существенных различий во времени. От начальных дат определения влажности почвы (7—28 мая) до завершения вегетации позднеспелого сорта (17 сентября—2 октября) все сорта росли при постепенном уменьшении влаги. В зависимости от количества выпадающих осадков изменение влажности почвы в течение вегетации шло разными темпами, но под всеми сортами сохранялась одна и та же тенденция уменьшения (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Общие запасы влаги в почве (мм) под разными сортами сои
в слое 0—30 см, МОСВИР

1966				1967				1968			
дата	1	2	3	дата	1	2	3	дата	1	2	3
28 V	104	104	105	16 V	101	99	102	7 V	—	92	99
9 VI	101	106	97	26 V	95	100	99	17 V	—	89	99
20 VI	100	109	107	6 VI	106	103	104	27 V	—	85	88
30 VI	106	106	108	19 VI	106	104	102	5 VI	103	105	104
9 VII	85	86	104	30 VI	82	76	85	17 VI	94	93	96
20 VII	87	75	91	10 VII	69	70	74	27 VI	92	86	91
30 VII	68	66	66	20 VII	72	68	71	7 VII	92	82	86
10 VIII	74	66	71	31 VII	74	69	77	17 VII	70	79	84
20 VIII	95	73	93	11 VIII	81	79	86	27 VII	74	61	65
30 VIII	87	66	91	21 VIII	—	66	68	7 VIII	93	97	98
10 IX	—	62	82	4 IX	—	79	81	17 VIII	94	92	94
20 IX	—	75	77	11 IX	—	67	62	27 VIII	70	71	83
				22 IX	—	70	71	7 IX	—	69	71

Примечание. В табл. 4.6 и 4.7 приведены следующие сорта сои: 1 — 856-3-34, 2 — Кубанская 276, 3 — Кормовая 28.

Динамика площади листовой поверхности у тех же сортов сои в годы опытов была разной (табл. 4.7). В отдельных случаях можно видеть, что большей облиственности соответствует меньшее количество влаги в почве. Например, у Кубанской 276 в 1966 г. облиственность на 17 августа была больше (4691 см² на одно растение), чем у Кормовой 28 (4131 см²) и у сорта 856-3-34 (364 см²). Запасы влаги в слое 0—30 см на 20 августа под сортом Кубанская 276 были меньше (73 мм), но у двух других сортов они почти не различались (93 и 95 мм), несмотря на значительно бóльшую разницу в площади поверхности листьев. Ту же закономерность можно видеть в 1967 г. На 29 июня площадь листьев у Кубанской 276 была больше (2141 см²), чем у двух других сортов (1727 и 1382 см²), и запасы влаги под ним меньше (76 мм). Но у других сортов, несмотря на значительную разницу в облиственности, различий в запасах влаги не наблюдается.

Таблица 4.7

Динамика листовой поверхности (см²) у разных сортов сои, МОСВИР

1966				1967				1968			
дата	1	2	3	дата	1	2	3	дата	1	2	3
6 VI	81	80	48	27 V	41	57	41	25 V	—	53	51
17 VI	217	208	113	7 VI	123	121	146	4 VI	—	119	120
27 VI	549	574	275	19 VI	608	1523	859	15 VI	—	598	581
7 VII	764	1336	1107	29 VI	1382	2141	1727	25 VI	44	1564	1340
17 VII	825	2633	1599	10 VII	1384	2886	3046	5 VII	201	2433	2358
27 VII	746	3426	2219	19 VII	1366	3442	4681	15 VII	431	3168	3774
8 VIII	526	4321	4030	29 VII	1132	2772	5813	25 VII	870	3318	4565
17 VIII	364	4691	4131	9 VIII	—	2334	5834	5 VIII	917	3318	6049
27 VIII	150	4120	3757	19 VIII	—	2074	5533	15 VIII	911	3513	6843
7 IX	—	3804	3280	29 VIII	—	926	5299	26 VIII	879	3243	3657
17 IX	—	—	1350	11 IX	—	—	3671	5 IX	—	2515	3423
								16 IX	—	1080	2596

В проведенном опыте наблюдались и обратные соотношения: чем выше влажность почвы, тем больше облиственность, или отсутствие связи между облиственностью и влажностью почвы. Например, в 1967 г. у Кормовой 28 площадь листовой поверхности 10 и 29 июля была значительно выше (3046—5813 см²), чем у Кубанской 276 (2886—2772 см²), а общие запасы влаги в слое почвы 0—30 см различались незначительно (74—77 и 69—70 мм). Приведенные данные свидетельствуют, что сорт, его скороспелость и облиственность не имеют четко выраженного влияния на влажность почвы. Под всеми сортами она изменяется практически одинаково.

С целью выявления периода, когда соя наиболее требовательна к условиям увлажнения почвы, проводилось изучение суммарного водопотребления и транспирации. Суммарное испарение (СН) из почвы определяли по разнице запасов влаги в начале W_n и конце

периода вегетации W_k с учетом осадков P , выпадающих за это время

$$СИ = W_{II} - W_k + P.$$

Суммарный расход воды за период вегетации у трех сортов сои имеет разные значения (табл. 4.8). Наиболее резко (от 251 до 505 мм) в 15 вариантах опытов варьирует суммарное водопотребление у раннеспелого сорта 856-3-34, несколько меньше (327—538 мм) — у среднеспелого Кубанская 276 и позднеспелого Кормовая 28 (325—542 мм). Наибольший средний расход воды (472—474 мм) за период вегетации имеют средне- и позднеспелые сорта. Меньше воды (318 мм) в тот же срок сева испаряется с поля, занятого раннеспелым сортом. Связь между суммарным испарением и продолжительностью периода вегетации растений не дает оснований считать более влаголюбивыми сорта сои с длинным периодом вегетации.

Таблица 4.8

Суммарное водопотребление (мм) различных по скороспелости сортов сои из слоя почвы 0—50 мм за период посев—уборка

Год	Срок сева					Год	Срок сева				
	20 IV	30 IV	10 V	20 V	30 V		20 IV	30 IV	10 V	20 V	30 V
Сорт 856-3-34						1965	397	377	352	—	327
1964	349	329	320	274	251	1966	538	532	504	523	444
1965	334	322	297	—	268	Среднее	474	456	427	—	374
1966	464	467	455	505	434	Кормовая 28					
Среднее	382	373	357	—	318	1964	489	458	426	395	350
Кубанская 276						1965	386	382	352	—	325
1964	487	458	425	399	350	1966	542	530	508	522	443
						Среднее	472	457	429	—	373

Суммарное испарение воды в целом за период вегетации сои и за отдельные межфазные периоды при переменных значениях влажности почвы и температуры воздуха коррелирует с осадками за те же периоды времени. Коэффициенты корреляции колеблются от 0,91 до 0,98 (табл. 4.9). Таким образом, общий расход почвенной влаги находится в прямой зависимости от атмосферных осадков, но в каждом конкретном случае такая связь не всегда сохраняется. Средние суточные значения суммарного водопотребления у разных сортов сои в отдельные годы при достаточном количестве тепла также больше зависят от осадков, чем от каких-либо других элементов погоды или площади листовой поверхности растений.

В других климатических условиях суммарное испарение колеблется так же, как и в условиях опыта. Например, на юге Приморского края этот показатель составляет 284 мм (1957 г.), 330 мм (1958 г.), 365 мм (1959 г.). При постоянной влажности почвы (85—95 % НВ) суммарное испарение значительно превышает на-

Коэффициенты корреляции суммарного испарения сои с осадками
в отдельные межфазные периоды, 1961—1969 гг.

Межфазный период	Коэффициент корреляции
Посев — всходы	$0,96 \pm 0,01$
Всходы — 3-й настоящий лист	$0,96 \pm 0,01$
3-й настоящий лист — ветвление	$0,96 \pm 0,01$
Ветвление — цветение	$0,91 \pm 0,03$
Цветение — образование бобов	$0,92 \pm 0,04$
Образование бобов — созревание	$0,98 \pm 0,01$

блюдаемое при переменной влажности почвы. Например, при постоянной влажности почвы, равной 85—95 % НВ, общий расход воды под среднеспелым сортом сои Кубанская 276 на Майкопской станции ВИР в 1966—1968 гг. колебался от 550 до 600 мм. В Джамбулской области при влажности почвы 80 % НВ в условиях орошения суммарное испарение составляло в 1964 г. 609 мм, при 90 % НВ — 599 мм. Оросительные нормы были соответственно равны 449 и 554 мм, т. е. суммарное испарение содержало 87 и 92 % оросительной воды (Н. И. Огрызкова [94]).

Средние суточные значения суммарного водопотребления по отдельным межфазным периодам отличаются значительной изменчивостью у всех сортов сои. Наибольший диапазон между ними за 1965—1970 гг. наблюдается в периоды посев — всходы и всходы — 3-й настоящий лист. За сутки у сорта 856-3-34 оно равняется 1,0—6,7 мм, у Кубанской 276 — от 0,4 до 6,4 мм, у Кормовой 28 — от 0,7 до 7,0 мм (табл. 4.10). В общей неустойчивости расхода воды в период вегетации в отдельные межфазные периоды наблюдаются устойчивые его значения. У сорта 856-3-34 в период цветение — образование бобов в четыре года из пяти общий расход влаги составлял 3,2—3,9 мм в сутки, в период образование бобов — созревание в три года из пяти прослеживается аналогичная сходимость значений (3,4—3,7 мм в сутки).

У сорта Кубанская 276 устойчивость суммарного водопотребления наблюдается в период цветение — образование бобов (3,8—4,3 мм в сутки в среднем за 1965—1968 гг.), у сорта Кормовая 28 — в период ветвление — цветение (3,9—4,1 мм в сутки за 1966—1968 гг.).

Полученные данные свидетельствуют о том, что у сортов, различающихся по скороспелости, максимальные требования к влаге не совпадают по межфазным периодам: у раннеспелого сорта они отмечаются в период цветение — созревание, у среднеспелого — в период цветение — образование бобов, у позднеспелого — в период ветвление — цветение. Межфазные периоды, в которые растения особенно требовательны к влаге, у разных по скороспелости сортов обычно проходят в одни и те же календарные сроки, в среднем в июле — августе. Вполне вероятно, что усиленное водо-

Суммарное водопотребление (мм/сут) разных сортов сои, МОСВИР

Период развития	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Сорт 856-3-34						
Посев — всходы	1,2	1,4	1,0	4,5	—	2,1
Всходы — 3-й настоящий лист	2,9	6,7	1,1	3,2	—	2,5
3-й настоящий лист — ветвление	0,7	4,2	0,6	3,7	—	6,3
Ветвление — цветение	3,1	2,7	8,3	5,5	—	2,4
Цветение — образование бобов	3,9	3,9	3,5	0,8	—	3,2
Образование бобов — созревание	3,7	3,4	2,0	3,7	—	1,8
Кубанская 276						
Посев — всходы	2,4	1,4	1,6	1,4	2,9	2,3
Всходы — 3-й настоящий лист	4,8	6,4	0,4	0,4	4,1	2,5
3-й настоящий лист — ветвление	4,1	13,1	0,6	0,6	1,4	6,3
Ветвление — цветение	2,4	3,6	4,6	4,2	2,1	3,2
Цветение — образование бобов	4,1	4,3	4,2	3,8	0,6	0,5
Образование бобов — созревание	1,6	2,4	2,1	2,6	1,5	0,6
Кормовая 28						
Посев — всходы	2,5	1,4	1,0	1,5	—	2,6
Всходы — 3-й настоящий лист	5,0	7,0	0,7	0,7	—	2,3
3-й настоящий лист — ветвление	3,7	12,1	0,9	2,4	—	5,7
Ветвление — цветение	2,8	4,0	4,1	3,9	—	3,3
Цветение — образование бобов	3,0	2,2	1,7	3,2	—	0,6
Образование бобов — созревание	1,6	1,9	2,2	2,0	—	0,5

потребление закреплено в растениях под влиянием длительности дня и температуры воздуха, так же как влажность завядания растений определяется водно-физическими свойствами почв и подвижностью влаги в ней (С. И. Долгов [46], Л. Ричардс и Ч. Вадлей [102]).

Транспирация у разных по скороспелости сортов сои определялась на делянках поля (10 м²), поверхность которых была покрыта полиэтиленовой пленкой, а сверху присыпана слоем земли (2—3 см). Изоляция бокового притока влаги осуществлялась тоже пленкой. Ее прокладывали вертикально до глубины 20—25 см. Однако она не имела достаточной надежности, так как при недостатке влаги тяжелые почвы Северного Кавказа образуют глубокие и извилистые трещины. Во время сильных дождей они служат каналами для прохождения воды в разных направлениях по исследуемому объему почвы. По этой причине значения транспирации приводятся только для тех периодов, когда осадков либо не было, либо они не превышали 3 мм в сутки.

Транспирация воды соей не имеет четкой связи с периодом развития (табл. 4.11). Прослеживается увеличение транспирации к фазе цветения, высокий уровень во время цветения и образования бобов и сокращение во время созревания семян.

О доле транспирационного расхода влаги в суммарном испарении на основании опытов 1966—1969 гг. определенного вывода

Таблица 4.11

Транспирация разных по скороспелости сортов сои

Фаза развития	Год	Транспирация	
		мм/сут	% суммарного испарения
Раннеспелый сорт (856-3-34)			
Образование бобов	1966	2,09	70
Середина периода цветения	1967	1,49	46
Образование бобов	1968	1,90	95
Среднеспелый сорт (Кубанская 276)			
Начало цветения	1967	1,70	52
Формирование семян	1967	0,44	19
Образование бобов	1968	1,50	44
Формирование семян	1968	1,26	45
Ветвление	1969	1,84	86
Формирование семян	1969	0,52	50
Позднеспелый сорт (Кормовая 28)			
3-й настоящий лист	1967	0,83	60
Ветвление	1967	1,64	63
Формирование семян	1967	0,45	67
Образование бобов	1968	1,23	33

сделать нельзя. Транспирация сои, выраженная в процентах суммарного испарения, варьирует по межфазным периодам развития очень широко — в пределах 19—95 %. Для одного и того же периода развития у одного и того же сорта, например, во время формирования семян у сорта Кубанская 276 транспирация может составлять и 19 % (1967 г.) и 50 % суммарного испарения (1969 г.)

По данным метеостанции Толстовка, транспирация сорта Салют 216 изменяется по-разному, при этом, так же как и в наших данных, максимум приходится на разное время (табл. 4.12). В 1962 г. наибольший расход воды на транспирацию составлял 78 % суммарного испарения и был в первой и третьей декадах августа; в 1964 г. он равнялся 85—87 % и приходился на третью декаду июля и третью декаду августа, в 1965 г. — 80 %, причем это значение наблюдалось в первой и второй декадах августа.

Средние значения суммарного водопотребления за весь период вегетации у ранне-, средне- и позднеспелых сортов сои практически равны (2,8—3,1 мм/сут). В период всходы — 3-й настоящий лист суммарное водопотребление также различается мало (3,1—3,3 мм/сут). Ветвление у раннеспелых сортов наступает раньше, чем у средне- и позднеспелых сортов, с ним согласуется начало затенения почвы и соответственно суммарное водопотребление (3,1 и 4,3—4,5 мм/сут). В период ветвление — цветение большие значения суммарного водопотребления имеет раннеспелый сорт (4,5 мм/сут) и меньшие — средне- и позднеспелые сорта (3,4—3,6 мм/сут). Ран-

**Суммарное испарение и транспирация сои сорта Салют 216
по декадам, метеостанция Толстовка**

Год	VI			VII			VIII			IX		Итого
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Суммарное испарение, мм												
1962	18	21	27	29	41	48	92	62	36	19	18	411
1964	16	10	21	48	32	56	27	30	41	17	22	320
1965	10	23	28	39	56	41	78	56	54	23	26	434
Среднее	15	18	25	39	43	48	66	49	43	20	22	388
Транспирация, мм												
1962	4	5	14	11	17	24	71	44	28	12	2	232
1964	4	4	4	26	21	49	16	10	35	11	15	195
1965	2	9	10	14	43	19	62	45	41	17	10	272
Среднее	3	6	9	17	27	31	50	33	35	13	9	233
Транспирация, % суммарного испарения												
1962	22	24	52	38	42	50	78	53	78	58	50	56
1964	25	40	19	54	66	87	59	33	85	65	68	61
1965	20	39	36	36	77	46	80	80	76	74	38	54
Среднее	22	33	36	43	63	65	76	67	81	65	41	57

неспелые сорта сои, как видно, более влаголюбивы в период ветвление — цветение. В период цветение — образование бобов большей влагоемкостью отличаются ранне- и среднеспелые сорта (2,9—3,1 мм/сут) и меньшей — позднеспелый (2,1 мм/сут).

Значения транспирации и суммарного водопотребления определяют критичность того или иного межфазного периода по отношению растений сои к влаге. С этими величинами урожайность имеет тесную связь [122]. Критический период у сортов сои по наибольшему расходу влаги растениями — это цветение — образование бобов. Периоды посев — всходы и всходы — ветвление, когда почва еще не затенена растениями, также можно считать критическими. В это время для удовлетворения небольших потребностей растений во влаге из верхнего, легко пересыхающего слоя почвы, нужны малые, но частые дожди или поливы. Недостаток влаги в почве в этот период сказывается на продуктивности сои. Наибольшие понижения влажности почвы (55 % НВ) соя легче всего переносит во время нарастания вегетативной массы, но за две недели до цветения потребности сои во влаге возрастают. Лучший общий диапазон влажности почвы для сортов сои соответствует 70—85 % НВ.

5. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ СОИ И УСЛОВИЯ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

5.1. Методы установления температурных показателей сорта

Методы определения характеристик сорта по метеорологическим факторам можно разделить на непосредственные, или экспериментальные, и косвенные, или расчетные. При использовании непосредственных методов выбранный показатель задается априори и проверяется в опыте, при использовании косвенных — он вычисляется по закономерностям, выявленным в природных условиях. Выбор факторов для характеристики сорта зависит от целей, для которых служат полученные результаты, и от методического подхода.

Методы, при помощи которых изучается действие какого-либо одного фактора, П. И. Броунов называл лабораторными и считал, что они пригодны для решения многих экологических задач. Но при количественных характеристиках сельскохозяйственных культур и их сортов, а также при оценке условий возделывания главными он считал полевые методы исследований, выдвигая их в качестве основных для целей агрометеорологии.

Преимущество агрометеорологических показателей сорта, полученных путем полевых наблюдений, состоит в том, что влияние метеорологических факторов, таких как свет, тепло и влага, учитывается во взаимосвязи со всем комплексом природных условий и фиксируется в сообществе растений. Подобные агрометеорологические показатели могут быть использованы для выделения ареалов возделывания сортов, а следовательно, и для научно обоснованной оценки территории СССР применительно к размещению сортов.

Крупнейший эколог современности Р. Дажо [42] пишет, что «экология — это наука о реальном» и что различие между экологом и физиологом, исследующими один и тот же живой организм, заключается в том, что физиолог изучает организм, помещенный в искусственные условия, и затем осуществляет синтез полученных данных, а эколог рассматривает организм не в теоретически постоянной среде, всегда себе подобной вплоть до отдельного фактора, а в окружающем мире, где постоянно действуют меняющиеся силы. По мнению Р. Дажо, «приведенные факты не означают, что исследования, проведенные в лаборатории, не представляют интереса. Напротив, они совершенно необходимы, но за немногими счастливыми исключениями, нельзя прямо внедрять в природные условия результаты лабораторных наблюдений, поскольку между средой и существующими в ней живыми организмами имеются сложные взаимосвязи».

В настоящее время в отделе агрометеорологии ВИР агроклиматические показатели сорта получают при наблюдениях в вегетационных домиках с регулируемыми метеорологическими факто-

рами и при параллельных фенологических и метеорологических наблюдениях в процессе изучения сортов в полевых условиях на опытных станциях ВИР. Первое направление развивается в отделе агрометеорологии А. И. Коровиным [65], второе — уже считается классическим [17, 31, 34, 108, 117, 137, 143].

Периодичность изменения температуры воздуха лежит в основе всей растительной жизни на Земле, ею определяется сопротивляемость растительных организмов к неблагоприятным факторам среды и специфическая реакция к постоянным температурам воздуха. Это первичный фактор формообразовательного процесса, практически не контролируемый человеком. К первичным факторам относится и длительность дня. Наряду с первичными существуют и вторичные факторы, связанные с ними. В изменении этих факторов также прослеживается периодичность, но менее выраженная, чем у первичных факторов. К таким вторичным факторам относится влажность воздуха и осадки.

Кроме четко выраженных первичных и вторичных периодических факторов существуют еще непериодические — стихийные факторы, такие, как град, гроза, сильный ветер, буря и т. д. Они обычно носят внезапный характер или, как часто говорят, подчиняются закономерной случайности.

Развитие сельского хозяйства опиралось главным образом на огромный практический опыт, в котором много внимания уделялось температуре воздуха. Впоследствии с развитием агрометеорологии многие практические вопросы агрономии получили объяснение благодаря применению характеристик, рассчитанных по температуре воздуха. Температурному фактору принадлежит большая роль также при изучении ряда теоретических проблем, имеющих отношение к интродукции растений.

Накопление длинных рядов метеорологических данных по многим показателям погоды открыло широкую дорогу к использованию в экологических исследованиях не отдельных факторов, а их комплекса. С широким внедрением в науку электронно-вычислительной техники многие ученые стали отдавать предпочтение исследованию многофакторных связей. Использование зависимостей, основанных на одном главном факторе, стало считаться почти криминальным. Между тем различные подходы к характеристикам сортов не следует противопоставлять друг другу. Метод многофакторного анализа безусловно необходим для развития теоретических положений и определения удельного веса каждого фактора в биологических процессах. Однако на практике удобнее однофакторные зависимости, которые гораздо проще и которые легче использовать при районировании сортов и подборе исходных форм растений для селекции.

Температура воздуха является главным экологическим фактором для растений сои и изучение экологической закрепленности этого фактора может содействовать разрешению и таких задач, как получение заданных адаптивных признаков у вновь создан-

ных сортов. Обширная область применения характеристик исходных форм и сортов по главному экологическому фактору, разнообразие и специфика возникающих при этом методических вопросов, вызывает потребность усовершенствования существующих методов их установления и разработки новых подходов.

Описывая основные параметры «экологического паспорта» сортообразца, Н. И. Вавилов на первое место в нем поставил различия в продолжительности всего периода вегетации, отдельных межфазных периодов и фаз развития, т. е. те показатели сорта, которые наиболее тесно связаны с температурой воздуха. Эти же факторы на первое место ставили и такие видные агрометеорологи, как А. И. Воейков [31], П. И. Броунов [17], Ю. И. Чирков [137], Н. Н. Яковлев [143]. Они считали, что выяснить зависимость биологических функций растительных организмов от метеорологических условий среды обитания лучше всего по связям темпов развития растений с температурой воздуха. Отсюда видно, что связь темпов развития с температурой воздуха не является частностью; наоборот, это биологическая закономерность для растений, и ее можно использовать в изучении подавляющего большинства сельскохозяйственных культур, так как она дает достаточно надежные результаты для суждения о потребностях растений в тепле.

В результате многих лет работы с сортами разных культур: белокочанная капуста, огурцы, арбуз, кабачки, томаты, соя и др., мы пришли к выводу, что для характеристики сортов по температурному фактору наиболее информативны описанная уравнением регрессии зависимость развития растений от температуры воздуха и простое осреднение этого фактора по регионам происхождения исходных форм.

Зависимость развития растений от температуры воздуха позволяет установить главный для сорта показатель — изменчивость длительности межфазных периодов. При этом в ряду изменчивости этих периодов есть лучшая для сорта продолжительность каждого из них, которая характерна для высокой урожайности, существует и максимальная продолжительность, при которой урожайность низкая. Если их выявить для каждого сорта, тогда по таблице изменчивости можно установить характеристику сорта по температурному фактору. От температурного фактора, установленного для сорта, можно перейти к показателям потребности сорта во влаге.

Обобщенно сущность метода связей развития растений с температурой воздуха для характеристики сортов по температурному фактору заключается в том, чтобы иметь для каждого сорта уравнения связи длительности межфазных периодов с температурой воздуха при достаточной влажности почвы (60—85 % НВ или ГТК 1,2—1,5), изменчивость продолжительности периодов в зависимости от температуры воздуха, оптимальную длительность периодов при высокой и максимальную — при низкой урожайности сорта.

Метод связи темпов развития с температурой воздуха, с помощью которого можно показать изменчивость межфазных периодов вегетации и составить температурную характеристику сортов, требует большого ряда параллельных фенологических и метеорологических наблюдений. Получить такие данные даже для основного сортимента сои не всегда представляется возможным. Между тем, оценивать по температурному фактору нужно не только районированные сорта, но и вновь созданные, которые идут в сортоиспытание.

В СССР соя возделывается в разных широтных поясах и в том числе на границе адаптивных свойств по температурному фактору (севернее 50° с. ш.). Многие сорта сои в нашей стране имеют признаки, показывающие их приспособленность к неблагоприятным условиям погоды: скороспелость, нейтральность к длительности дня, пригодность к механизированной уборке, устойчивость к заморозкам, активную реакцию на орошение, удобрения. И несмотря на это, высокие урожаи сои при пониженной температуре воздуха возможны только при четком соблюдении зональной технологии возделывания этой культуры, на что обращает внимание А. А. Никонов [91].

Ритм растений связан с реакциями на отдельные метеорологические факторы в процессе развития, благодаря чему и создается согласованность между ритмами погодных условий и ритмом развития растений. Один из факторов, контролирующих ритм развития растений, — температура воздуха. Снижение адаптивного потенциала к температуре необходимо для многих теплолюбивых культур, чтобы границу их возделывания продвинуть в более северные регионы. А. А. Жученко [51] пишет, что достичь этого возможно за счет изменения метаболических процессов у растений.

Физиологическим признаком приспособленности к неблагоприятным погодным условиям является накопление в отдельных органах сахаров. Некоторые растения в качестве адаптивного признака используют транспирацию, снижая расход воды. Но с уменьшением транспирации сокращается и прирост сухого вещества в растениях.

В развитии растений нет случайных процессов, все они проходят в зависимости от природы организма и условий окружающей среды. Теоретически допустимо, что потребности сорта в тепле (температурные характеристики сорта) в общем определяются его исходными формами, а в результате селекции приобретают индивидуальные черты. В настоящее время биологи, физиологи, генетики стремятся выяснить природу наследования и изменения адаптивного потенциала у растений. С экологических позиций не менее важной проблемой при изучении приспособительных свойств растений является их установление для каждого сорта. Решение этого казалось бы значительно менее сложного вопроса, чем выявление природы адаптации растений, также имеет значительные методические трудности.

По условиям места происхождения сорта можно определить требования его к внешней среде, а отсюда и адаптивный потенциал. При этом условия в месте происхождения должны рассматриваться при 90 %-й обеспеченности. Связь адаптивных свойств растений с условиями происхождения хорошо видна на примере формирования экологических групп сои в конкретных климатических провинциях. Она прослеживается также на примере сопоставления температуры воздуха в годы экстремальной урожайности сои, когда наиболее полно раскрываются ее биологические особенности, с тем же фактором 90 %-й обеспеченности в зоне происхождения подвида, к которому принадлежит сорт.

Метод расчета характеристик сорта по экологической родословной имеет, как и многие методы, определенные ограничения. Родословная сорта дается обычно селекционерами, но в ней наряду с точными характеристиками происхождения исходных форм часто есть обобщения, из которых трудно установить конкретные экологические регионы. Например, сорт сои Амурская желтая — популяция, полученная из местной сои Благовещенского района. В этом случае ясно, что этот сорт может генерализовать в себе температурные характеристики (90 %-й обеспеченности) именно этого района. Сорт Аврора выведен во ВНИИ сои из гибрида, полученного в результате скрещивания географически отдаленных форм (Амурская 283 × Soja bean Manchú). В этом сорте приспособительные свойства могли формироваться по экологическим показателям исходных форм из Благовещенского района и Маньчжурии.

Однако зачастую регион происхождения исходных форм указывается очень обобщенно (США, Китай, Япония), и это вносит неопределенность при выборе метеорологических станций для расчета характеристик сорта. Но несмотря на отмеченную ограниченность метода, он дает положительные результаты для характеристики новых сортов, которые идут в сортоиспытание.

Для сои, культуры тропического происхождения, наиболее показательны следующие метеорологические условия: длительность дня, влажность почвы, температура воздуха, соотношение тепла и влаги и др. Селекция сои в разных климатических зонах мира показала, что среди большинства короткодневных форм сои есть образцы, нейтральные к длительности дня. На их основе созданы многие сорта в СССР, США, Канаде, эти формы изучаются также в Швеции.

По значению для растений условия окружающей среды можно разделить на адекватные и неадекватные. Адекватные условия — такие, к которым растения приспособлены, а неадекватные — те, к восприятию которых растения не приспособлены. Соя — культура влаголюбивая, но в то же время она сравнительно легко переносит понижение влажности почвы до 55—60 % НВ. Поэтому главным фактором для сои является температура воздуха. Биологические возможности формировать большое количество плодов и семян у сои очень значительные. Но реализация этой возмож-

ности снижается при неадекватных климатических условиях и особенно резко в тех случаях, когда погодные условия резко не соответствуют адаптивному потенциалу сорта к температурному фактору.

Адекватные и неадекватные температуры воздуха можно установить по условиям происхождения исходных форм. Из родословных отечественных сортов известно, что большинство из них своим происхождением связано с Маньчжурским и Славянским подвидами. Например, из образца маньчжурского происхождения во Всесоюзном НИИ кукурузы методом индивидуального отбора создан сорт сои Днепровская 12. Наиболее высокие урожаи этого сорта (2,5—3,1 т/га) получены при орошении на Апостоловском сортоучастке Днепропетровской области в 1974 и 1975 гг. Отличаются они тем, что в 1974 г. температура воздуха в мае—августе была на 0,3—2,8 °С ниже средней многолетней, а в 1975, наоборот, на 0,8—6,2 °С выше нормы. По увлажнению эти годы различались следующим образом: 1974 г. был влажный, 1975 г. — избыточно влажный в начале мая (осадки составляли 259 % нормы). В оба года наблюдались и сухие периоды, и тогда сою поливали.

Средняя декадная температура воздуха в 1974 г., когда урожайность сорта Днепровская 12 была 2,54 т/га, сопоставляется со средней месячной температурой в районах распространения маньчжурских образцов (Аньшань). Температура воздуха взята при 90 %-й обеспеченности, так как только такое повторение фактора могло закрепиться в генетической «памяти» растений. Оказалось, что температура воздуха при урожае сорта Днепровская 12, равном 2,5 т/га, почти соответствует температуре воздуха в зоне формирования Маньчжурского подвида.

Ход температуры воздуха в год более высокого урожая этого же сорта (3,12 т/га) близок к ходу температуры в Центральной климатической провинции Восточного Китая (Нанкин), где наиболее вероятно формирование древнего корня маньчжурских экологических групп — Китайского подвида (рис. 5.1). Таким образом, можно видеть, что активное проявление биологических свойств у сорта Днепровская 12 возможно при температурах формирования Маньчжурского и Китайского подвидов.

Сорт ВНИИМК 9186 выведен на Кубанской опытной станции Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур (ВНИИМК) многократным индивидуальным отбором из спонтанного гибрида местной ставропольской сои и относится к Славянскому подвиду. Наиболее высокие урожаи наблюдались у этого сорта на орошаемом сортоучастке Херсонской области в 1968 г. (2,60 т/га) и в 1965 г. (2,97 т/га), а также на Семикаракорском участке Ростовской области в 1982 г. (2,4 т/га). В случае с сортом ВНИИМК 9186 видно, что при урожайности 2,4 т/га температурные условия занимают промежуточное положение между условиями формирования Китайского и Славянского подвидов (рис. 5.2). Наибольшая урожайность (2,97 т/га) при возделывании

сорта в условиях орошения отмечалась при температуре воздуха, аналогичной температуре образования Славянского подвида.

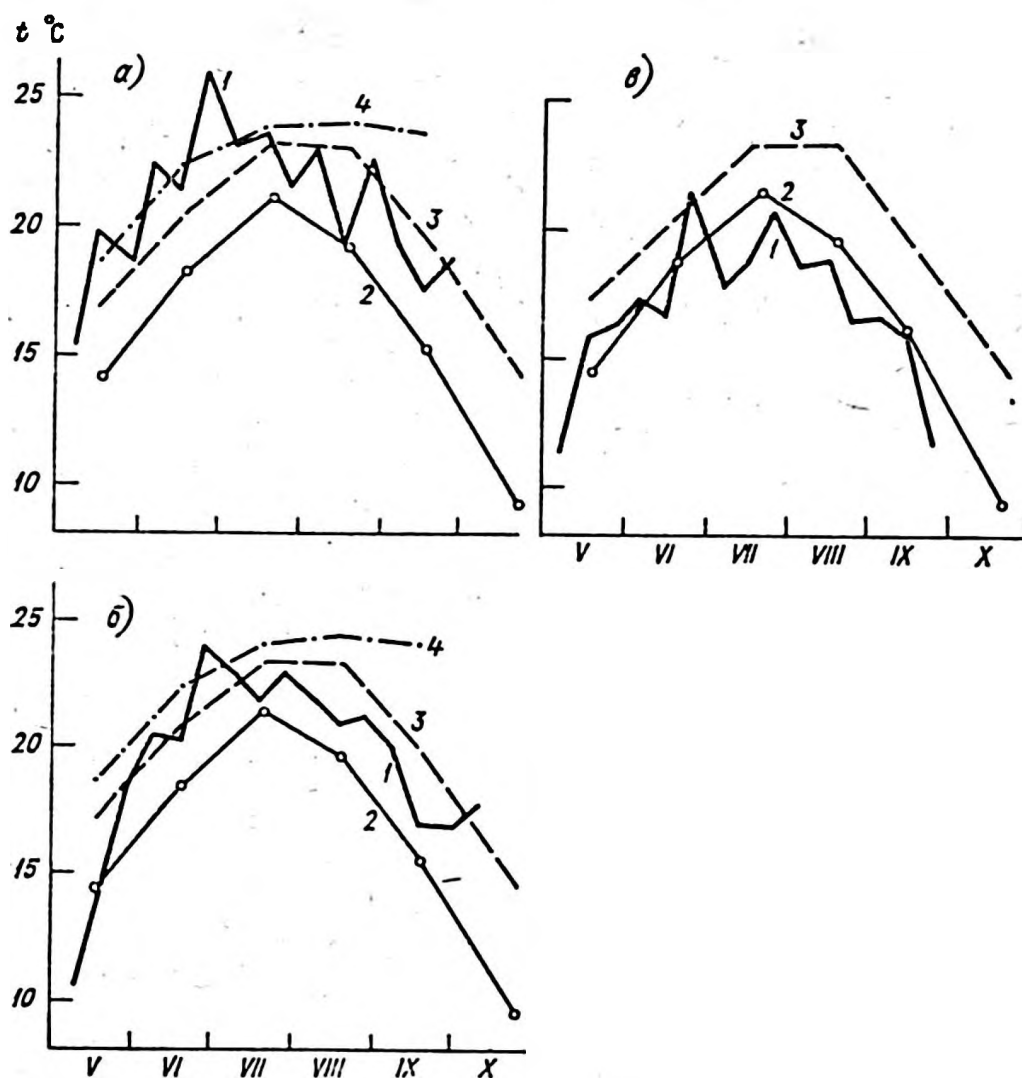


Рис. 5.1. Температура воздуха (1) в годы высоких урожаев различных сортов сои на Апостоловском сортоиспытательном участке и температуры воздуха 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (2), Центральной (3) и Южной (4) климатических провинциях Китая.

Обозначение на рис. 5.1	Сорт	Год	Урожайность, т/га
а	Терезинская 24	1975	3.3
б	Днепроовская 12	1975	3.1
в	»	1976	2.8

Сорт Терезинская 2 выведен на Киевской опытной станции методом индивидуального отбора и гибридов сложного скрещивания (ВНИИМК 9186×Молдавская 65)×(Кубанская 4958×Колхозная) и относится к Славянскому подвиду. Применительно к этому сорту можно сказать, что его адаптивные свойства к температуре воздуха занимают промежуточное положение между свойствами Маньчжурского и Славянского подвидов. Но вполне вероятно, что наибольшая отмеченная урожайность сорта (3,29 т/га) не являет-

ся для него экстремальной и очень может быть, что при урожае 4,0—4,5 т/га температурные условия будут близки к условиям формирования Китайского подвида.

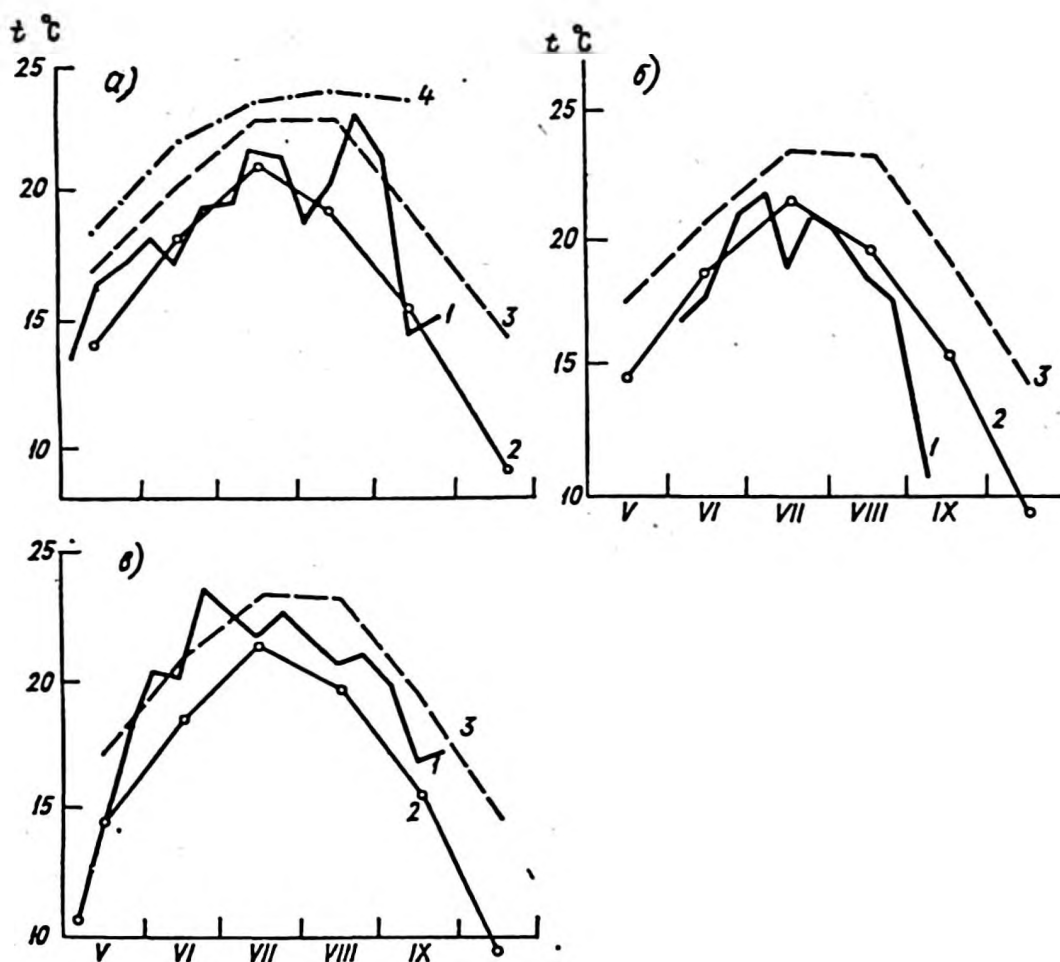


Рис. 5.2. Температура воздуха (1) в годы высоких урожаев различных сортов сои на Семикаракорском (а), Свободненском (б), Херсонском (в) сортоиспытательных участках и температура воздуха 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (2), Центральной (3), Южной (4) климатических провинциях.

Обозначение на рис. 5.2	Сорт	Год	Урожайность, т/га
а	ВНИИМК 9186	1982	2,4
б	Аврора	1982	2,0
в	ВНИИМК 9186	1965	2,97

Температурные характеристики сорта, составленные по экологической родословной, дают объяснения различным реакциям сорта на условия окружающей среды. Так, в экологической родословной сорта Хабаровская 4, селекции Дальневосточного НИИСХ (отбор из потомства от скрещивания сорта Амурская 41, отбора из местной амурской, со скороспелой соей из Рязанской области) закреплены наиболее часто встречающиеся по периодам ее развития температуры воздуха в регионе Хабаровска, Благовещенска и Рязани с обеспеченностью 90 %. Сорт Салют 216 выведен на

Амурской опытной станции из гибридной популяции. В его родословной наибольшее значение имеют температуры в районе Благовещенска. Сорт Приморская 494 выведен на Приморской опытной станции методом индивидуального отбора из потомства, полученного от скрещивания Приморской с Амурской 21 (Приморская опытная станция, Благовещенск).

Экологическая родословная перечисленных сортов (Хабаровская 4, Салют 216, Приморская 494) показывает, что они могут иметь следующие характеристики. Сорт Хабаровская 4 благодаря экологическим показателям, наиболее свойственным Рязанской области, может продвигаться в такие районы, где есть аналогичные этому региону температуры по периодам его развития, т. е. в более холодные, чем Благовещенск. По этим же показателям он может переносить и понижения температуры воздуха до 12 °С. Однако лучшими для него являются температуры районов Хабаровска и Благовещенска, т. е. наиболее часто встречающиеся здесь температуры воздуха (17—22—20 или 17—22—17 °С). В характеристике этого сорта указывается, что «сорт Хабаровская 4 (Победа) скороспелый, в Зейско-Бурейской зоне Амурской области вызревает полностью и является наиболее перспективным для возделывания в ряде северных районов области».

Сорт Салют 216 в соответствии с его экологической родословной лучше возделывать в районе с условиями, близкими к условиям Благовещенска. Примерно также об этом сорте пишут авторы Л. К. Малыш и Т. П. Рязанцева [80]. Полученные результаты показывают, какая большая роль принадлежит метеорологической характеристике сортов.

Выбранные методы экологического изучения сортов опираются на два принципа: 1) связь биологических и метеорологических явлений и 2) экологическую родословную сорта. В том и другом методическом подходе используется принцип единства организма и среды, который подразумевает, что растительный организм и среда составляют единое целое. Значение методов, опирающихся на единство организма и среды, особенно велико для установления условий, определяющих характер реакции растений на самые разнообразные воздействия погоды.

Характеристика сортов методом связи темпов развития с температурой воздуха и по экологической родословной проста, но еще несовершенна ввиду того, что не всегда точны исходные данные: фенологические, метеорологические, происхождение, а также не равнозначна реакция сортов на одни и те же условия. Но при помощи этих методов можно получать необходимую информацию о поведенческих реакциях сорта, необходимую в практической работе растениеводов, селекционеров, агрометеорологов.

При исследовании новых подходов к описанию растений обычно возникает больше вопросов, чем ответов. Поэтому сейчас еще рано говорить, что характеристики сортов по метеорологическим показателям дадут возможность селекционерам решить проблему создания сортов, обладающих нужными адаптивными свойствами.

но многие практические вопросы на этой основе уже получают новое освещение. Дальнейшее развитие выбранных для характеристики сортов методов может усилить значимость экологического изучения сорта и принести пользу науке и практике.

5.2. Зависимость развития растений сои от температуры воздуха

Пропорциональность темпов развития растений температуре воздуха известна в агрометеорологии давно, она широко использовалась для предсказания длительности межфазных периодов и начала наступления определенной фазы развития растений по температуре воздуха.

Связи фенологических и метеорологических явлений у сортов обычно имеют очень слабую кривизну и хорошо описываются уравнением прямой $y=ax+b$, но не функционального, а корреляционного характера. Коэффициенты корреляции у таких зависимостей обычно высокие, особенно, когда тщательно проведен анализ выборки метеорологических условий, и случаи, когда наблюдались ливни, град, экстремальные температуры воздуха и осадки, не принимались в расчет. Но иногда и при тщательном изучении условий выращивания сорта не всегда удается получить высокие коэффициенты корреляции. Это определяется устойчивой длительностью межфазных периодов у некоторых сортов при изменениях температуры воздуха.

В литературе приводится много данных, подтверждающих прямолинейность связи темпов развития с температурой воздуха, имеющей высокие коэффициенты корреляции. Например, по данным Э. В. Юдиной, у двух групп сортов проса связь длительности периода посев — выметывание со средней температурой воздуха при разной продолжительности дня имеет прямолинейный характер с коэффициентами корреляции 0,77—0,96. По данным В. Н. Дюбина [12], у желтого люпина при очень большой выборке (287 случаев) коэффициент корреляции длительности периода посев — всходы с температурой воздуха равняется — 0,87. У тимopheевки и овсяницы, по данным В. А. Корнеева [12], связь периода посев — всходы с температурой воздуха за три года опытов (1972—1974) имеет почти функциональный характер. Более существенное влияние температуры воздуха на длительность межфазных периодов в отличие от таких факторов, как осадки и тип почвы, отмечает В. К. Абрамов на сортах огурца.

Связи темпов развития с температурой воздуха, составленные для основных дальневосточных и европейских сортов сои, свидетельствуют о сортовых различиях этих культур. Они хорошо видны, если допустить, что $x=0$. При этом условии по свободному члену можно видеть различия между сортами сои. Связь темпов развития сортов с температурой воздуха имеет высокие коэффициенты корреляции (табл. 5.1 и 5.2).

Таблица 5.1

Уравнения связи темпов развития дальневосточных сортов сои y со средней за межфазный период температурой воздуха x при достаточной влагообеспеченности

Период вегетации	Число случаев	Уравнение	Коэффициент корреляции	Ошибка при доверительной вероятности 0,95		Средняя ошибка уравнения	
				коэффициента регрессии, сут.	свободного члена, сут.	сут	%
Амурская 41							
1	52	$y = -2,36x + 49,7$	$0,884 \pm 0,03$	0,34	0,6	2,1	13
2	52	$y = -2,82x + 94,9$	$0,641 \pm 0,08$	0,96	1,2	4,4	10
3	33	$y = -2,75x + 113,2$	$0,867 \pm 0,04$	0,58	1,2	3,3	5
Салют 216							
1	64	$y = -2,68x + 54,5$	$0,772 \pm 0,05$	0,56	0,7	2,9	18
2	64	$y = -2,02x + 76,6$	$0,542 \pm 0,08$	0,80	0,8	3,3	8
3	56	$y = -2,35x + 109,3$	$0,779 \pm 0,05$	0,52	0,9	3,5	5
Приморская 529							
1	38	$y = -0,84x + 26,2$	$0,736 \pm 0,07$	0,26	5,1	1,7	12
2	30	$y = -2,90x + 98,8$	$0,877 \pm 0,04$	0,62	1,0	2,6	6
3	37	$y = -4,99x + 154,6$	$0,737 \pm 0,07$	1,57	1,8	5,5	8
Хабаровская 4							
1	85	$y = -2,33x + 49,6$	$0,843 \pm 0,03$	0,32	4,9	2,2	14
2	98	$y = -4,42x + 124,3$	$0,720 \pm 0,04$	0,86	0,8	3,9	9
3	80	$y = -2,89x + 108,0$	$0,832 \pm 0,03$	0,43	1,0	4,7	8

Примечание. Межфазные периоды: 1 — посев—всходы, 2 — всходы—цветение, 3 — цветение—созревание.

У дальневосточных сортов сои небольшой диапазон между коэффициентами корреляции — R можно отметить в период посев — всходы и цветение — созревание ($-0,772...-0,884$ и $-0,737...-0,867$), несколько шире ($-0,542...-0,877$) в период всходы — цветение. У европейских сортов сои интервалы значений коэффициента корреляции в разные межфазные периоды существенно не различаются. В период посев — всходы они равны $-0,672...-0,851$, всходы — цветение $-0,614...-0,775$, цветение — созревание $-0,620...-0,785$.

Ошибка уравнений регрессии для дальневосточных сортов варьирует в интервале 5—18 %. При этом в период посев — всходы она больше 12—18 %, в период цветение — созревание меньше 5—8 %. Для европейских сортов наибольшая ошибка уравнений связи также отмечается в период посев — всходы (14—19 %), и она меньше от всходов до цветения (6—11 %) и от цветения до созревания (8—12 %).

По уравнениям связи развития сортов с температурой воздуха отчетливо можно представить изменчивость длительности межфазных периодов.

Уравнения связи темпов развития европейских сортов сои x со средней за межфазный период температурой y воздуха при достаточной влагообеспеченности

Период развития	Число случаев	Уравнение	Коэффициент корреляции	Ошибка при доверительной вероятности 0,95		Средняя ошибка уравнения	
				коэффициента регрессии, сут	свободного члена, сут	сут	%
Неполегающая 2							
1	71	$y = -1,303x + 33,58$	$0,837 \pm 0,036$	$\pm 0,20$	$\pm 0,4$	$\pm 1,9$	14
2	47	$y = -3,366x + 130,81$	$0,657 \pm 0,08$	$\pm 1,16$	$\pm 1,3$	$\pm 4,4$	7
3	58	$y = -3,192x + 134,84$	$0,722 \pm 0,06$	$\pm 0,82$	$\pm 1,6$	$\pm 6,2$	9
Бируница 12							
1	57	$y = -1,303x + 34,0$	$0,755 \pm 0,06$	$\pm 0,31$	$\pm 0,7$	$\pm 2,5$	19
2	42	$y = -4,163x + 140,87$	$0,775 \pm 0,06$	$\pm 1,08$	$\pm 1,3$	$\pm 4,2$	6
3	52	$y = -2,989x + 125,14$	$0,741 \pm 0,06$	$\pm 0,77$	$\pm 1,7$	$\pm 6,0$	9
Терезинская 2							
1	60	$y = -1,409x + 33,27$	$0,805 \pm 0,04$	$\pm 0,27$	$\pm 0,5$	$\pm 1,7$	14
2	63	$y = -3,101x + 107,25$	$0,614 \pm 0,08$	$\pm 1,03$	$\pm 1,4$	$\pm 5,6$	11
3	56	$y = -2,856x + 115,42$	$0,636 \pm 0,08$	$\pm 0,95$	$\pm 2,0$	$\pm 7,6$	12

ВНИИМК 9186							
1	60	$y = -0,963x + 28,49$	$0,672 \pm 0,07$	$\pm 0,28$	$\pm 0,6$	$\pm 2,5$	18
2	58	$y = -3,879x + 135,51$	$0,664 \pm 0,07$	$\pm 1,17$	$\pm 1,5$	$\pm 5,6$	9
3	58	$y = -3,060x + 125,80$	$0,766 \pm 0,05$	$\pm 0,69$	$\pm 1,6$	$\pm 5,9$	10
ВНИИСК 1							
1	64	$y = -1,163x + 31,21$	$0,749 \pm 0,05$	$\pm 0,26$	$\pm 0,6$	$\pm 2,2$	16
2	59	$y = -2,441x + 110,77$	$0,639 \pm 0,08$	$\pm 0,78$	$\pm 1,3$	$\pm 4,9$	8
3	56	$y = -3,003x + 136,17$	$0,620 \pm 0,08$	$\pm 1,04$	$\pm 2,3$	$\pm 8,6$	11
Кировоградская 4							
1	73	$y = -1,536x + 36,25$	$0,819 \pm 0,39$	$\pm 0,26$	$\pm 0,5$	$\pm 2,2$	18
2	62	$y = -3,508x + 122,79$	$0,709 \pm 0,63$	$\pm 0,91$	$\pm 1,3$	$\pm 5,2$	9
3	66	$y = -3,983x + 142,88$	$0,765 \pm 0,51$	$\pm 0,84$	$\pm 1,8$	$\pm 7,4$	11
Днепроvская 12							
1	59	$y = -1,434x + 35,61$	$0,851 \pm 0,36$	$\pm 0,24$	$\pm 0,5$	$\pm 2,0$	15
2	51	$y = -2,980x + 113,71$	$0,625 \pm 0,85$	$\pm 1,07$	$\pm 1,1$	$\pm 3,8$	7
3	55	$y = -4,067x + 142,48$	$0,740 \pm 0,61$	$\pm 1,02$	$\pm 1,5$	$\pm 5,4$	9
Высокогорская 1							
1	35	$y = -1,178x + 31,12$	$0,757 \pm 0,07$	$\pm 0,36$	$\pm 0,7$	$\pm 1,9$	14
2	21	$y = -2,263x + 109,14$	$0,756 \pm 0,09$	$\pm 0,94$	$\pm 1,7$	$\pm 3,6$	6
3	30	$y = -3,568x + 140,72$	$0,785 \pm 0,07$	$\pm 1,07$	$\pm 2,2$	$\pm 5,8$	8

Примечание. Межфазные периоды: 1 — посев—всходы, 2 — всходы—цветение, 3 — цветение—созревание.

5.3. Изменчивость развития растений сои различных сортов

Изменчивость морфологических и функциональных свойств живых организмов — существеннейшее биологическое явление, определяемое наследственными признаками и факторами внешней среды. Благодаря этому свойству растения устанавливают связь с условиями внешней среды путем стабилизации, усиления или уменьшения биологической активности организма.

Относительно наследственных программ изменчивости растений сои различных сортов сведений практически нет. Но имеется много фактов, свидетельствующих о разной чувствительности растений к условиям окружающей среды. Известно, что изменчивость развития растений меняется с возрастом. В каждом периоде роста и развития (проращивание семян, формирование вегетативных и репродуктивных органов) изменчивость имеет характерные особенности, присущие только рассматриваемому периоду.

В процессе селекции изменчивость развития перестраивается, многие новые сорта сои имеют черты, не свойственные исходным формам. Таким образом, расширение диапазона приспособительных свойств возможно именно благодаря изменчивости, что и определяет ее большое практическое значение.

Степень изменчивости развития можно установить по уравнениям связи между длительностью межфазных периодов и температурой воздуха. Индивидуальные и общие особенности изменчивости растений сои различных сортов выявляются по варьированию длительности межфазных периодов в ответ на колебания средней температуры воздуха, равные $\pm 1^\circ\text{C}$ за эти периоды.

Дальневосточные и европейские сорта сои изменяют длительность периода посев — всходы на 1—3 дня при достаточной влажности почвы при изменении температуры на $\pm 1^\circ\text{C}$ (табл. 5.3). При этих же условиях период всходы — цветение амурских сортов изменяется на 2—6 дней. Среди этих сортов наименьшей изменчивостью отличаются сорта Салют 216, Амурская 154 (2 дня), наибольшей — Амурская 42 (6 дней). У европейских сортов и сортов Приморского края этот же период изменяется на 3—4 дня (табл. 5.4 и 5.5). В период цветение — созревание изменчивость у различных сортов в среднем составляет 2—5 дней, при этом у амурских сортов 2—4 дня, у приморских 5, у европейских 3—4 дня.

По степени изменчивости сорта сои можно разделить на две группы: 1) имеющие небольшую и устойчивую изменчивость по периодам развития и 2) имеющие разные степени изменчивости, среди которых выделяются большие отклонения, доминирующие в один из межфазных периодов развития. К первой группе можно отнести сорта с изменчивостью 1—4 дня на $\pm 1^\circ\text{C}$ (Амурская 41, Амурская 42, Амурская 154, ВНИИМК 9186, ВНИИСК 1, Неполегающая 2 и др.). Ко второй группе сортов, имеющих сильную доминирующую изменчивость длительности одного межфазного пе-

Таблица 5.3

Длительность межфазных периодов (дни) сортов сои Амурской области
и Хабаровского края в зависимости от средней температуры воздуха
за тот же период

Сорт	Температура воздуха, °C												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Посев — всходы

Амурская 41	26	24	21	19	17	14	12	10	7	5	3		
Амурская 42	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5		
Амурская 154	24	22	20	19	17	15	13	11	10	8	6		
Амурская 262	19	18	17	16	15	14	12	11	10	9	8		
Салют 216	28	25	22	20	17	14	12	9	6	4			
Хабаровская 4	26	24	22	20	17	15	13	10	8	6	3		

Всходы — цветение

Амурская 41						53	50	47	44	41	38	36	33
Амурская 42						60	56	52	48	44	40	35	31
Амурская 154						49	47	46	44	42	41	39	37
Амурская 262						70	64	58	52	46	40	34	28
Салют 216						46	44	42	40	38	36	34	32
Хабаровская 4						58	54	49	45	40	36	32	27

Цветение — созревание

Амурская 41						72	69	67	64	61	58	56	53
Амурская 42						66	62	59	55	51	47	43	39
Амурская 154						74	71	67	64	60	56	53	49
Амурская 262						65	62	60	57	55	53	50	48
Салют 216						74	72	69	67	65	62	60	58
Хабаровская 4						65	62	59	56	53	50	48	45

Таблица 5.4

Длительность межфазных периодов (дни) европейских сортов
сое в зависимости от средней температуры воздуха за тот же период

Сорт	Температура воздуха, °C														
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Посев — всходы

Бирунца 12	21	20	18	17	16	14	13	12	11	9	8	7	—	—	—
Высокорослая 1	19	18	17	16	15	13	12	11	10	9	8	6	—	—	—
ВНИИМК 9186	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	—	—	—
ВНИИСК 1	19	18	17	16	14	13	12	11	10	8	7	6	—	—	—
Днепроград- ская 12	21	20	18	17	16	14	13	11	10	8	7	6	—	—	—
Кировоград- ская 4	21	19	18	16	15	13	12	10	8	7	5	4	—	—	—
Неполегаю- щая 2	20	19	18	17	15	14	13	12	10	9	8	6	—	—	—
Терезинская 2	19	18	16	15	14	12	11	9	8	6	5	4	—	—	—

Сорт	Температура воздуха, °С														
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Всходы — цветение

Бирунца 12						78	74	70	66	62	58	54	49	45	41
Высокорослая 1						75	73	71	68	66	64	62	59	57	55
ВНИИМК 9186						77	73	70	66	62	58	54	50	46	42
ВНИИСК 1						75	72	70	68	65	63	60	58	56	53
Днепровская 12						69	66	63	60	57	54	51	48	45	42
Кировоград- ская 4						70	67	63	60	56	53	49	46	42	39
Неполегаю- щая 2						80	77	74	70	67	63	60	57	53	50
Терезинская 2						61	58	54	51	48	45	42	39	36	33

Цветение — созревание

Бирунца 12						80	77	74	71	68	65	62	59	56	53
Высокорослая 1						87	84	80	76	73	69	66	62	59	55
ВНИИМК 9186						80	77	74	71	68	65	62	59	56	52
ВНИИСК 1						91	88	85	82	79	76	73	70	67	64
Днепровская 12						82	77	73	69	65	61	57	53	49	45
Кировоград- ская 4						83	79	75	71	67	63	59	55	51	47
Неполегаю- щая 2						87	84	80	77	74	71	68	64	61	58
Терезинская 2						73	70	67	64	61	58	55	53	50	47

Таблица 5.5

Длительность межфазных периодов (дни) сортов сои Приморского края
в зависимости от средней температуры воздуха за тот же период

Сорт	Температура воздуха, °С												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Посев — всходы

Приморская 762	17	16	16	15	14	13	12	11	10	10	9		
Приморская 71	21	20	18	17	16	15	14	12	11	10	9		
Приморская 529	18	17	16	15	15	14	13	12	11	10	9		

Всходы — цветение

Приморская 762						60	57	53	49	45	42	38	34
Приморская 71						53	50	48	45	42	40	37	34
Приморская 529						56	52	49	47	44	41	38	35

Цветение — созревание

Приморская 762						76	72	68	64	60	56	52	48
Приморская 71						79	74	69	64	59	54	49	44
Приморская 529						80	75	70	65	60	55	50	45

риода (5—6 дней), относятся такие сорта, как Амурская 262, Хабаровская 4, Приморская 71, Приморская 529 и др.

Сорта с небольшой и устойчивой изменчивостью имеют четко выраженную корреляционную связь между длительностями периодов развития. У сортов с сильной доминирующей изменчивостью одного межфазного периода зависимость длительности одного периода от другого значительно слабее. Резкое снижение или увеличение темпов развития — одна из причин поражения растений различными заболеваниями и уменьшения урожайности.

Изменчивость развития является признаком, который следует использовать для оценки соответствия биологии сорта условиям окружающей среды. Для конкретных метеорологических условий с учетом их перемен во времени нужно подбирать соответствующие сорта.

Наличие изменчивости развития дает основание выделять из различных длительностей межфазных периодов и всего периода вегетации средние, оптимальные, минимальные, максимальные значения. Оптимальные значения длительности вегетации сорта обычно соответствуют высокой урожайности (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Оптимальная (1), максимальная (2) и средняя (3) длительность (дни) межфазных периодов у сортов сои

Сорт	Посев — всходы			Всходы — цветение			Цветение — созревание		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Амурская 41	12	21	15	38	52	44	65	73	67
Амурская 42	13	20	16	37	48	43	57	70	63
Амурская 154	11	19	14	36	49	42	59	78	69
Амурская 262	11	18	14	41	55	48	51	68	60
Бирунца 12	11	23	15	46	63	57	55	78	68
ВНИИМК 9186	12	16	15	52	69	59	56	64	61
ВНИИСК 7	11	18	16	55	70	60	60	79	70
ВНИИСК 1	12	17	14	58	71	62	65	78	72
Высокорослая 1	11	16	14	57	72	65	63	76	69
Днепровская 12	12	21	14	46	60	55	58	70	62
Кировоградская 4	11	17	13	51	72	57	61	76	64
Неполегающая 2	11	19	14	58	69	64	64	76	69
Приморская 71	10	17	13	32	45	40	61	76	68
Приморская 529	11	18	14	36	47	42	62	79	73
Приморская 762	12	19	14	40	46	42	43	69	63
Салют 216	13	20	17	36	45	39	67	75	72
Терезинская 2	11	18	13	45	59	53	54	63	59
Хабаровская 4	11	20	16	38	54	42	54	65	59
Юбилейная	12	17	15	35	46	41	59	71	65

Длительность всего периода вегетации сорта наследственна и изменчива, и законы ее изменения очень сложны, несмотря на отчетливое деление сортов по степени скороспелости. Для характеристики длительности вегетационного периода обычно принимается среднее значение за 3—5 лет наблюдений. Оптимальная и максимальная длительности межфазных периодов, соответствующие

щие высокой и низкой урожайности, остаются понятиями теоретическими. Для установления их нет еще единого подхода. Поэтому один и тот же сорт по одним расчетам числится раннеспелым, по другим — среднеспелым, в других случаях среднеспелые сорта могут относиться к позднеспелым и наоборот.

При изучении длительности межфазных периодов у сортов сои замечено, что их отклонения от средних значений в сторону уменьшения или увеличения могут быть различными.

Практический интерес представляет с одной стороны такая длительность периода вегетации, которой соответствует высокая урожайность (оптимальная длительность), и с другой — та, которой соответствует низкая урожайность (максимальная длительность). Вероятность появления первого варианта желательно резко увеличить, а второго, наоборот, уменьшить или исключить совсем.

Для установления оптимума и максимума длительности межфазных периодов приняты следующие условия. За оптимальную длительность периода принимается та, которая при высоком урожае меньше средней. Максимальная длительность больше средних значений, ей соответствует низкая урожайность.

Пороговые значения урожайности, от которых ее можно считать высокой или низкой, для каждого сорта индивидуальны. Определить их можно по средней урожайности, учитывая диапазон ее изменчивости, который у разных сортов различен. Нами в качестве поправки принято значение, равное 20 % диапазона колебаний урожайности.

Поясним это на примерах. У сорта ВНИИМК 9186 средняя урожайность на сортоиспытательных участках за 1962—1974 гг. (76 годослучаев) составляла 1,36 т/га, диапазон изменчивости 2,82 т/га (от 0,21 до 3,03 т/га), 20 % которого (0,56 т/га) и являются поправкой к средней урожайности. Соответственно порог высокой урожайности составляет 1,92 т/га и низкой — 0,8 т/га. У сорта Хабаровская 4 средняя урожайность равна 1,06 т/га (122 годослучая), диапазон изменчивости — от 0,4 до 2,01 т/га, т. е. 1,61 т/га, поправка к средней — 0,32 т/га и соответственно порог высокой и низкой урожайности 1,38 и 0,72 т/га. Он значительно меньше, чем у сорта ВНИИМК 9186. Аналогичные различия можно отметить и у других сортов сои (табл. 5.7).

Для расчета оптимальной и максимальной длительности межфазных периодов из общей выборки брались все случаи, которые были меньше и больше средней и соответствовали высокой и низкой урожайности. Оптимальные и максимальные длительности межфазных периодов при высокой и низкой урожайности в большинстве случаев имели близкие значения. В отдельных выборках были так называемые выскакивающие значения. Для проверки совокупности использовался метод, основанный на оценке различий крайних ранжированных вариантов [47].

Для сорта ВНИИМК 9186 при урожайности выше 1,92 т/га упорядоченный ряд выборки (7 случаев) для периода цветения —

Таблица 5.7

Порог высокой и низкой урожайности для различных сортов сои по данным сортоиспытательных участков, 1961—1974 гг.

Сорт	Урожайность, т/га		Сорт	Урожайность, т/га	
	высокая	низкая		высокая	низкая
Амурская 41	1,61	0,81	Кировоградская 4	1,88	1,01
Амурская 42	1,33	0,77	Неполегающая 2	1,85	0,85
Амурская 154	1,52	0,94	Приморская 71	1,82	1,20
Бирунца 12	1,53	0,89	Приморская 529	1,71	1,05
ВНИИМК 9186	1,92	0,80	Приморская 762	1,69	0,99
ВНИИСК 7	1,52	0,66	Салют 216	1,81	0,89
ВНИИСК 1	1,90	0,98	Терезинская 2	1,66	1,04
Высокорослая 1	1,78	0,98	Хабаровская 4	1,38	0,74
Днепровская 12	1,54	0,68	Юбилейная	1,63	1,15

созревание имел следующие значения: 40₁, 53₂, 54₃, 57₅, 58₆, 61₇. Сомнение вызывала цифра 40. Для правомерности исключения ее с достоверностью 95—99 % рассчитано отношение

$$\frac{x_2 - x_1}{x_n - x_1}, \text{ т. е. } \frac{53 - 40}{61 - 40} = 0,619.$$

Полученная величина оценивается по статистическим таблицам, в которых указано пограничное значение отношения $[(x_2 - x_1) / (x_n - x_1)]$. Оно равно 0,507 при вероятности 95 % и меньше рассчитанного 0,619. Это условие дает право считать цифру 40 высказывающей и исключить ее из подсчетов оптимальной длительности периода.

Минимальная выборка, для которой в таблицах приводятся коэффициенты пограничных значений, состоит из 3 случаев. У сорта ВНИИМК 9186 максимальные длительности периода всходы — цветение при низком урожае имели четыре значения: 64, 65, 68, 79. Сомнение вызывала цифра 79. Критерий достоверности для последней цифры ряда рассчитывался так же по отношению

$$\frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1} \text{ или } \frac{79 - 68}{79 - 64} = 0,733.$$

Он оказался меньше табличного значения критерия достоверности 0,765 при 95 %-й вероятности, и значение 79 вошло в расчет максимальной длительности периода всходы — цветение.

Приведенный тип анализа использовался во всех случаях при установлении оптимальной и максимальной длительности межфазных периодов у сортов сои, если какое-либо значение вызывало сомнение.

Интересным критерием сорта является число случаев сочетаний оптимального периода с высоким урожаем и максимального периода с низким урожаем в общей выборке. В среднем для рассматриваемой группы сортов вероятность сочетания оптимальный период — высокий урожай (6,7—10,7 %) близка к вероятности со-

четания максимальный период — низкий урожай (9,8—11,6 %). Разница в средних значениях вероятностей появляется за счет периода цветение — созревание. Она показывает, что именно в это время сочетание оптимальный период — высокий урожай появляется у сортов сои несколько реже, чем сочетание максимальный период — низкий урожай (табл. 5.8).

Таблица 5.8

Вероятность сочетаний оптимальная длительность — высокий урожай
и максимальная длительность — низкий урожай для различных межфазных
периодов (% общего числа случаев)

Сорт	Число случаев	Оптимальная длительность — высокий урожай			Максимальная длительность — низкий урожай		
		1	2	3	1	2	3
Амурская 41	65	9,2	12,3	4,6	9,2	12,3	9,2
Амурская 42	35	5,7	8,6	11,4	11,4	5,7	8,6
Амурская 154	28	25,0	7,1	7,1	17,9	7,1	10,7
Амурская 262	26	15,4	19,2	7,7	15,4	15,4	11,5
Бирунца 12	71	5,7	3,5	5,7	3,5	7,8	5,7
ВНИИМК 9186	76	10,5	9,2	9,2	9,2	5,3	6,6
ВНИИСК 7	47	8,5	6,4	8,5	8,5	6,4	10,6
ВНИИСК 1	70	5,7	7,1	1,4	11,4	20,0	15,7
Высокорослая 1	41	12,2	12,2	7,3	14,6	24,4	17,0
Днепровская 12	70	8,6	1,4	2,9	8,6	7,1	11,4
Кировоградская 4	85	11,8	9,4	3,5	5,9	5,9	7,1
Неполегающая 2	84	9,5	15,5	7,1	10,7	13,1	11,9
Приморская 71	22	4,5	4,5	9,1	4,5	4,5	4,5
Приморская 529	49	10,2	10,2	6,1	8,2	8,2	14,3
Приморская 762	37	10,8	8,1	8,1	10,8	8,1	10,8
Салют 216	70	11,4	15,7	11,4	8,6	8,6	14,3
Терезинская 2	70	15,7	7,1	7,1	10,0	7,1	17,1
Хабаровская 4	122	13,3	18,0	8,2	13,9	7,4	10,7
Юбилейная	43	16,3	14,0	20,9	18,6	11,6	16,3
Среднее	—	10,7	10,0	7,7	10,6	9,8	11,3

Примечание. Межфазные периоды: 1 — посев — всходы, 2 — всходы — цветение, 3 — цветение — созревание.

У некоторых сортов отмеченные сочетания наблюдаются крайне редко. Например, у сорта Днепровская 12 вероятность оптимальной длительности периода всходы — цветение составляет 1,4 % из 70 годослучаев.

Полученные данные приводят к выводу, что при изучении оптимальной и максимальной длительностей межфазных периодов приходится сталкиваться с очень сложной проблемой выявления их у растений сои. В этом плане представляет интерес общая закономерность оптимальной и максимальной длительности для всех районированных сортов сои. При высоком урожае оптимальная длительность составляет 79 % средней (период посев — всходы), 83 % (период всходы — цветение) и 93 % (период цветение — созревание), при низком урожае максимальная длительность соответственно равна 128, 114, 117 %.

Между вероятностью сочетания двух признаков (высокий урожай — оптимальная длительность, низкий — максимальная) и отклонениями оптимальной и максимальной длительности от средней у некоторых сортов просматривается закономерность: чем больше отклонения, тем меньше их вероятность, или наоборот. Встречаются случаи больших (малых) отклонений при большой (соответственно малой) их вероятности. У сорта ВНИИСК 7 при высоком урожае ($>1,52$ т/га) оптимальная длительность межфазных периодов на 5, 17, 16 дней короче средней, но вероятность этих сочетаний 6,4—8,5 %. У сорта Терезинская 2, Салют 216 при высоком урожае ($>1,66$ и $1,81$ т/га) оптимальная длительность короче средней на 2, 8, 9 и 4, 3, 5 дней, но вероятность ее появления составляет 7,1—15,7 %.

Однозначные и различающиеся связи двух признаков: вероятности сочетания длительности межфазных периодов с определенной урожайностью и отклонения от средних значений этой длительности — характеризуют способность сорта комбинировать эти свойства. У некоторых сортов чем больше указанная вероятность, тем меньше отклонение оптимальной длительности, у некоторых такая связь характерна только для отдельных периодов и т. д.

С практической точки зрения наиболее важными свойствами сорта является скороспелость и высокая урожайность. Такое сочетание свойств имеет большинство сортов сои. Необходимо только повышать вероятность их проявления. Этого можно достигнуть как различными методами селекции, так и систематическим выращиванием сорта при агрометеорологических условиях, способствующих проявлению сочетания этих свойств. Среди агрометеорологических факторов наиболее важным является температура воздуха, необходимая сорту для проявления сочетания оптимальной длительности межфазных периодов с высокой урожайностью. Именно этот фактор человек менее всего может изменить, в отличие от влажности и рН почвы.

Сформировавшись в основном на ограниченной территории субтропической и тропической зоны, растения сои в настоящее время продвинулись далеко на север (до 60° с. ш.), однако наличие экологической обусловленности сопряженности высокой урожайности с определенным количеством тепла ограничивает сое промышленный выход. Знания реальных возможностей исходных форм в экологическом отношении могут помочь наметить более рациональный путь селекции получения новых приспособительных свойств у растений сои.

5.4. Характеристика сортов сои по температурному фактору

Для характеристики сортов сои по температурному фактору используется два метода: 1) зависимость развития от температуры воздуха и 2) анализ экологической родословной сорта. Биологи-

чески обусловленная зависимость развития растений от главного экологического фактора — температуры воздуха — практически универсальна по информации, которую от нее можно получить для сорта. По уравнениям этой связи раскрывается изменчивость длительности межфазных периодов в зависимости от температуры воздуха. В ней же всегда можно найти сортовой признак устойчивости оптимальной длительности межфазных периодов, которая всегда короче средней. По ним также можно выделить оптимальную и минимальную температуры для каждого межфазного периода сорта. Вероятность сочетания оптимальной длительности межфазных периодов с высокой урожайностью и минимальной — с низкой небольшая. Но именно редкое проявление признака очень часто представляет наибольший интерес для выявления его роли и использования в практических целях.

Для установления характеристик сорта оптимальные и максимальные длительности межфазных периодов приняты с интервалом значений. Доверительный интервал к каждой длительности межфазных периодов рассчитывался в среднем для всех сортов, поскольку у отдельных сортов выборка недостаточна для таких расчетов. Это условие увеличило надежность критерия, так как число случаев для расчета доверительного интервала оптимальной длительности трех межфазных периодов составило 104—108, а для максимальной соответственно 74—119. Значения доверительного интервала для оптимальной длительности равны: в период посев — всходы $\pm 1,2$ дня, всходы — цветение $+1,1$, цветение — созревание $\pm 2,1$ дня, для максимальной соответственно $\pm 2,2$, 2,0, 2,2 дня.

С учетом доверительного интервала оптимальной и максимальной длительностей межфазных периодов и данных об изменчивости развития сортов в зависимости от температуры воздуха получены оптимальные и минимальные температуры воздуха для сортов сои тоже с интервалом значений. Диапазон между верхним и нижним уровнями оптимальных температур по межфазным периодам развития сортов сои составляет 5—6 °С, минимальных 6—7 °С (табл. 5.9).

Для большинства сортов сои оптимальные кривые температуры имеют тот же ход, что и температура воздуха от весны к осени. Это указывает на экологическую связь развития растений с климатом. Но у некоторых сортов наблюдается и весенне-летний ход кривых оптимальных температур. Такой ход обычно свойствен сортам, которые возделываются в Южной климатической провинции Китая или в Индии. Тот факт, что некоторые сорта сои имеют весенне-летний тип распределения оптимальных температур в условиях СССР, говорит о глубокой связи их по температурному фактору с исходными формами.

На рис. 5.2 приведены температуры воздуха 90 %-й обеспеченности в центрах происхождения исходных форм и кривые нижнего и верхнего уровней оптимальных температур, установленные для

Таблица 5.9

**Оптимальные и минимальные температуры воздуха
по межфазным периодам сои**

Сорт	Температура воздуха, °С					
	оптимальная			минимальная		
	1	2	3	1	2	3
Амурская 41	15—17	19—21	17—19	11—13	15—16	14—15
Амурская 42	15—17	20—22	17—19	11—13	17—19	14—15
Амурская 154	16—18	21—23	18—20	12—14	14—16	13—15
Амурская 262	16—18	19—21	20—22	10—12	17—18	14—15
Бирунца 12	17—19	22—24	22—24	8—10	18—20	15—17
ВНИИМК 9186	16—18	21—22	22—24	12—14	16—18	19—21
ВНИИСК 1	15—17	21—23	23—24	11—13	16—18	19—20
Высокорослая 1	16—18	22—24	21—23	12—14	16—18	17—19
Днепровская 12	16—18	23—24	20—22	9—10	17—19	17—19
Кировоградская 4	16—18	20—22	20—21	12—14	13—15	16—17
Неполегающая 2	17—18	21—22	22—23	10—12	18—19	18—19
Приморская 71	18—20	22—23	18—20	12—14	17—19	15—16
Приморская 529	17—19	21—22	18—19	9—11	17—18	15—16
Салют 216	15—16	19—21	18—19	12—13	15—16	15—16
Терезинская 2	15—17	22—23	21—22	10—11	16—18	17—18
Хабаровская 4	16—17	19—20	18—19	12—13	15—16	15—16

Примечание. Межфазные периоды: 1 — посев — всходы, 2 — всходы — цветение, 3 — цветение — созревание.

сортов сои. Между ними существует не только сходство, но и различия.

Различия между нижним уровнем оптимальной температуры воздуха сортов сои и тем же фактором в центрах происхождения исходных форм показывают, что имеются большие достижения селекции по преодолению теплолюбивости сортов сои. Равенство и сходство температурных показателей в ареале формирования исходных форм и у отечественных сортов сои свидетельствует о консерватизме признака теплолюбивости, для изменения которого требуются большие усилия, это, по существу, сверхзадача селекционеров по культуре сои.

Отмеченные сходство и различия оптимальных температур сортов сои с температурами исходных форм заставляют обращать особое внимание на методы создания сортов. В табл. 5.10 указаны все сорта, у которых нижний уровень оптимальных температур равен в период посев — всходы 15 °С, всходы — цветение 19 °С и цветение — созревание 17 °С и верхний: 20, 24, 24 °С. Оказалось, что сорта сои, имеющие наиболее низкие значения оптимальных температур в тот или иной период, созданы, как правило, с привлечением местных сортов из Амурской области, Ставропольского края, Рязанской области. Сорта сои, имеющие наибольшие значения оптимальных температур в один, два или три межфазных периода, в своем происхождении имеют маньчжурские образцы и

Сорта сои с наименьшими и наибольшими значениями оптимальных температур по межфазным периодам и методы их создания

Сорт	Значения оптимума, °С						Метод создания сорта
	наименьшие			наибольшие			
	15(1)	19(2)	17(3)	20(1)	24(2)	24(3)	
Амурская 41	+	+	+	—	—	—	Индивидуальный отбор из местной сои Тамбовского района Амурской области
Амурская 42	+	—	+	—	—	—	То же
Салют 216	+	+	—	—	—	—	Индивидуальный отбор из сложной гибридной популяции, полученной от ступенчатой гибридизации сорта Амурская 41 с гибридом (Амурская 4 × Амурская 12). Сорта Амурская 4 и Амурская 12 выведены индивидуальным отбором из местной сои Амурской области
ВНИИСК 1	+	—	—	—	—	+	Индивидуально-групповой отбор из гибридов, полученных от скрещивания сорта ВНИИМК 9186 с Маньчжурской 7300
Терезинская 2	+	—	—	—	—	—	Многократный индивидуальный отбор из гибридов сложного скрещивания (ВНИИМК 9186 × Молдавская 6) × (Кубанская 4958 × Колхозная). ВНИИМК 9186 создан индивидуальным отбором из местной ставропольской сои
Хабаровская 4	—	+	—	—	—	—	Индивидуальный отбор из сложной гибридной популяции, полученной от скрещивания географически отдаленных форм (Амурская 41 × Ушаковская) × Троекуровская (Троекуровская — местный сорт Рязанской области)
Днепровская 12	—	—	—	—	+	—	Индивидуальный отбор из образца маньчжурского происхождения
Бирунца 12	—	—	—	—	+	+	Индивидуально-групповой отбор из гибридной популяции ВНИИМК 9186 × Иллини (США)
ВНИИМК 9186	—	—	—	—	—	+	Многократный индивидуальный отбор из спонтанного гибрида местной сои Ставропольского края
Высокорослая 1	—	—	—	—	+	—	Индивидуальный отбор из гибридной популяции, полученной при скрещивании сортов Хоросой и ВНИИСК 7.

Примечание. В скобках указаны межфазные периоды: 1 — посев — всходы, 2 — всходы — цветение, 3 — цветение — созревание сои.

сорта из США (Хоросой, Иллини), которые в свою очередь связаны с маньчжурскими формами.

По уровню высокой урожайности выделенные группы сортов различаются мало. Но в среднем у сортов с пониженными значениями оптимальных температур в один, два или три межфазных периода порог высокой урожайности ниже (1,8 т/га), чем у сортов второй группы, отличающейся высокими значениями оптимума (1,9 т/га).

По разнице между оптимальными и минимальными температурами можно судить о пластичности сорта по отношению к условиям окружающей среды. Чем шире диапазон (6 °C) между оптимумом и минимумом температур у сорта, тем меньше изменчивость межфазных периодов (2 дня на ± 1 °C средней за межфазный период температуры воздуха), и наоборот, чем он уже (3—4 °C), тем сильнее изменчивость (3—6 дней на ± 1 °C).

Таблица 5.11

Средние температурные характеристики сортов сои, полученные разными методами

Сорт	Метод	Температуры по межфазным периодам						Коэффициент корреляции
		оптимальные			минимальные			
		1	2	3	1	2	3	
Амурская 41	I	16	20	18	12	15	15	0,91
	II	17	22	20	12	17	15	
Амурская 42	I	16	21	18	12	17	14	0,90
	II	17	22	20	12	17	15	
Амурская 154	I	17	22	19	13	16	14	0,90
	II	17	22	19	12	17	15	
Амурская 262	I	17	20	21	11	17	14	0,86
	II	17	22	20	12	17	15	
Салют 216	I	16	20	19	13	16	14	0,94
	II	17	22	19	12	17	15	
Хабаровская 4	I	17	20	19	13	17	15	0,94
	II	17	20	19	12	16	15	
Приморская 71	I	19	23	19	13	18	16	0,89
	II	17	20	22	13	18	16	
Приморская 494	I	19	22	21	13	17	16	0,97
	II	17	21	21	12	17	16	
Приморская 529	I	18	22	19	10	18	15	0,83
	II	17	20	22	13	18	16	
Приморская 762	I	16	21	20	8	18	16	0,81
	II	17	20	22	13	18	16	

Примечание. Методы: I — по зависимости темпов развития от температуры воздуха, II — путем учета температуры воздуха по экологической родословной; межфазные периоды: 1 — посев — всходы, 2 — всходы — цветение, 3 — цветение — созревание.

Как уже указывалось, оптимальные и минимальные межфазные температуры воздуха для дальневосточных и европейских сортов сои были получены двумя методами: 1) по зависимости темпов развития температуры воздуха и 2) путем учета темпе-

ратуры воздуха в центрах происхождения исходных форм, т. е. по экологической родословной. Как видно из табл. 5.11, значения температур, полученные обоими методами, довольно близки. Коэффициенты корреляции между ними у дальневосточных сортов 0,81—0,94, у европейских 0,84—0,99. Наиболее частые различия между межфазными температурами составляют ± 1 °С. Сходство результатов, полученных двумя методами, дает основание для использования двух подходов при установлении межфазных температур сорта.

5.5. Условия возделывания дальневосточных сортов сои

Метеорологические условия Амурской области и Хабаровского края, где создаются и выращиваются новые сорта сои, сложны и своеобразны. Характерной их чертой является большая изменчивость основных агрометеорологических показателей. Средние температуры воздуха в ряде районов благоприятны для сои, однако в отдельные годы складываются условия, резко отличающиеся от средних.

Ход средних месячных температур воздуха за май—сентябрь в районе Благовещенска и Хабаровска описывается параболической кривой со значениями 11—21—12 °С и 11—21—14 °С, а в северных районах (Завитая) 10—20—11 °С (табл. 5.12). Эти температуры значительно ниже, чем в центрах формообразования сои (Китай, Корея, Япония). Наименьшие суммы осадков (41—65 мм)

Таблица 5.12

Средние месячные температуры воздуха и количество осадков в Амурской области и Хабаровском крае

Метеостанция	Характеристика	V	VI	VII	VIII	IX
Благовещенск	1	10,9	17,8	21,4	19,1	12,2
	2	46	102	129	120	77
Завитая	1	9,7	16,7	20,3	18,1	11,3
	2	59	98	125	132	87
Толстовка	1	10,3	17,1	20,7	18,4	11,4
	2	41	88	108	106	68
Константиновка	1	10,7	17,3	21,0	18,8	12,0
	2	48	103	129	124	81
Поярково	1	10,4	17,1	20,9	18,8	11,9
	2	40	85	106	101	66
Архара	1	10,5	17,0	20,7	18,7	12,0
	2	61	105	132	138	94
Хабаровск	1	11,1	17,4	21,1	20,0	13,9
	2	61	80	115	123	89
Вяземская	1	11,6	17,7	21,3	19,9	13,3
	2	66	95	123	132	94
Бикини	1	11,7	17,4	21,0	19,9	13,3
	2	65	90	124	134	96

Примечание. Здесь 1 — температура воздуха, °С; 2 — осадки, мм.

наблюдаются в этих пунктах в мае, наибольшие — в июле — августе (108—132 и 101—138 мм). Соотношение температуры воздуха и осадков указывает на возможное переувлажнение почв при пониженных температурах воздуха. В Амурской области и Хабаровском крае часто наблюдаются высокие значения гидротермического коэффициента (табл. 5.13). Эти данные показывают, что при оценке условий возделывания сои необходимо знать связь между температурой воздуха и количеством выпадающих осадков.

Таблица 5.13

Средние месячные значения гидротермического коэффициента (ГТК)

Метеостанция	V	VI	VII	VIII	IX
Благовещенск	1,36	1,91	1,94	2,03	2,1
Константиновка	1,45	1,98	1,98	2,13	2,25
Архара	1,87	2,06	2,06	2,38	2,61
Хабаровск	1,77	1,53	1,76	1,98	2,13
Вяземская	1,83	1,79	1,86	2,14	2,36

Прямая зависимость между температурой воздуха и осадками является условием для создания потенциально благоприятного водного режима почвы и высокой продуктивности растений, обратная — свидетельствует о вероятном нарушении обеспеченности растений теплом и влагой.

Продолжительность периода с температурой воздуха выше 10 °С в районе Благовещенска и Хабаровска колеблется в интервале 134—142 дня. Это большой период теплого времени, вполне достаточный для успешного выращивания ранне- и среднеспелых сортов сои. Но по годам он сильно изменяется и может быть намного короче среднего (111—120 дней), что ведет к образованию плодов при пониженных температурах и неполному созреванию семян. Период с температурой выше 15 °С, крайне важный для сои, составляет 92—100 дней (табл. 5.14).

Заморозки (температура воздуха ниже 0 °С) в среднем в районе Благовещенска и Хабаровска кончаются рано (3—8 мая) и начинаются поздно (30 сентября—10 октября). Но сдвиг дат окончания и начала наступления заморозков настолько значителен (23 и 13 сентября и 23—22 мая), что продолжительность периода без заморозков может сокращаться до 110—115 дней в районе Благовещенска и еще больше к северу от него.

Большое значение для сои имеет суточный ход температуры воздуха. Он определяет начало и продолжительность фотосинтетической деятельности растений. Оптимальными для фотосинтеза сои температурами воздуха являются 18—25 °С. В июне в Амурской области они отмечаются с 9 до 15 ч (18—22 °С), в июле — с 6 до 16 ч (18—25 °С), в августе — с 8 до 18 ч (18—23 °С), в среднем 6—10 ч в сутки. Ограничивающим фактором является продолжительность солнечного сияния в эти же часы. В июне между 9 и

**Основные агрометеорологические условия выращивания сои
в Амурской области и Хабаровском крае**

Условия	Хабаровск	Благовещенск
Беззаморозковый период, дни -		
средний	159	144
наименьший	123	114
Дата наступления заморозков		
средняя:		
последнего	3 V	8 V
первого	10 X	30 IX
поздняя:		
последнего	23 V	22 V
ранняя:		
первого	23 IX	13 IX
Дата перехода температуры воздуха		
через 10 °С:		
весной	10 V	11 V
осенью	30 IX	23 IX
через 15 °С:		
весной	2 VI	3 VI
осенью	11 IX	4 IX
Период с температурой воздуха, дни		
выше 10 °С	142	134
выше 15 °С	100	92
Сумма температур, °С		
выше 10 °С	2469	2332
выше 15 °С	1951	1811

15 ч оно в среднем составляет 3,5 ч, в июле (между 6 и 16 ч) и в августе (между 8 и 18 ч) — 5,7 ч.

Приведенные данные показывают, как много ограничивающих условий имеется на территории Амурской области и Хабаровского края. При этом все они (длительность дня, температура воздуха, влажность, продолжительность солнечного сияния и т. д.) отличаются от условий в центрах происхождения этой культуры.

Сорта сои Амурской области и Хабаровского края созданы различными методами: индивидуальным отбором из местных сортов сои (Амурская 41, Амурская бурая 57), методом отбора из сложной гибридной популяции (Янтарная), с привлечением местных форм сои (Салют 216), в результате парных скрещиваний географически отдаленных форм (Аврора), методом отбора из сложной гибридной популяции с привлечением географически отдаленных форм (Хабаровская 4, Амурская 310, Смена, ВНИИС 1, ВНИИС 2, МК 1) и др. В результате каждый сорт имеет какой-либо отличительный морфолого-физиологический признак, например: тип куста, ветвистость, облиственность, толщина стебля, окраска и густота опушения, крупность и окраска цветков и бобов, форма и крупность семян, содержание белка и масла, продолжительность вегетационного периода, требовательность к теплу, влаге, свету, поч-

вам, степень изменчивости морфологических признаков и биологических свойств и др. По данным Л. И. Иванова [54], с особенностью морфолого-физиологических признаков связан обмен веществ и потребности растений в метеорологических условиях.

Сорта Амурской области и Хабаровского края по уровню оптимальных температур по межфазным периодам различаются незначительно (см. табл. 5.9). Минимальные температуры по межфазным периодам у сортов сои показывают предельный их уровень, ниже которого создаются условия, крайне неблагоприятные для формирования урожайности сои. Минимальные температуры могут служить надежным ориентиром для разработки приемов ухода за растениями, смягчающих отрицательное действие недостатка тепла.

Оптимальные температуры для сортов Амурской области и Хабаровского края в среднем на 2—3 °С выше средних многолетних температур воздуха. Рост и развитие сортов в этих регионах постоянно происходят при некотором недостатке тепла, что сказывается на поступлении питательных веществ в растения, на процессе фотосинтеза, на длительности периода вегетации и в конечном итоге на продуктивности растений. Известно, что снижение температуры до 10 °С останавливает поступление всех минеральных элементов в растения, а недостаток в питании в свою очередь изменяет морфолого-физиологические и приспособительные свойства растений.

Глубокое изменение в развитии растений вносит температура воздуха и влажность почвы уже во время прорастания семян. Недостаток тепла (9—10 °С) при избытке влаги (90—100 % НВ) отрицательно сказывается на адаптивных свойствах растений в последующие межфазные периоды. Семена сои отличаются насыщенностью органическими (белок, масло, крахмал) и минеральными веществами. При избытке влаги (ГТК более 1,5—1,6) и недостатке тепла происходит более быстрый распад белков и нарушение деятельности ферментов в прорастающем семени. Растения при этом становятся более слабыми и менее пластичными к изменениям метеорологических условий.

Прорастание у сортов Амурской области и Хабаровского края замедляется очень часто из-за изменчивости увлажнения и недостаточного прогревания почвы. Колебания продолжительности периода прорастания по сортам составляют здесь $\pm 23,4$ —32,6 % (табл. 5.15). Из-за растянутости периода прорастания происходит сдвиг цветения и особенно созревания, которое приходится на август—сентябрь. В это время температуры уже довольно низкие, и семена многих сортов сои не вызревают.

С течением времени характеристики сорта изменяются, поэтому изучение динамики сорта представляет практический интерес. В первые годы создания сорта он предъявляет определенные требования к условиям окружающей среды, которые после его длительного возделывания могут измениться. Отдельные растения в больших популяциях могут сильно отличаться от остальных. Они

Коэффициент вариации продолжительности межфазных периодов
у различных сортов сои Амурской области и Хабаровского края

Сорт	Межфазные периоды			
	посев— всходы	всходы— цветение	цветение— созревание	посев—со- зревание
Амурская 41	30,7	18,0	14,3	7,8
Амурская 42	23,4	16,4	12,2	7,3
Амурская 154	27,6	9,9	10,4	7,4
Амурская 262	32,6	17,6	18,4	10,7
Салют 216	26,4	13,1	7,9	6,5
Хабаровская 4	27,7	13,0	11,7	7,5

успешно растут и развиваются при значительных отклонениях условий, в то время как большие популяции в целом не обладают такой пластичностью.

Под влиянием среды в сорте происходят обратимые и необратимые изменения. К обратимым относятся все изменения в циклах развития. Необратимые происходят как под действием катаклизмов в природных условиях, так и под влиянием постоянно действующих факторов, когда изменения направлены в одну сторону, например, в сторону сокращения или удлинения периода вегетации.

На примере ряда сортов Амурской области и Хабаровского края видно, как вновь созданные сорта, характеризующиеся как ранне- и среднеспелые, со временем в этом же регионе переходят в категорию средне- и позднеспелых. Например, сорт Амурская 41, созданный на Амурской опытной станции в 1930 г., после районирования (1939 г.) занимал почти все посевные площади, отводимые под сою. По данным государственного сортоиспытания за 1946—1961 гг., сорт Амурская 41 значился как среднеспелый, со средней (1,25 т/га) и высокой (1,93—2,13 т/га) урожайностью.

В 1981 г. по производственной классификации, принятой в Амурской области, селекционеры Л. К. Малыш и Т. П. Рязанцева [80] описывают Амурскую 41 как позднеспелый сорт. Авторы пишут, что за последние 26 лет изучения на Амурской опытной станции сорт не вызревал 10 раз, а при посеве в центральной зоне — ежегодно.

Оптимальные температуры, установленные для сортов сои в среднем за межфазный период, одновременно можно рассматривать как оптимум, необходимый сорту в период активного фотосинтеза утром (7—11 ч), а минимальные — могут служить оценкой температур в 4—5 ч утра. Это условие позволяет сделать анализ суточного хода температуры воздуха в Амурской области. Он показывает, что в июне, июле и начале августа с учетом оптимальных температур тепла вполне достаточно как для активного фотосинтеза в утренние часы, так и для нормального расходования дневного накопления пластических веществ во время дыхания

в темный период суток. Со второй половины августа суточный оптимум температуры воздуха для сои по принятому условию наступает позже (14—15 ч). При этом уменьшается продолжительность воздействия благоприятной температуры воздуха и нарушается соотношение ее с качеством света, которые также определяют продуктивность растений.

Рост и развитие растений сои в Амурской области до массового цветения идут при нарастании температуры воздуха на 6,9 °С от мая к июню и на 3,6 °С от июня к июлю, а цветение и образование плодов — при понижении температуры воздуха на 2,3 °С от июля к августу и на 6,9 °С от августа к сентябрю.

В первый период роста и развития у сортов Амурской области и Хабаровского края суточный процесс накопления пластических веществ происходит в течение более длительного времени, а в период образования плодов — в течение более короткого. Эти особенности суточного хода температуры воздуха в период образования плодов могут создать равновесие между ассимиляцией листом CO_2 в процессе фотосинтеза и расходом ассимилятов во время дыхания. При такой ситуации накопления органических веществ у растений не происходит и урожайность резко снижается.

Сорта сои Амурской области и Хабаровского края отличаются большой изменчивостью длительности межфазных периодов, коэффициент вариации в период посев — всходы (третья декада мая — первая половина июня) в одни и те же годы равен 23,4—32,6. Резко различаются сорта по изменчивости длительности периода всходы — цветение, коэффициент вариации — от 9,9 у сорта Амурская 154 до 17,6 у Амурской 262. Те же сорта выделяются по варьированию длительности периода цветение — созревание: V равно 7,9—18,4.

Изменчивость темпов развития является одним из адаптивных признаков растений. Чем меньше варьируют темпы развития под влиянием окружающей среды, тем устойчивее сорт. Сравнение длительности межфазных периодов при изменении средней за этот же период температуры воздуха на ± 1 °С показывает, что сорта Амурской области и Хабаровского края можно разделить на слабо-, средне- и сильноизменяющие длительность межфазных периодов.

К слабоизменяющим длительность (± 1 —2 дня на 1 °С) всех трех межфазных периодов сортам относится Салют 216, двух периодов (посев — всходы, всходы — цветение) — Амурская 154. Также слабо изменяет длительность двух периодов (посев — всходы, цветение — созревание) сорт Амурская 262, одного периода (посев — всходы) — Амурская 41, Амурская 42.

Среднеизменяющих длительность (± 3 —4 дня на 1 °С) всех трех межфазных периодов сортов в исследуемой группе нет. Средне изменяется длительность двух периодов (всходы — цветение, цветение — созревание) у сортов Амурская 41, Амурская 42.

Сорта, сильноизменяющих длительность (± 5 —6 дней на 1 °С) всех трех межфазных периодов, нет, двух — тоже нет. Длитель-

ность одного периода (всходы — цветение) сильно изменяется у сортов Амурская 262, Хабаровская 4.

По приведенным данным можно проследить связь изменчивости длительности межфазных периодов у некоторых сортов сои с возрастом растений. Период всходы — цветение сильнее изменяется, чем посев — всходы у сортов Амурская 41, Амурская 42, Амурская 262, Хабаровская 4, а цветение — созревание по сравнению с предыдущим периодом — у сорта Амурская 154.

В ранних периодах развития растений сильнее проявляется значение наследственности. В более позднем возрасте ведущую роль начинают играть индивидуально приобретенные признаки. Поэтому наиболее вероятно и перспективно снижение чувствительности сои к пониженным температурам в ранние периоды развития у сортов, отличающихся малой изменчивостью. Это направление в настоящее время уже принято селекционерами Дальнего Востока, где особенно важно как можно раньше посеять сою (при температуре 8—9 °C), чтобы в период цветение — созревание сохранить биологическую активность растений, снижение которой из-за недостатка тепла при длинном дне является причиной возникновения различных заболеваний и уменьшения продуктивности [27, 88, 132].

В последние годы, наряду с признаками изменчивости, широко используется такая характеристика сортов, как пластичность. Причины, определяющие пластичность или приспособленность растений к переменным условиям окружающей среды, называют разные. Но несомненно, что пластичность связана с наличием резервов в растениях, благодаря которым они усиливают биологические функции при неблагоприятных условиях среды и сохраняют тем самым устойчивость роста и развития. Показатели изменчивости и пластичности согласуются между собой, пластичные сорта, как правило, в меньшей степени изменяют темпы развития.

По нашим разработкам, пластичными можно назвать те сорта, у которых разница между оптимумом и минимумом температур составляет 6 °C и больше, среднепластичными — с разницей 4—5 °C, непластичными — с разницей 1—3 °C. В 1981 г. основные посевные площади Амурской области и Хабаровского края занимали пластичные сорта ВНИИС 1, ВНИИС 2, Янтарная, Смена и др. Но и у этих сортов при резкой смене метеорологических условий длительность периода вегетации увеличивалась на 5—9 %, что особенно хорошо видно на примере 1976 г. В этот год холодный период в конце мая — начале июня сменялся жарким в июле и снова холодным в августе (табл. 5.16).

Связь между длительностью отдельных межфазных периодов и всего периода вегетации с урожайностью сои слабая. Коэффициенты корреляции чаще всего ниже 0,5. Но во все годы высокая урожайность наблюдается при более коротком периоде вегетации. Например, у сорта ВНИИС 1 урожайность 2,84 т/га получена за 111 дней, 2,19 т/га — за 123 дня, у ВНИИС 2 урожайность 2,96 т/га — за 104 дня, 1,75 т/га — за 121 день, у Янтарной уро-

жайность 3,18 т/га — за 116 дней и 2,27 т/га — за 124 дня (табл. 5.17)

Таблица 5.16

Температура воздуха и осадки в год наибольшей длительности периода вегетации у сортов сои по декадам. Амурская область, Белогорск, 1976 г.

Характеристика	V	VI			VII			VIII			IX		
	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
Температура воздуха, °С													
средняя	11	16	16	18	22	24	18	18	17	15	14	13	11
максимальная	23	26	28	29	30	32	30	25	27	25	26	22	22
минимальная	1	6	9	7	12	14	11	13	8	4	3	4	—2
Осадки, мм	58	4	59	3	47	4	119	66	39	22	23	4	14

Таблица 5.17

Урожайность и длительность периода посев — созревание у сортов сои, Амурская область, Белогорский сортоучасток

Сорт	Показатель	1973	1974	1975	1976	Средняя
Амурская 310	1	2,39	2,23	2,98	2,15	2,44
	2	120	123	115	127	121
ВНИИС 1	1	2,25	2,20	2,84	2,19	2,37
	2	114	119	111	123	117
ВНИИС 2	1	2,30	2,16	2,96	1,75	2,29
	2	107	116	104	121	112
Салют 216	1	2,20	2,15	2,74	—	2,36
	2	117	121	113	—	117
Смена	1	1,97	2,00	2,75	2,06	2,20
	2	107	112	103	121	111
Янтарная	1	2,21	2,20	3,18	2,27	2,46
	2	121	124	116	124	121
Средняя	1	114	119	110	123	—

Примечание. Здесь 1 — урожайность (т/га), 2 — длительность периода посев — созревание (дни).

Температурные условия в отдельных регионах выращивания сои имеют отличительные особенности, которые должны быть приняты в качестве главного критерия при создании новых и для рекомендации к посеву уже имеющихся сортов. Температурные характеристики сорта при этом должны быть следующие: период вегетации должен примерно равняться периоду с температурой воздуха выше 15 °С, оптимальные температуры — средним многолетним, минимальные — средним из минимальных, и главное, чтобы ритм развития растений соответствовал темпам изменения температуры воздуха во времени.

В настоящее время уже много сделано. Сорта Амурской области и Хабаровского края хорошо адаптированы к длительности

дня в 15—16 ч, пониженным температурам воздуха, но темпы развития у большинства из них еще не совпадают со средним ходом температуры воздуха, что является главной причиной торможения развития растений, неполного созревания семян, и в конечном итоге — снижения продуктивности.

Специфика почвенно-климатических условий Амурской области и Хабаровского края как бы формулирует условия поиска исходных форм, которые имели бы свойства ускоренного роста и развития при достаточно высокой продуктивности. Для этого целесообразно знать аналоги метеорологических условий в центрах формирования потенциально скороспелых форм, в регионах селекции и вероятного возделывания новых сортов. Приспособленность растений к условиям среды можно получить как сдвигом кардинальных значений главного экологического фактора для сорта — температуры воздуха, так и расширением амплитуды адаптации растений до необходимых пределов.

В Приморском крае обобщенно условия можно считать благоприятными для сои (табл. 5.18). Но в отдельные годы они могут резко изменяться. Длинный период (150 дней) с температурой воздуха выше 10 °С становится коротким (120 дней), позднее наступление заморозков (1—5 октября) — ранним (18—20 сен-

Таблица 5.18

Основные агрометеорологические условия выращивания сои
в Приморском крае

Условия	Уссурийск	Картун
Беззаморозковый период, дни		
средний	157	139
наименьший	135	123
Дата наступления заморозков		
средняя:		
последнего	30 IV	14 V
первого	5 X	1 X
поздняя:		
последнего	14 V	27 V
ранняя:		
первого	20 IX	18 IX
Дата наступления температуры воздуха		
выше 10 °С:		
весной	8 V	12 V
осенью	6 X	25 IX
выше 15 °С:		
весной	9 VI	8 VI
осенью	17 IX	5 IX
Период с температурой воздуха, дни		
выше 10 °С	150	135
выше 15 °С	99	88
Сумма температур, °С		
выше 10 °С	2550	2270
выше 15 °С	1910	1700

тября), благоприятные средние температуры во время цветения (21—22 °С) — неблагоприятными (15—17 °С).

Особенностью хода температуры в период вегетации растений является быстрое увеличение тепла от мая к июню (на 4,3—5,7 °С), некоторое замедление повышения его от июня к июлю (на 3,9—4,2 °С), сохранение его почти на одном уровне в июле — августе с последующим падением от августа к сентябрю (на 5,8—7,1 °С). Отмеченный ход температуры воздуха сходен с ее ходом в центрах формообразования сои, но период с такими температурами короче и отличается более низкими дневными и ночными их уровнями.

Вместе с ростом температуры воздуха от мая к августу увеличивается количество осадков. Однако та пропорциональность между теплом и влагой, которая нужна сое и которая наблюдается в центрах формообразования, в крае наблюдается редко. Наиболее сухой период в крае — весна, дождливый — июль и август. Среднее количество осадков в мае составляет 46—90 мм, в июне 76—95 мм, в июле и августе 99—162 мм (табл. 5.19).

Таблица 5.19

Средние месячные температуры воздуха и осадки
в Приморском крае

Метеостанция	Характеристика	V	VI	VII	VIII	IX
Картун	1	10,6	16,3	20,4	19,5	12,4
	2	90	113	146	162	105
Турин Рог	1	11,1	16,8	20,8	20,6	14,0
	2	46	76	99	108	73
Евгеньевка	1	12,5	17,4	21,4	21,3	14,7
	2	71	85	99	121	111
Уссурийск	1	11,2	15,8	20,0	21,1	15,3
	2	68	85	99	114	104
Анучино	1	11,8	17,0	20,9	20,6	13,7
	2	62	80	92	113	103

Примечание. Здесь 1 — температура воздуха (°С), 2 — осадки (мм).

Средние температуры воздуха в районах возделывания сои невысокие, в мае они равны 9—13 °С, в июне 16—17 °С, июле — августе 20—21 °С, в сентябре 14—15 °С, но в этих пределах они удовлетворительны для сои. В отдельные годы температура воздуха отличается большой вариабельностью, причем пониженные температуры воздуха часто сочетаются с обильными дождями. Гидротермический коэффициент на территории Приморского края высокий, больше 2, а иногда приближается к 3 (табл. 5.20), что обуславливает избыток влаги в почве.

Когда избыточная влажность почвы при недостаточной температуре воздуха (16—18 °С) сохраняется в течение длительного времени, в почве резко сокращается количество кислорода и на-

Средние многолетние значения гидротермического коэффициента (ГТК)

Метеостанция	V	VI	VII	VIII	IX
Картун	2,74	2,31	2,31	2,68	2,82
Турний Рог	1,34	1,51	1,54	1,69	1,74
Евгеньевка	1,83	1,63	1,49	1,83	2,52
Уссурийск	1,96	1,79	1,60	1,74	2,27
Анучино	1,69	1,57	1,42	1,77	2,51

капливается закись железа. Оба эти фактора угнетают деятельность корневой системы, клубеньковых бактерий и растения в целом, тормозят процесс цветения и образования плодов.

Относительная влажность воздуха так же, как осадки и температура воздуха, увеличивается от мая к июлю — августу. Средние значения ее днем: в мае 55—68 %, в июне — июле 60—65 %, в ночные часы 92—94 %.

Наилучшие для роста и развития сои средние температуры (18—25 °С) наблюдаются в июне от 11 до 18 ч (18—20—18 °С), в июле — от 7 до 23 ч (18—23—18 °С), в августе — от 6 до 24 ч (18—25—18 °С), в сентябре — от 11 до 18 ч (18—20—18 °С). При этом с оптимальными температурами в июне, сентябре отмечается 7 ч в сутки, в июле и августе 16—18 ч.

Для полноценного использования растениями оптимальных температур воздуха необходимо достаточное число часов солнечного сияния. Если период с оптимальными температурами воздуха в июне и сентябре составляет 7 ч в сутки, то в этот же период есть 3,5—4 часа солнечного сияния, а в июле — августе соответственно 16—18 ч и 6 ч в сутки. Невысокие температуры воздуха в июне (18—20 °С), небольшая продолжительность их действия (7 ч в сутки) и короткий период солнечного сияния (3,5 ч в сутки) ведут к активному росту вегетативной массы и к замедлению развития растений.

Для активного развития сои в Приморском крае благоприятны условия в июле — августе. В это время достаточно тепла и света, почва и воздух максимально насыщены влагой. Однако метеорологические условия Приморского края, в среднем благоприятные для культуры сои, имеют ряд особенностей, требующих технологии возделывания, направленной на снижение отрицательного действия того или иного фактора.

Приморские сорта сои созданы в основном на Приморской опытной станции. Многие из них (Приморская 529, Приморская 494, Юбилейная) получены с использованием в качестве исходной формы образца К-529, завезенного с Гундзулинской опытной станции (Северо-Восточная провинция Китая) в 1925 г.

В метеорологических условиях между станциями Харбин и Уссурийск существенные различия наблюдаются в мае — июле.

когда средняя месячная температура воздуха в Харбине выше на 3 °С, средняя из максимальных — на 4 °С, отклонения минимальных температур воздуха небольшие, за исключением июля. Большая разница между максимумами и малая между минимумами температур определяет резкие различия в суточной амплитуде температуры воздуха. В Харбине она в мае — сентябре составляет 10—13 °С, в Уссурийске 6—9 °С.

Зависимость фотосинтеза и дыхания от температуры воздуха носит сложный характер. Но в общем виде по температурным условиям Харбина и Уссурийска можно думать, что температурный фактор в Харбине способствует более усиленному процессу фотосинтеза у сои, чем в Уссурийске. Расход же ассимилятов в процессе дыхания, судя по минимальным температурам воздуха, в этих регионах не должен иметь существенных различий. Следовательно, есть основания думать, что «истинный» фотосинтез, т. е. наблюдаемый с учетом поправки на дыхание, в Харбине выше, чем в Приморском крае.

В Приморском крае оптимальные межфазные температуры для районированных сортов равны в период посев — всходы 17—20 °С, в период всходы — цветение и цветение — созревание 18—23 °С. В период посев — всходы оптимальные температуры здесь выше, чем у сортов Амурской области и Хабаровского края. В период всходы — цветение они однозначны, во время цветения — созревания у отдельных сортов на 1 °С выше.

Отличительной чертой климата Приморского края является постоянство оптимальной температуры для сортов сои в период всходы — созревание. Аналогичной стабильностью отличается температура воздуха июля и августа в Северо-Восточной климатической провинции Китая, откуда завезены харбинские и гунджулинские формы, адаптированные к местным метеорологическим условиям.

Оптимальные межфазные температуры воздуха для сортов сои выше средних многолетних их значений в Приморском крае, особенно в период посев — всходы, а также во время цветения и образования бобов. Исходя из средних многолетних температур воздуха в Приморском крае, оптимальные их значения для сортов сои должны быть ниже на 1—3 °С. Минимальные температуры по станции Приморская (г. Уссурийск) в июне равны 10,4 °С, июле 15,3 °С, августе 15,7 °С, сентябре 8,4 °С, что тоже ниже минимальных межфазных температур для сортов сои. Такие условия требуют особенно тщательного соблюдения правил выращивания сои в Приморском крае.

Варьирование продолжительности межфазных периодов у сои зависит как от сортовых особенностей, так и от изменчивости метеорологических условий. Наибольшая изменчивость метеорологических условий отмечается в период посев — всходы (конец мая — начало июня), коэффициент вариации продолжительности этого периода — наибольший. Небольшой коэффициент вариации (9—13) наблюдается в период цветение — созревание (табл. 5.21).

**Коэффициент вариации длительности межфазных периодов
различных сортов сои Приморского края**

Сорт	Посев—всходы	Всходы—цветение	Цветение—созревание	Посев—созревание
Приморская 71	25,7	14,0	9,5	7,9
Приморская 529	23,0	14,4	11,0	7,3
Приморская 762	25,1	12,7	13,4	17,3

Одной из важнейших задач принципиального значения является выяснение возможного уменьшения изменчивости длительности межфазных периодов. В этом отношении перспективно изучение метеорологических условий в центрах происхождения исходных форм с устойчивой длительностью вегетационного периода.

У приморских сортов типа Приморская 529, Приморская 71, Приморская 762 изменение средней температуры воздуха за период посев—всходы на ± 1 °С по сравнению с оптимумом прибавляет или сокращает этот период на 1 день. Такое же повышение или понижение температуры изменяет длительность периода всходы—цветение на 2—3 дня у сорта Приморская 71, на 3—4 дня у сортов Приморская 762 и Приморская 529, а период цветение—созревание—на 4—5 дней. Следовательно, наибольшей изменчивостью характеризуется период цветение—созревание. В этот же период наиболее изменчива и температура воздуха.

Таким образом, в соответствии с метеорологическими особенностями территории у сортов Приморского края необходимо уменьшить длительность всех межфазных периодов и особенно периода цветение—созревание с тем, чтобы образование плодов заканчивалось в августе. В это время изменчивость температуры воздуха меньше, чем при переходе от августа к сентябрю. Уменьшить изменчивость и саму продолжительность межфазных периодов так же трудно, как и уменьшить изменчивость метеорологических условий. С одной стороны, необходимо изменить биологию развития растений, с другой,—приспосабливать технологию возделывания сои так, чтобы она нивелировала отрицательные действия изменчивости погоды. В том и другом случае большую роль играет выбор, в первом—исходных форм сои, во втором—участков с лучшим прогреванием и стоком избытка влаги. Необходимо также выбирать сорта таким образом, чтобы их температурные критерии были близки к средним значениям для данного региона или несколько ниже их.

5.6. Условия возделывания европейских сортов сои

Отличительной особенностью климата Украины и Молдавии по сравнению с климатом центров формообразования сои и Дальнего

Востока является низкая относительная влажность воздуха и обилие яркого солнечного света. Число часов солнечного сияния во Владивостоке, например, в июне — августе составляет 30—40 % возможного, а в Киеве 60—62 %.

Нарастание температуры воздуха на Украине идет до июля, затем отмечается небольшое снижение к августу ($\approx 1^\circ\text{C}$), которое становится заметным ($4\text{—}5^\circ\text{C}$) к сентябрю. Исключение составляет Южный экономический район, где, как и в Приморском крае, температуры июля и августа мало различаются (табл. 5.22).

Таблица 5.22

Средние месячные температуры воздуха и осадки на Украине

Метеостанция	Характеристика	V	VI	VII	VIII	IX
Сумы	1	14,3	17,7	19,8	18,8	13,2
	2	52	68	81	68	45
Киев	1	14,2	17,3	19,3	18,2	13,4
	2	60	76	79	69	50
Черкассы	1	14,9	17,8	20,0	19,3	14,0
	2	51	67	69	58	41
Хмельницкий	1	13,6	16,8	18,6	17,6	13,0
	2	56	77	91	71	56
Ивано-Франковск	1	13,5	16,6	18,5	17,8	13,5
	2	69	93	98	85	53
Днепропетровск	1	15,6	19,0	21,6	20,8	15,2
	2	50	70	56	42	33
Николаев	1	16,2	20,1	23,0	21,9	16,7
	2	38	65	42	40	28
Херсон	1	16,2	20,0	23,0	21,9	16,8
	2	41	48	38	35	28
Симферополь	1	14,6	19,0	21,8	21,2	16,4
	2	41	65	61	37	36

Примечание. Здесь 1 — температура воздуха ($^\circ\text{C}$), 2 — осадки (мм).

Количество осадков в пределах одного месяца уменьшается к югу. При этом на территории севернее 50° с. ш. связь между температурой воздуха и осадками прямая, а южнее она становится обратной, т. е. с возрастанием температуры воздуха количество осадков убывает.

Для климатических условий Украинской ССР и Молдавской ССР сорта сои создавались несколько позже, чем для Дальнего Востока, — в конце 40-х годов. В 20-е годы, когда на Украине возделывались дальневосточные и китайские сорта сои, урожайность их была настолько мала, что они не выдерживали конкуренции с кукурузой.

За последние два-три десятилетия украинские селекционеры вывели много новых сортов сои, приспособленных к различным условиям среды. Выполнено много работ по изучению различных биологических особенностей сои от прорастания до созревания.

Однако до сих пор еще нет деления признаков сои на группы, имеющие и не имеющие экологическую обусловленность. И это деление, очевидно, невозможно без учета метеорологических условий, в которых они проявляются.

Применительно к сое почвенно-климатические условия Украины и Молдавии в среднем можно считать благоприятными, но в отдельные годы в каждый межфазный период развития сои есть своя специфика. Например, в начальный период средние месячные температуры воздуха 13,5—16,2 °С (табл. 5.22), заморозки кончаются в апреле (табл. 5.23). Для этих условий важной экологической особенностью растений сои может быть быстрое прорастание семян. Медленное прорастание семян сои при отмеченных условиях менее целесообразно, так как оно выработалось у растений для ослабления повреждающего действия заморозков и пониженных температур и полезно там, где начальный период развития растений характеризуется резкими колебаниями температуры почвы и воздуха. Быстрое прорастание обычно обеспечивается крупными семенами.

Таблица 5.23

Основные агрометеорологические условия выращивания сои
на Украине

Условия	Киев	Ивано- Франковск	Днепро- петровск	Херсон
Беззаморозковый период, дни				
средний	179	155	190	183
наименьший	146	118	143	148
Дата наступления заморозков				
средняя:				
последнего	18 IV	28 IV	12 IV	15 IV
первого	15 X	1 X	20 X	16 X
поздняя:				
последнего	22 V	21 V	10 V	15 V
ранняя:				
первого	20 IX	17 X	20 XI	20 XI
Дата наступления температуры воз- духа				
выше 10 °С:				
весной	24 IV	26 IV	21 IV	18 IV
осенью	3 X	7 X	9 X	17 X
выше 15 °С:				
весной	17 V	28 V	11 V	7 V
осенью	10 IX	5 IX	17 IX	25 IX
Период с температурой воздуха, дни				
выше 10 °С	161	163	170	181
выше 15 °С	115	99	128	140
Сумма температур, °С				
выше 10 °С	2600	2565	3025	3340
выше 15 °С	1950	1745	2495	2830

Увлажнение территории также различается в разных регионах. Например, гидротермический коэффициент в основных районах Украины варьирует очень широко. За период вегетации сои с мая по сентябрь в среднем за месяц его значения могут быть от 0,52 до 1,71, а благоприятными для сои являются значения 1,2—1,5. Наименьшие значения чаще всего наблюдаются в южных районах (Николаев, Херсон) в июле — сентябре, т. е. когда идет цветение и образование плодов. Продолжительность беззаморозкового и периода с температурой воздуха выше 15 °С составляет 100—140 дней и вполне достаточна для возделывания даже позднеспелых сортов сои (табл. 5.24).

Таблица 5.24

Среднее многолетнее значение ГТК в Украинской ССР

Метеостанция	V	VI	VII	VIII	IX
Сумы	1,17	1,28	1,32	1,17	1,14
Киев	1,36	1,46	1,32	1,22	1,24
Черкассы	1,10	1,25	1,11	0,97	0,98
Хмельницкий	1,32	1,53	1,58	1,30	1,44
Ивано-Франковск	1,65	1,87	1,71	1,54	1,31
Днепропетровск	1,03	1,23	0,84	0,65	0,72
Николаев	0,76	1,08	0,59	0,59	0,56
Херсон	0,82	0,80	0,53	0,52	0,56

Таким образом, на территории Украинской и Молдавской ССР неблагоприятным метеорологическим фактором для сои является недостаточное увлажнение. Кроме того, в южных районах наблюдается обратная связь температуры воздуха с осадками.

В качестве исходных форм для украинских сортов сои чаще всего использовалась местная ставропольская соя, образцы маньчжурского происхождения, сорта из США и Молдавии. Исходные формы из США и Китая были адаптированы к разным, но повышенным температурам воздуха (табл. 5.25), и, кроме того, образцы из США — к повышенной влажности воздуха. Большое значение для Украинской ССР имеют сорта Маньчжурского и Славянского подвидов, отличающиеся среднеспелостью и скороспелостью, сред-

Таблица 5.25

Средние месячные температуры воздуха (°С) в регионах
исходных форм украинских сортов сои

Метеостанция	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Ставрополь (СССР)	9,0	15,2	19,0	21,9	21,5	16,0
Харбин (Китай)	5,6	13,8	19,7	23,2	21,5	14,3
Кишинев (СССР)	9,5	15,9	19,3	21,5	20,7	15,9
Индианаполис (США)	11,1	17,2	21,9	24,2	23,2	19,4

ним и малым размером листьев, бобов, семян и приспособленные к пониженной влажности воздуха.

Оптимальные и минимальные температуры по межфазным периодам для украинских и молдавских сортов сои были установлены по экологической родословной и по связи темпов развития растений с температурой воздуха. Различия между оптимальными и минимальными температурами небольшие, и, очевидно, их трудно значительно расширить, судя по устойчивости температуры воздуха в центрах происхождения исходных форм данных сортов.

Приспособленность к условиям окружающей среды украинских и молдавских сортов сои наибольшая в период посев—всходы и всходы—цветение и значительно меньше в период цветение—созревание. Разница между оптимумом и минимумом температур в первые межфазные периоды у большинства сортов составляет 6—7 °С, что характеризует их, как пластичные, а в период цветение—созревание она равна 3—5 °С, т. е. адаптация растений к условиям среды в это время слабая и средняя. Температура и увлажнение почв Украины и Молдавии во время цветения и образования плодов сои отличаются обратной связью, и повышение пластичности растений именно в этот период имеет большое значение для получения высоких урожаев сои.

Связь между урожайностью и длительностью межфазных периодов или очень слабая, или почти отсутствует, она может быть как положительной, так и отрицательной. Отсутствие связи определяет скорость перехода растений данного сорта от активного развития к торможению и обратно. Эти процессы по годам могут быть специфическими и неспецифическими, что определяется сортом, периодом развития и неблагоприятностью внешних условий.

Реакцию украинских и молдавских сортов сои на погодные условия можно рассмотреть на примере четырех из них, различающихся по продолжительности периода вегетации (132—148 дней). С почвенно-климатическими условиями связана локализация варьирования длительности межфазных периодов. Коэффициент вариации межфазных периодов показывает два типа изменчивости длительности межфазных периодов во времени: сильную (23—42 %) в период прорастания и слабую (13—21 %) в период всходы—цветение и цветение—созревание (табл. 5.26).

Таблица 5.26

Коэффициент вариации (%) урожайности и длительности межфазных периодов различных сортов сои Украинской и Молдавской ССР. 1952—1976 гг.

Сорт	Урожайность	Посев—всходы	Всходы—цветение	Цветение—созревание	Посев—созревание
Бирунца 12	38	42	16	20	12
ВНИИМК 9186	52	29	13	19	10
Днепровская 12	49	39	15	15	14
Кировоградская 4	34	35	19	21	10

Интересна географическая локализация увеличения и уменьшения продолжительности межфазного периода при изменении средней температуры воздуха в этот период на 1°C . Она составляет ± 1 — 2 дня (посев — всходы), ± 3 — 5 дней (всходы — цветение) и ± 2 — 4 дня (цветение — созревание). Наибольшую изменчивость имеет период всходы — цветение. Для большей части сортов изменчивость длительности межфазных периодов при изменении средней за тот же период температуры воздуха на $\pm 1^{\circ}\text{C}$ невелика.

Продуктивность сортов сои во многом зависит от функционального состояния растений. Точную картину функционального состояния растений в зависимости от почвенно-климатических условий получить еще трудно. В связи с этим на сложность связи климата и сорта нужно обращать особое внимание, так как в противном случае возможны противоположные суждения об увеличении урожайности и качестве семян сои в различных регионах страны.

На Северном Кавказе первые выращиваемые сорта сои были из Китая. Перемещение их в новые районы не дало ожидаемых результатов, и возникла задача создания отечественных сортов в этом регионе. К настоящему времени на Северном Кавказе создано много сортов сои. Они в отдельных районах дают высокие урожаи, но средние их значения при выращивании на больших площадях все еще невелики ($0,8$ — $1,4$ т/га). Для получения дополнительного количества растительного белка и масла требуются не только новые, высокоурожайные сорта, но и такая технология возделывания, которая бы поддерживала биологическую активность растений в условиях, характерных для Северного Кавказа.

В целом климат западного Предкавказья степной, а восточного — сухой и в ряде мест — полупустынный. Даже в самой влажной Ленкоранской низменности периодически может быть очень сухая весна. Однако в среднем метеорологические условия Северного Кавказа благоприятны для сои. К таким условиям относятся: длинный период с температурой воздуха выше 10°C , ранний переход через 15°C весной (6 мая) и поздний — осенью (27 сентября), продолжительный период без заморозков, благоприятное сочетание температуры воздуха днем и ночью, высокая обеспеченность (90 — 100%) периода вегетации теплом (табл. 5.27).

Изменения температуры воздуха от апреля к маю и от августа к сентябрю практически однозначны: от $16,0$ — $16,7$ до $19,2$ — $20,4^{\circ}\text{C}$ и от $21,8$ — $22,8$ до $16,2$ — $17,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 5.28). Исходя из сезонности последовательного накопления масла в семенах сои (олеиновая, линолевая, линоленовая группы) и противоположного расходования его в период прорастания, это условие является важным для полного созревания семян и энергичного их прорастания на следующий год, однако в отдельные годы оно часто нарушается, что отрицательно сказывается на качестве семян и урожайности. В целом климат Северного Кавказа Г. Т. Селянинов, А. И. Кайгородов, Н. С. Тельникова, В. М. Батова считают благоприятным для очень многих сельскохозяйственных культур, и в частности для

сои. Но в отдельные периоды вегетации могут наблюдаться неблагоприятные для сои факторы.

При посеве в конце апреля — начале мая с северо-востока возможны вторжения холодных масс, которые сопровождаются понижением температуры воздуха, что отрицательно сказывается на начальном росте и развитии сои. Суммы осадков в теплый период

Таблица 5.27

Основные агрометеорологические условия выращивания сои
на Северном Кавказе

Условия	Краснодар	Ростов-на-Дону
Беззаморозковый период, дни		
средний	193	178
наименьший	156	119
Дата наступления заморозков		
средняя:		
последнего	10 IV	17 IV
первого	21 X	13 X
поздняя:		
последнего	7 V	2 VI
ранняя:		
первого	24 IX	17 IX
Дата наступления температуры воздуха		
выше 10 °C:		
весной	12 IV	7 IV
осенью	28 X	12 X
выше 15 °C:		
весной	6 V	6 V
осенью	27 IX	21 IX
Период с температурой воздуха, дни		
выше 10 °C	198	177
выше 15 °C	143	137
Сумма температур, °C		
выше 10 °C	3654	3280
выше 15 °C	2974	2772

Таблица 5.28

Средние месячные температуры воздуха и осадки
на Северном Кавказе

Метеостанция	Показатель	V	VI	VII	VIII	IX
Краснодар	1	16,7	20,4	23,4	22,8	17,5
	2	58	66	67	48	44
Лабинск	1	16,0	19,2	22,1	21,8	16,8
	2	88	87	72	57	69
Ростов-на-Дону	1	16,4	20,0	22,9	22,1	16,2
	2	43	61	51	36	32
Майкоп	1	16,1	19,3	22,1	21,8	17,2
	2	73	88	70	54	57

Примечание. Здесь 1 — температура воздуха (°C), 2 — осадки (мм).

года могут значительно отклоняться от нормы, и территориально распределяются они крайне неравномерно.

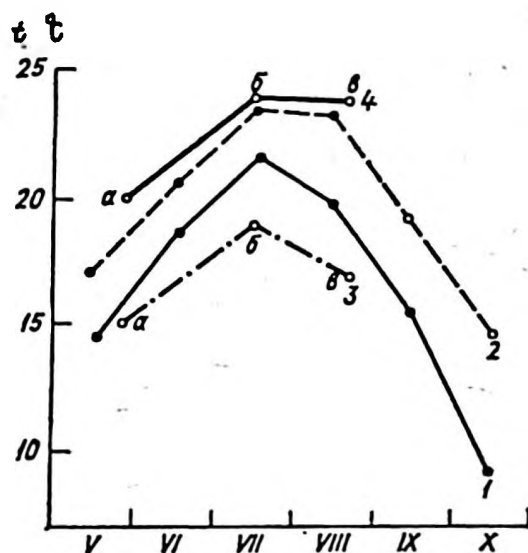
Вторжение континентального воздуха с северо-востока обуславливает в летний период возникновение суховея. Лимитирующим фактором может быть недостаточная влажность почвы. Гидротермический коэффициент (табл. 5.29) в среднем не всегда достигает необходимых для сои значений. Вероятность ГТК менее 0,8 в период цветения колеблется в пределах 70—80 %, а во время плодообразования 80—100 %. Наиболее благоприятная связь поступления тепла и влаги чаще всего отмечается в мае и сентябре (рис. 5.3).

Таблица 5.29

Среднее многолетнее значение ГТК
на Северном Кавказе

Метеостанция	V	VI	VII	VIII	IX
Краснодар	1,12	1,08	0,92	0,68	0,84
Лабинск	1,77	1,51	1,05	0,84	1,32
Ростов-на-Дону	0,85	1,02	0,72	0,53	0,66
Майкоп	1,46	1,52	1,02	0,80	1,10

Рис. 5.3. Температура воздуха 90 %-й обеспеченности в Северо-Восточной (1) и Центральной (2) климатических провинциях Китая, наименьшие (3) и наибольшие (4) значения оптимальной температуры воздуха у сортов сои в три межфазных периода: посев—всходы (а), всходы—цветение (б) и цветение—созревание (в).



По оптимальным межфазным температурам воздуха сорта сои на Северном Кавказе наиболее значительно различаются в периоды всходы — цветение и цветение — созревание. Пластичность сортов, которую можно оценивать по разнице между оптимальными и минимальными температурами воздуха, также различна. В начальный период (посев — всходы) выделяется два типа сортов: пластичные и среднепластичные. От цветения до созревания все сорта (Пламя, Ранняя 10, Комсомолка, Быстрица) по выбранному признаку можно назвать пластичными.

От резких колебаний погоды более всего страдают непластичные и среднепластичные сорта. Создание пластичных сортов сои —

это задача, которая стоит перед селекционерами всех стран. Повысить адаптивный потенциал сортов можно путем увеличения содержания железа в семенах сои. Известно также, что приспособительные свойства растений связаны с количеством терморепторов в поверхностных клетках листа. В тонком опушенном листе их больше, и растения быстрее реагируют на перемену температуры воздуха. В плотном, гладком листе их меньше, и такие растения слабее реагируют на повышение и понижение температуры воздуха. Вполне вероятно, что изменение морфологических особенностей листа сои — один из путей получения новых форм растений, наиболее приспособленных к метеорологическим условиям Северного Кавказа.

С показателем пластичности связана урожайность. На примере новых сортов сои, параметры которых были любезно предоставлены нам селекционером Ю. П. Мякушко, установлено, что средний показатель пластичности, урожай семян и зеленой массы сои имеют связь с коэффициентом корреляции $r = 0,63 \dots 0,67$. Принимая во внимание, что не только свойства пластичности определяют продуктивность, это значение можно считать достаточно высоким.

Влияние пластичности сорта прослеживается на изменчивости длительности межфазных периодов и урожайности: в ряде вариантов опытов получено, что чем выше показатели пластичности, тем меньше изменчивость. Однако высоких коэффициентов корреляции между выбранными признаками не обнаружено. Отсутствие таких связей показывает, что реакция растений сои различных сортов на один и тот же фактор в разных ситуациях погоды может быть не однозначной и что стабилизация реакции затруднена. Вскрыть причины образования у сортов повышенной пластичности к условиям окружающей среды и установить центры формирования этого признака — одна из актуальнейших задач нашего времени.

6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ СССР ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КУЛЬТУРЕ СОИ

6.1. Границы возделывания сои

Для установления границ выращивания растений обычно выбирают те климатические факторы, к которым они особенно чувствительны. Соя — короткодневная, тропическая по происхождению культура, поэтому главными экологическими показателями границ ее возделывания являются длительность дня и температура воздуха. В древних очагах земледелия соя обнаружена в районах до $49-50^\circ$ с. ш., где длительность дня в июне равна 16—16 ч 30 мин. После появления всходов потребность в свете у растений постепенно увеличивается и достигает максимума во время

цветения. Период увеличения длительности дня и световой энергии должен совпадать с переходом от всходов к цветению. При отсутствии такого совпадения динамики двух систем у растений отмечается усиленный рост листовой поверхности.

Таким образом, для сои имеется определенный стереотип длительности дня, которому она подчиняется при закладывании цветков и плодов. Перед цветением длительность дня должна быть 14—16 ч. Но растения имеют возможность перестраивать биологические функции и благодаря этому свойству в какой-то степени приспосабливаться к изменению факторов внешней среды: длительности дня, температуры воздуха, увлажнения почвы и т. д. Для культуры сои в целом свойственна общность реакции на условия окружающей среды, но сорта и отдельные формы могут значительно отличаться друг от друга по признакам адаптации к комплексу условий их обитания.

Реакция сорта на условия внешней среды может быть двоякой: общей (стереотипной) и частной, характерной для отдельных растений. Это, очевидно, заложено в наследственности. Следовательно, и границы выращивания культуры могут быть общими и частными. Общие границы должны выделять ареал промышленного, а частные — рискованного и экспериментального выращивания культуры. Соответственно поставленной задаче должны быть выбраны и показатели. Наиболее важными показателями для сои являются длительность дня и температура воздуха, т. е. те, которые в полевых условиях не подвластны изменениям со стороны человека. Первым показателем, при помощи которого четко можно разделить ареалы промышленного, рискованного и экспериментального выращивания сои, является длительность дня. Для промышленного возделывания длительность дня в июне должна составлять 15—16 ч, для рискованного 17—18 ч и для экспериментального может быть 18—19 ч. Соответственно выбранной длительности дня границы ареалов сои проходят по 60—62° с. ш. (экспериментальное возделывание), по 55—56° с. ш. (рискованное) и по 50° с. ш. (промышленное).

Выделенные по длительности дня границы выращивания сои нуждаются в дальнейшем уточнении, поскольку повышенные температуры воздуха перед цветением сои несколько снижают ее реакцию на длинный световой день. И наоборот, пониженные температуры и кислые почвы, которые наиболее распространены в зоне с летним длинным световым днем, усугубляют отрицательную реакцию этой культуры.

Граница вдоль 60—62° с. ш. проходит на территории СССР от Ленинграда до Магадана, оставляя значительно южнее Новосибирск и Красноярск. Это — зона тайги, отличающаяся не только длинным световым днем, но и кислыми, непригодными для сои почвами. На этой территории выращивание сои возможно лишь на отдельных участках, специально окультуренных для нее, имеющих соответствующий микроклимат. Это — граница экспериментального выращивания сои, она определяется длительностью дня

18—19 ч. Около этой границы, под Ленинградом, в 1963—1966 гг. выращивались три сорта сои (Чиатурская, Кормовая 28 и сорт 856-3-34 из Швеции). Фазы массового образования плодов достиг только скороспелый шведский сорт 856-3-34, у среднеспелого сорта Чиатурская и позднеспелого Кормовая 28 отмечено только начало цветения. Шведский образец отличался низкорослостью (25—35 см), плотным и несколько жестким опушением листа, широким разбросом числа бобов на одном растении (27—70 штук), их массы (35—85 г) и мелкими, щуплыми после дозревания семенами.

Примерно по 55—56° с. ш. проходит граница рискованного выращивания сои (по линии Минск — Москва — Свердловск — Омск — Красноярск). С запада на восток вдоль этой границы почвы, температура воздуха, осадки существенно различаются. Вероятность вызревания вблизи этой границы с запада на восток меняется от 4—5 до 3—4 раз из 10 лет.

Между 50—52° с. ш. расположена граница промышленного выращивания сои (примерно соответствует линии Киев — Курск — Саратов — Оренбург — Павлодар — Абакан — Иркутск — Комсомольск-на-Амуре). Южнее этой границы с запада на восток простирается зона широколиственных лесов (Киев), степей (Саратов), тайги (Иркутск) и смешанных лесов (Дальний Восток).

Таким образом, длительность дня относительно культуры сои может быть экстремальной (18—19 ч), критической (17 ч) и общепринятой (15—16 ч). По одному этому показателю территория возможного выращивания сои проходит широкой полосой между 50 и 62° с. ш. Но соя — культура теплолюбивая, и в качестве второго показателя границ ее выращивания используется средняя температура воздуха в июле. Это месяц, когда соя подготавливается к цветению или начинает цвести, и в том и другом случаях температура воздуха играет важную роль. Оптимальные температуры воздуха за период цветение — созревание для разных сортов сои составляют 19—24 °С, отсюда можно заключить, что изолиния средней температуры июля 20 °С — надежный ориентир границы промышленного возделывания сои в дополнение к длительности дня. На 60° с. ш. температура воздуха в июле равна 16—17 °С, и соя здесь может не вступить в фазу цветения; между 55—56° с. ш. температура в июле 17—19 °С; и только между 50—52° с. ш. необходимая сое длительность дня совпадает с достаточной температурой воздуха во время цветения ряда сортов. Это совпадение необходимой для сои температуры воздуха в июле и длительности дня отмечается на большей части территории СССР (рис. 6.1) и только в районе Ашхабада температура июля достигает крайне высоких для сои значений (30 °С).

Граница, проведенная по средней изотерме июля, несколько отличается от той, которая проводилась в соответствии с длительностью дня. Также в какой-то степени будут отличаться и границы, проведенные по другим показателям, например по сумме температур выше 10 °С, количеству осадков и др. (рис. 6.2.).

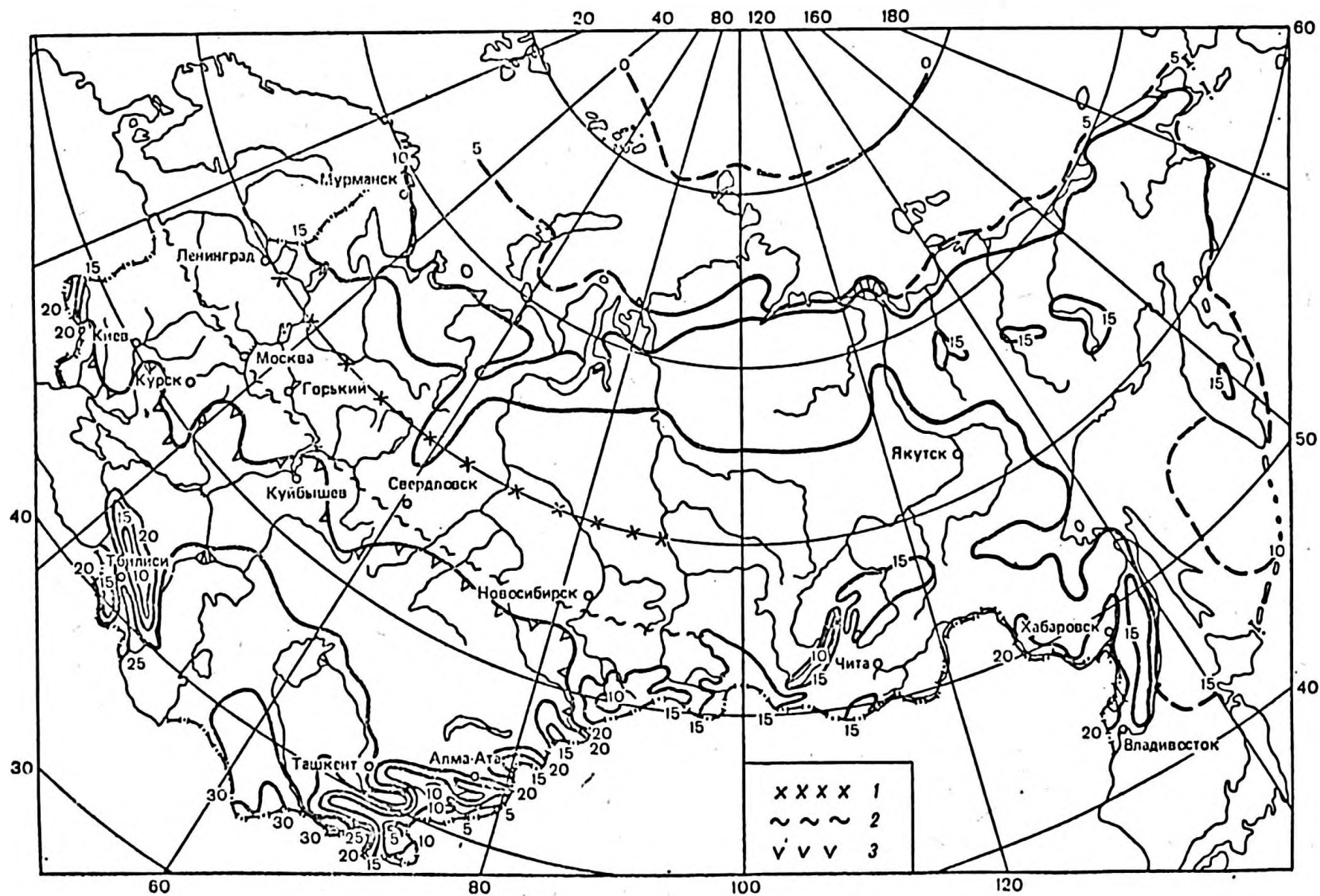
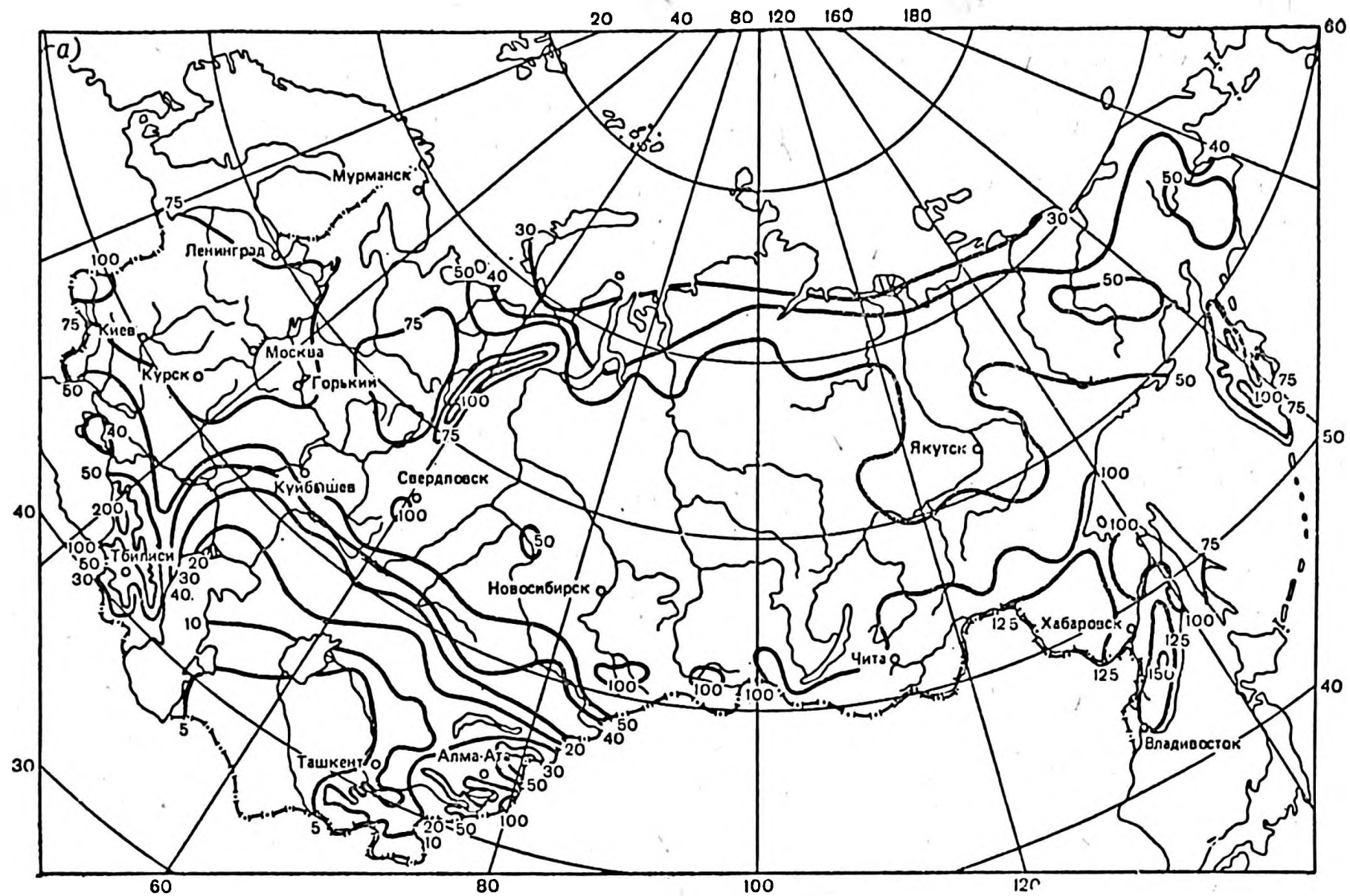


Рис. 6.1. Границы возделывания сои при 85—90 %-й обеспеченности теплом с учетом длительности дня и изотермы июля (20°C).

1 — очаговое, 2 — рискованное, 3 — промышленное.



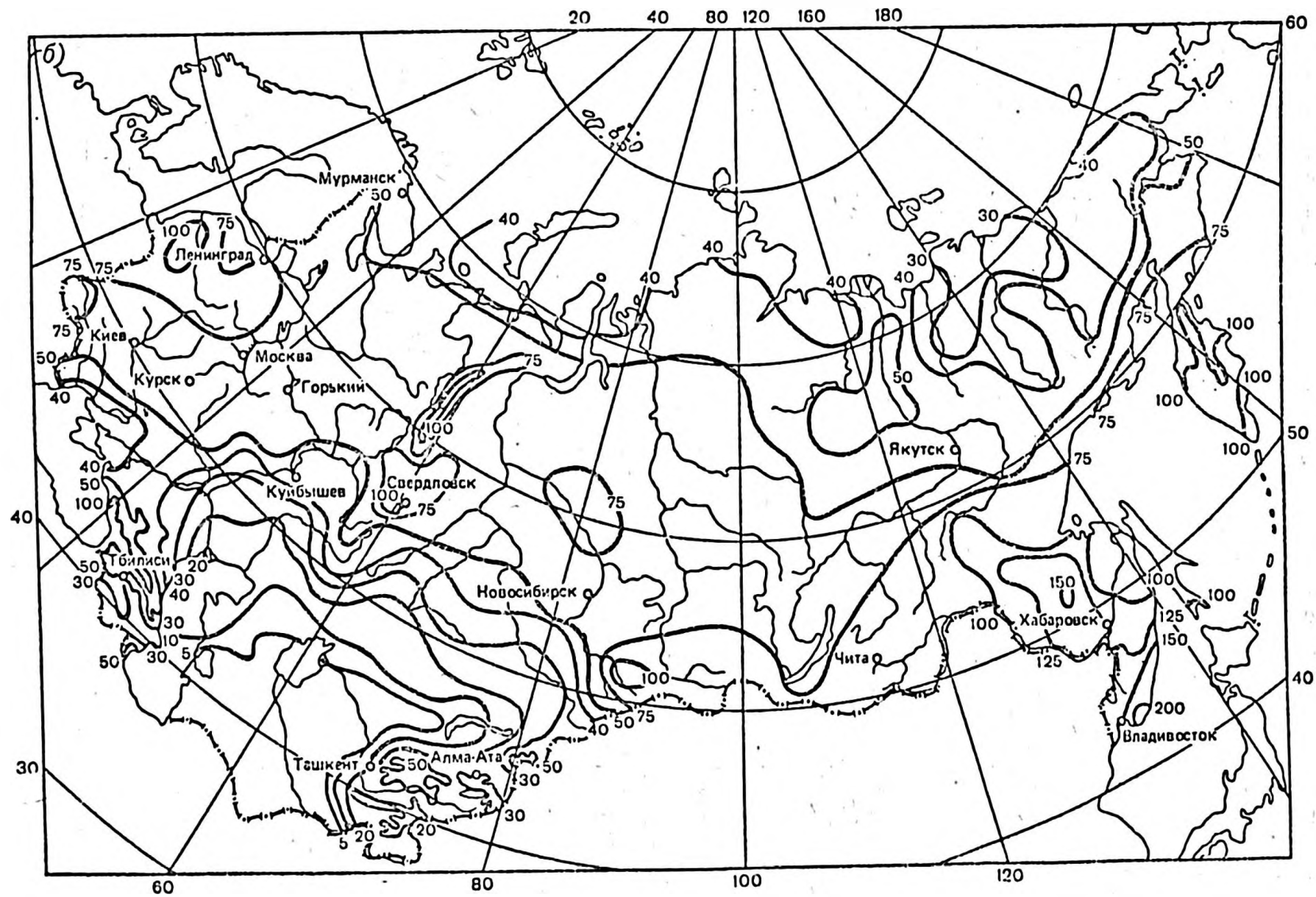


Рис. 6.2. Количество осадков в июле, когда зацветает соя (а), и в период плодообразования в августе (б) при благоприятной норме 70—75 мм в месяц.

Исходя из рассмотренных факторов, которые характеризуют пределы экспериментального, рискованного и промышленного выращивания сои, можно видеть, что северная граница культуры сои — показатель условий, тот или иной вариант которого можно рассматривать в зависимости от поставленной задачи. Если вопрос стоит об изучении реакции сортов сои на экстремальную длительность дня, то можно выделить один ареал ее выращивания. Если нужно выяснить степень вызревания семян у различных сортов сои при пониженных температурах, то выделенный ареал будет другим. Если необходим хороший урожай высокого качества, то это — третий ареал. Особые ареалы могут быть выделены для выращивания сои с повышенным содержанием масла или белка.

Совпадение и расхождение длительности дня с изотермой июля говорит в пользу того, что эти два показателя являются главными в установлении динамических границ выращивания культуры. При этом там, где изотерма июля совпадает с широтой выбранной длительности дня, граница культуры выделяется более четко. Там, где наблюдается расхождение этих двух показателей, граница становится более широкой.

6.2. Агроклиматические ареалы целесообразного возделывания сои

С давних времен люди придавали большое значение выбору участков под те или иные культурные растения. При значительном увеличении посевных площадей правило тщательного выбора места выращивания приходится нарушать, и в результате продуктивность растений снижается. Особенно это относится к новым культурам, потребности которых еще не изучены.

В 20-е годы началось значительное расширение посевов сои на Дальнем Востоке, где местное население издавна возделывало ее на отдельных участках. Первую работу по агроклиматическому обоснованию распределения посевных площадей сои выполнил П. И. Колосков [63]. По температуре воздуха самого теплого месяца (июля) он разделил территорию Дальнего Востока на четыре зоны: I — очень теплая ($>21,5^{\circ}\text{C}$), II — теплая ($20\text{—}21,5^{\circ}\text{C}$), III — умеренно теплая ($18,5\text{—}20,0^{\circ}\text{C}$) и IV — прохладная ($17,8\text{—}18,5^{\circ}\text{C}$). Для каждой из этих зон автор привел общие площади и рекомендовал 10 % их отвести под сою.

Работа П. И. Колоскова, выполненная более 50 лет назад, с методической точки зрения не потеряла своего значения и в наше время. Но в то же время в результате отмеченного подхода большие площади под сою были выделены в прохладной зоне. В 20-е годы, когда посевы сои на Дальнем Востоке были очень небольшими и для них выбирали лучшие участки, урожайность составляла 1,04 т/га, и в те же годы в Японии — 1,1 т/га, в США — 1,0 т/га. К концу 50-х годов, когда площади увеличились в несколько раз и благоприятных участков уже не хватало, урожайность сои понизилась до 0,34—0,58 т/га, а в эти же годы в

США — повысилась до 1,62 т/га. Таким образом, когда соя на Дальнем Востоке и в США занимала сходные климатические регионы и высевали в них почти одни и те же китайские сорта, урожайность была на одном уровне. После того как на Дальнем Востоке сою стали высевать широко и главным образом в прохладной зоне, а в США, наоборот, в результате конкуренции она осталась только в лучших для нее районах, разница в урожайности стала 3—4-кратной.

В дальнейшем возник вопрос о расширении посевных площадей сои в европейской части СССР, для которой агроклиматических разработок применительно к сое практически не было. Начиная работу по агроклиматической оценке европейской части СССР в 1961 г., мы исходили из принципа климатической зональности распространения многих культур, и сои в частности.

По средней длительности периода вегетации ранне-, средне- и позднеспелых групп сортов, районированных в то время в СССР и по оптимальной температуре воздуха были рассчитаны суммы температур, при которых соя могла успешно расти [121]:

Европейская часть СССР				
Группа сортов . . .	раннеспелые	средне-спелые	средне-позднеспелые	позднеспелые
Сумма температур, °С	2000—2700	2300—3200	2400—3200	2700—3200

Дальний Восток		
Группа сортов . . .	ранне-, среднеспелые	позднеспелые
Сумма температур, °С	2000—2500	2300—2800

Для каждой температурной зоны были установлены связи урожайности сои с осадками. Полученные уравнения имели коэффициенты корреляции и корреляционные отношения 0,74—0,94 и использовались для расчета среднего урожая по средним многолетним значениям осадков в конкретной температурной зоне. По ним составлены схемы возможной урожайности сои при климатической обеспеченности 75—80 %. Результаты расчетов показали, что районы, где можно получать высокую урожайность сои как в европейской части СССР, так и на Дальнем Востоке применительно к сортам того времени невелики. Расчеты урожайности сои в зависимости от гидротермических условий позволили в начале 60-х годов установить, что соя — культура узкого ареала и расширять посевные площади под ней следует с большой продуманностью и осторожностью. Создание новых сортов, а также рост производительных сил сельского хозяйства потребовали новых агроклиматических разработок и не только относительно культуры в целом, но главным образом относительно ее сортов.

Соя ценна не только из-за высокого содержания белка и масла, но и из-за сбалансированности аминокислотного состава бобов, поэтому выращивать ее, несмотря на сложные агрометеорологиче-

ские условия, необходимо. Для того чтобы обеспечить наибольшую биологическую активность растений сои и получить высокий урожай семян с повышенным содержанием белка и масла, необходимо установить ареалы с такими сочетаниями света, тепла, влаги и рН почвы, которые наиболее благоприятны для роста и развития растений. Недостаток какого-либо фактора не только снижает продуктивность сои в текущем году, но и сказывается в следующем, даже благоприятном году. Анализ неблагоприятных условий в период образования семян показал, что если они повторяются в течение ряда лет (3—4), то у сои проявляется длительное их последствие, выражающееся в низкой продуктивности. Поэтому для успешного возделывания сои очень важно выбирать районы с наибольшими благоприятными совпадениями таких показателей, как длительность дня, суммы температур, осадки, ГТК.

Суммы средних суточных температур, необходимые для полного завершения периода вегетации ранне-, средне- и позднеспелых сортов составляют 2300, 2500, 2800 °С, количество осадков 300—400 мм (табл. 6.1). Исходя из принципа увеличения вероятности вызревания культуры в районах возделывания сои, суммы температур должны быть на 250—300 °С выше указанных [138]. По этому показателю видно, что ареалы возделывания ранне-, средне- и позднеспелых сортов сои могут занимать большие пространства (табл. 6.2).

Ареалы, где возделывание сои может осуществляться с меньшими экономическими затратами, должны характеризоваться не одним благоприятным агроклиматическим показателем, а несколькими. В качестве второго показателя можно взять количество осадков, распределение которых по европейской части СССР имеет несколько иной характер, чем сумм температур. В связи с различной направленностью изменчивости суммы температур и осадков интересным является анализ значений ГТК, который показывает количество влаги на единицу тепла. Оптимальный для сои ГТК равен 1,2—1,4. За пределами этих значений сорта сои вегетируют либо ускоренно — из-за высоких температур и недостатка влаги, либо замедленно — из-за переувлажнения почвы и недостатка тепла, что одинаково ведет к снижению количества и качества продукции.

Оптимальные значения ГТК чаще всего наблюдаются в районах севернее 52° с. ш., т. е. там, где для сои избыточна длительность светового дня и недостаточно тепла. Между 52 и 44° с. ш. оптимальные значения ГТК встречаются реже, в основном между 52 и 50° с. ш. и 28—36° в. д., а также между 45—44° с. ш. и 36—44° в. д. Необходимые сое сочетания двух показателей встречаются реже и ареал ее сужается. Дальнейшее уменьшение площади благоприятных регионов связано с почвами.

В почве, как известно, переплетаются физические, химические и биологические процессы, и в зависимости от того, как они протекают, определяется агрономическая ценность почвы для каждой культуры.

Таблица 6.1

Экологические ряды сумм температур и осадков за период с температурой выше 10 °С на европейской части СССР

Широта	Долгота, ...°											
	20—24			24—28			28—32			32—36		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55—54°	Вильнюс	2200	380	Борисов	2200	340	Орша	1900	350	Смоленск	2200	240
54—53	Гродно	2300	340	—	2200	350	Могилев	2200	350	Брянск	2300	330
53—52	Брест	2500	320	—	2400	330	Гомель	2400	350	Орел	2400	320
52—51	Ковель	2400	320	—	2500	330	Чернигов	2600	320	Курск	2400	340
51—50	—	2500	500	Ровно	2500	370	Киев	2700	340	Сумы	2600	280
50—49	Львов	2500	500	Тернополь	2500	330	Винница	2700	320	Черкассы	2800	320
49—48	Ужгород	2500	450	Ивано-Франковск	2500	400	Кировоград	2900	280	Днепропетровск	3200	260
48—47				Кишинев	3100	270	—	3100	260	Запорожье	3200	250
47—46							Одесса	3200	240		3300	250
46—45							Измаил	3500	230	Джанкой	3500	200
45—44										Симферополь	3500	200

Широта	Долгота, °											
	36—40			40—44			44—48			48—52		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
55—54°	Калуга	2300	270		2300	270	Саранск	2300	250	Ульяновск	2300	250
54—53	Тула	2200	280		2300	270	Пенза	2300	250	Тольятти	2300	250
53—52	Липецк	2400	270	Тамбов	2400	250		2500	200	Новокуйбышевск	2600	250
52—51	Воронеж	2700	270		2700	250	Саратов	2700	170	Балаково	2800	150
51—50	Белгород	2700	270	Россошь	2800	250	Камышин	2900	150		3000	150
50—49	Полтава	2800	280		2900	250	Джаныбек	3000	150		3100	150
49—48		2900	270	Миллерово	2900	260	Волгоград	3000	240		3200	100
48—47		3200	260	Шахты	3300	260	Котельниково	3300	230		3300	150
47—46	Бердянск	3400	270	Ростов-на-Дону	3500	260		3400	230	Астрахань	3500	100
46—45	Краснодар	3500	320		3500	280	Каспийский	3500	150			
45—44	Майкоп	3500	500		3500	450						

Примечание. Здесь 1 — метеостанция, 2 — суммы температур и 3 — суммы осадков за период с порогом выше 10 °С.

Экологические ряды ГТК на европейской части СССР
за период с температурой воздуха выше 10 °С

Широта	Долгота, ...°							
	20—24	24—28	28—32	32—36	36—40	40—44	44—48	48—52
55—54°	1,73	1,34	1,84	1,09	1,17	1,17	1,09	1,09
54—53	1,48	1,59	1,59	1,43	1,27	1,17	1,09	1,09
53—52	1,28	1,38	1,46	1,33	1,12	1,04	0,80	0,96
52—51	1,33	1,32	1,23	1,42	1,00	0,93	0,63	0,54
51—50	2,00	1,48	1,26	1,08	1,00	0,89	0,52	0,50
50—49	2,00	1,32	1,18	1,14	1,00	0,86	0,50	0,48
49—48	1,80	1,60	0,97	0,81	0,93	0,90	0,80	0,31
48—47		0,87	0,84	0,78	0,81	0,79	0,70	0,45
47—46			0,75	0,76	0,79	0,74	0,68	0,29
46—45			0,66	0,57	0,91	0,80	0,43	
45—44				0,57	1,43	1,28		

Для сои большое значение имеет такой показатель, как кислотность почв (рН). Результаты, полученные в этом направлении, показали, что рН почвы, равная 6—6,5, является наиболее благоприятной для сои. В литературе описаны многочисленные опыты, в которых установлено ускорение роста, развития и повышения урожая растений сои на почвах с оптимальными значениями рН. Указывается, что от рН почвы зависит обеспеченность растений магнием, фосфором и железом, с которым связано формирование генеративных органов, процесс оплодотворения и устойчивость к пониженным температурам воздуха. Эти же условия благоприятны для жизнедеятельности клубеньковых бактерий и фиксации ими биологического азота. Одинаковые требования клубеньковых бактерий и самого растения к рН почвы, очевидно, определяются тем, что аккумуляция атмосферного азота происходит не в самих бактериях, а в тканях клубенька, в котором заключены бактерии. А ткань клубенька, по данным В. Ф. Турчина, представляет собой гипертрофированную ткань растений.

Рассматривая средние значения рН в европейской части СССР, можно видеть, что оптимум их занимает большие территории к югу от 54° с. ш. (табл. 6.3). Совпадение трех благоприятных для сои показателей — суммы температур, ГТК и рН почвы (ТКП) — встречается реже. Как правило, какой-то из показателей неблагоприятен. Например, между 52—53° с. ш. к востоку от Орла и Тулы есть достаточное количество осадков на единицу температуры воздуха (K), но недостаточны суммы температур воздуха (T), чтобы возделывание сои было обеспечено теплом 8—9 раз в 10 лет, и рН почвы неблагоприятен.

Более благоприятна для сои широтная полоса между 49—52° с. ш. В центральной части вокруг городов Чернигов, Киев, Сумы, Черкассы наблюдается благоприятное соотношение всех трех по-

Таблица 6.3

**Экологические ряды рН почвы в европейской части СССР
(в слое 0—50 см)**

Широта	Долгота, ...°			
	20—24	24—28	28—32	32—36
55—54°	5,5—5,8	4,0—5,5	4,0—5,5	4,2—5,4
54—53	5,1—6,2	—	4,9—5,6	4,8—5,6
53—52	4,5—6,0	—	4,9—6,7	4,9—6,9
52—51	—	—	5,4—6,6	5,0—6,9
51—50	—	4,6—6,1	4,8—6,2	4,7—6,9
50—49	4,7—7,0	6,8—7,0	5,7—8,0	4,9—6,4
49—48	4,7—6,0	4,5—6,5	5,5—6,8	6,3—7,5
48—47	—	5,8—6,8	—	6,3—6,8
47—46	—	—	6,5—7,2	—
46—45	—	—	—	6,5—7,8
45—44	—	—	—	6,5—7,8

Широта	Долгота, ...°			
	36—40	40—44	44—48	48—52
55—54°	5,1—5,6	—	4,9—6,6	5,3—6,2
54—53	4,0—6,9	—	5,1—6,0	—
53—52	4,6—6,2	5,3—6,0	5,2—6,5	5,7—6,0
52—51	5,5—5,9	—	5,1—7,3	5,7—7,3
51—50	5,6—6,8	—	—	—
50—49	5,6—6,9	—	—	—
49—48	—	—	6,8—7,4	—
48—47	—	—	6,7—7,4	—
47—46	6,5—7,8	6,3—7,9	—	6,3—7,0
46—45	6,5—7,9	—	7,0—7,3	—
45—44	6,3—7,9	—	—	—

казателей: температуры воздуха (T), коэффициента увлажнения (K), почвы, часть из которых имеет рН 6,5—7,1 (табл. 6.4). Это регион наиболее целесообразного возделывания сои и ограничивать размеры посевных площадей в этой зоне страны могут только почвы, которые имеют кислую реакцию.

В широтной полосе от Белгорода до Саратова есть районы, в целом благоприятные для сои, но имеющие недостаток влаги, при котором целесообразно орошение. В районах, где ГТК 0,5—0,8 и наблюдаются высокие температуры воздуха днем (40—42 °С), орошение сои малоэффективно.

К югу от 49° с. ш. в районах Ужгорода, Ивано-Франковска возделывание сои затруднено из-за ливневых осадков; в Поволжье (от Волгограда до Астрахани) наблюдается резкий недостаток влаги при избытке тепла.

Между 44—49° с. ш. возделывание сои может дать хорошие результаты как на богаре, так и в условиях орошения. Это — рай-

Таблица 6.4

Географическое распределение сочетания необходимых сортам сои сумм температур выше 10 °С (*T*), гидротермического коэффициента (*K*) и почвы с рН > 6,0 (*Л*)

Широта	Долгота, ...°							
	20—24	24—28	28—32	32—36	36—40	40—44	44—48	48—52
55—54°					<i>K</i>	<i>K</i>	<i>КП</i> ₁	<i>КП</i> ₁
54—53					<i>КП</i> ₁	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i>
53—52	<i>ТК</i>		<i>Л</i> ₁	<i>КП</i> ₁	<i>K</i>		<i>ТП</i> ₁	<i>Т</i>
52—51	<i>K</i>	<i>ТК</i>	<i>ТКП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁
51—50	<i>Т</i>	<i>Т</i>	<i>ТКП</i> ₁	<i>ТКП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁
50—49	<i>ТП</i> ₁	<i>ТКП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТКП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁
49—48	<i>Т</i>	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>
48—47		<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i> ₁	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>
47—46			<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>
46—45			<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	<i>ТП</i>	
45—44				<i>ТП</i>	<i>ТКП</i>	<i>ТКП</i>		

Примечание. Здесь *Л* — на всех почвах рН = 6,5, *Л*₁ — у некоторой части почв рН = 6,5.

оны Кировоградской, Днепропетровской, Ростовской областей, северная часть Молдавии, Краснодарский край, частично Ставропольский край, Крымская область и республики Северного Кавказа.

На территории Дальнего Востока рН почвы, как правило, ниже 6,0. Все оподзоленные и подзолистые почвы нуждаются в изменении физико-химических свойств таким образом, чтобы они обеспечивали для сортов сои лучшие условия произрастания. На почвах с кислой реакцией соя также может расти, но при условии отсутствия сорняков. В этом смысле соя на Дальнем Востоке является удивительным примером растения, которое дает хорошую урожайность на неблагоприятных для него почвах лишь при условии, когда всякая конкуренция с сорными растениями полностью исключена.

В Западной Сибири, Средней Азии и Казахской ССР успешно ведется селекция сои, однако больших территорий, благоприятных по трем показателям: сумме температур, ГТК и рН почвы, в зональном разрезе установить там не удалось. Для этих территорий выделение ареалов сои по типу европейской части СССР невозможно. Более перспективно очаговое районирование отдельных сортов.

Общее районирование страны применительно к сое по нескольким почвенно-климатическим факторам показывает, что ареалы наиболее целесообразного возделывания сои очень ограничены. При этом они благоприятны не только для сои, но и для многих других культур. Расширение посевных площадей в таких ареалах возможно лишь в тех случаях, когда соя оказывается способной конкурировать с заменяемой культурой по урожайности, по при-

вычности возделывания, по использованию, по отработанной технологии возделывания и др. Сравнение может быть не в пользу новой культуры, и выделить для нее значительные посевные площади в таких ареалах очень непросто.

Расширять посевные площади сои практичнее там, где сопоставление с заменяемой культурой будет явно в пользу сои. Такое преимущество соя может иметь в районах, где оптимальные температуры, необходимые сорту в течение всего периода вегетации, вероятны в 80—85 % лет. Этот показатель для сои не менее важен, чем комплекс суммарных показателей, осредненных за период вегетации. В регионах, где температура воздуха благоприятна для сорта в течение всего периода вегетации, она же компенсирует чувствительность отечественных сортов сои к длительности дня настолько, что этот фактор перестает быть лимитирующим. При таком условии создание необходимой влажности почвы может прочно определять устойчивые и высокие урожаи сои.

Соя — культура теплого (22—25 °С) климата, и севернее 50° с.ш. семена ее частовызревают неполностью. При этом вероятность повторения неблагоприятных лет (2—3 года подряд) довольно высока. Учитывая, что продуктивность сои в этих случаях очень мала, вообще не следует резко увеличивать площади ее посевов севернее 50° с. ш. К югу от 50° с. ш. возделывание сои более целесообразно, но в ряде областей для нее необходимо орошение (Ставропольский край, Крым, весь Арало-Каспийский бассейн). Достаточное количество осадков в июле и августе (75—80 мм в месяц) имеется на Украине, юго-западе Краснодарского края, в районе Майкопа, в Молдавии, в Ростовской области. К зоне рискованного выращивания сои относятся: Юго-Восток европейской части СССР (Саратовская и Волгоградская области), Средняя Азия, Казахская ССР, где максимальные температуры в июле превышают 40 °С. Расширять ее посевы в этих регионах вряд ли целесообразно.

Наиболее целесообразно сосредоточение посевов сои в районах, где есть вероятность получить высокую урожайность (2—3 т/га), это может обеспечить значительную часть потребности в соевом белке. Такими регионами являются Донецко-Приднепровский и юго-западные районы Украины, Северо-Кавказский район, Молдавия, значительная территория РСФСР южнее Курска и Куйбышева, Дальний Восток.

Наряду с районированием культуры сои с учетом скороспелости больших групп сортов большое значение имеет районирование каждого конкретного сорта с учетом специфики его требований к условиям среды.

6.3. Агроклиматические ареалы сортов сои

Районирование сортов по территории СССР в настоящее время выполняет Государственная комиссия по сортоиспытанию сельско-

хозяйственных культур. Выбор ареалов для сорта проводится по комплексу показателей, среди которых большое внимание уделяется длительности периода вегетации, урожайности, приспособленности к механизированной уборке, поражаемости болезнями и др. Учитываются и почвенно-климатические условия, насколько позволяет географическое расположение сортоучастков.

Температурные характеристики сортов, полученные методом зависимости межфазных периодов от средней температуры и по экологической родословной, дают возможность вести предварительное районирование регионов испытания сортов, которое затем проводится Государственной комиссией.

Методом сопоставления сделана попытка выявить, на какой части территории СССР сорта сои имеют оптимальные межфазные температуры и какова их вероятность. Для этого составлен алгоритм комбинаторного подбора оптимальных и средних многолетних межфазных температур. Для составления программы использовались характеристики 60 сортов и данные 50 метеостанций. Использовались те метеостанции, данные которых по средним многолетним межфазным температурам и длительности дня различались достаточно существенно. В пределах границ ареала возможного выращивания сои рассматривались районы Украины, Молдавии, Северного Кавказа, Поволжья, Казахской ССР, республик Средней Азии, района Дальнего Востока.

Алгоритм отыскания подбора оптимальных для сорта и средних многолетних межфазных температур описан по двум условиям. Первое условие: сгруппировать сорта и метеостанции, оптимальные и средние многолетние межфазные температуры для которых равны в один, два и три периода. Анализировались следующие межфазные периоды: первый — посев—всходы, второй — всходы—цветение, третий — цветение—созревание. Два периода взяты в разных сочетаниях: первый — второй, первый — третий, второй — третий. Второе условие: сгруппировать сорта и метеостанции с положительными и отрицательными отклонениями между оптимальными и средними многолетними межфазными температурами в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$.

По первому условию группировки сортов и метеостанций задача состояла в выделении ареалов для сорта с обеспеченностью оптимальных межфазных температур в 50 % лет. По второму — при положительных отклонениях оптимума от средних многолетних межфазных температур в 25—30 % лет, при отрицательных — в 75—80 % лет.

В соответствии с заданными условиями составлены алгоритм и программа расчета. Получены следующие результаты: по сходству оптимальных и средних многолетних межфазных температур в три межфазных периода объединились 30 % сортов и 30 % метеостанций (регионов). В эту группу вошли следующие сорта: северокавказские, украинские, молдавские, грузинские и не вошли дальневосточные; регионы: Южное Поволжье, Казахская ССР (Алма-Ата), Украинская ССР (Полтава, Харьков, Запорожье, Луганск,

Донецк, Днепропетровск), Молдавская ССР (Бельцы, Кишинев), Крым. Среди сортов, вошедших в эту группу, есть не только те сорта, которые районированы в выделенном ареале, но и те, которые районированы в других областях страны. Например, в Южном Поволжье с одинаковой обеспеченностью теплом (50 %) могут возделываться северо-кавказские сорта, районированные здесь в условиях орошения (ВНИИСК 4), и сорта из Грузии (Адреула 6, Моцинаве 7, Универсал 1, Чиатурская местная). На Украине, кроме районированных (Киевская 48, Кировоградская 5), с тем же успехом могут возделываться сорта Северного Кавказа (Волна) и Молдавии (Аурика, Букурия). В Крыму, кроме сортов Кировоградская 4, ВНИИСК 1, Зарницы и Искры, районированных там, могут произрастать сорта из Полтавской, Харьковской, Запорожской, Луганской, Донецкой областей.

Всего рассматривалось 60 сортов и для значительной их части оптимальные температуры не соответствуют средним многолетним межфазным температурам. Особенно это характерно для сортов Дальнего Востока. Для них не отыскивалось среднего многолетнего оптимума по трем межфазным периодам на всей рассматриваемой территории СССР. Это значит, что эти сорта могут иметь либо более высокую обеспеченность теплом каждого межфазного оптимума (75—80 %), либо более низкую (25—30 %).

Равенство оптимальных для сорта и средних многолетних температур в два межфазных периода имеет разное число сортов в зависимости от комбинации периодов. Первый и второй межфазные периоды (посев — всходы и всходы — цветение) обеспечены теплом в 50 % лет у 38 сортов, первый и третий (посев — всходы, цветение — созревание) — у 47, второй и третий — у 27 сортов. Каждая группа сортов объединяется примерно с половиной рассматриваемых метеостанций (25—26). Группировка сортов и метеостанций по этому условию показала, что, как правило, несколько сортов объединяется в узком ареале. В двух областях, Полтавской и Харьковской, первый и третий межфазные периоды обеспечены теплом в 50 % лет для десяти сортов сои. Среди них есть дальневосточные (Приморская 494, Смена и др.) и молдавские (Бельцкая 25, Скынтея). В районе Луганска, Донецка, Кишинева обеспечены теплом восемь сортов, среди которых больше всего украинских.

Ареалы сортов, где оптимальные температуры в 50 % лет вероятны в два межфазных периода, значительно шире, чем ареалы оптимальных температур в три периода. Они занимают примерно половину общего ареала культуры (26 метеостанций). Исключение и в этом случае составляет Дальний Восток. Здесь и в два межфазных периода оптимальные температуры, свойственные сортам, не совпадают со средними многолетними межфазными температурами воздуха. Оптимальные температуры воздуха за один межфазный период на территории СССР имеют практически все исследуемые сорта (88—95 %).

Сгруппировать сорта и метеостанции при условии превышения

оптимальных температур над средними многолетними на 1 °С в три межфазных периода (второе условие алгоритма) не удалось. Это значит, что обеспеченность теплом сои в течение всего периода вегетации в 75—80 % лет на территории СССР практически отсутствует. Она может иметь место только в отдельные годы. Анализ урожайных лет подтверждает это положение. Высокие урожаи сои как на сортоиспытательных участках, так и в производственных условиях отмечаются 1 раз в 10—15 лет.

Высокую теплообеспеченность (75—80 %) двух периодов имеют многие сорта сои (60 %), но, как правило, в тех же регионах, где 31 % (19 сортов) имеют сходство оптимальных и средних многолетних температур в три межфазных периода. Это Поволжский район, отдельные районы Казахской ССР, южная часть Украины, Северный Кавказ, Молдавия, Крым. Исключение и в этом случае составляет Дальний Восток. Здесь районированные сорта сои обеспечены теплом в 75—80 % лет только за один межфазный период.

Группировка сортов и метеостанций по оптимальным и средним многолетним межфазным температурам воздуха с разными комбинациями периодов показала, что ареалы многих сортов сои значительно шире, чем они даются Государственной комиссией СССР. Например, грузинские сорта с той же вероятностью, что и районированные сорта, могут возделываться на орошаемых землях Южного Поволжья, молдавские — в Крыму, северокавказские и украинские, кроме Южного Поволжья, — в Казахской ССР и в Средней Азии.

6.4. Отклонения температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту, и влияние их на урожайность

Тесная связь развития растений сои с температурой воздуха, снижение отрицательного влияния длинного дня при оптимальной температуре — все это свидетельствует, что температура воздуха — главный фактор, регулирующий и координирующий жизнь растений. Отклонение температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту, является главным показателем, по которому ежедневно можно судить о возможном соответствии между окружающей средой, включая влажность почвы, и потребностями самого растения.

Средние декадные отклонения температуры воздуха от оптимума по годам для территории Дальнего Востока, Украины и Краснодарского края применительно к основным сортам, районированным там, хотя и очень непостоянны, но все таки имеют некоторые закономерности. На примере 1977—1981 гг. видно, что наибольшие отклонения (5—7 °С) на Дальнем Востоке и в Краснодарском крае, наблюдаются в разные декады вегетации растений, но чаще всего в сентябре. Они бывают длительно положительными в теплые для сои годы и длительно отрицательными — в холодные годы (табл. 6.5).

Отрицательные отклонения в холодные годы на Дальнем Востоке, как правило, больше, чем положительные в теплые годы.

Таблица 6.5

Отклонения температуры воздуха для сортов Амурская 41 (Благовещенск) и ВНИИСК 1 (Краснодар) при ГТК = 1,2...1,5 по декадам

Год	Станция	V			VI			VII			VIII			IX		
		1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
1977	1	—	—	—	-0,1	-0,4	0,2	1,0	4,2	0,3	-1,0	-0,3	2,1	-1,7	-6,9	—
	2	-0,6	1,5	0,1	0,5	2,0	0,6	2,7	0,9	3,4	3,4	1,9	1,5	1,4	-3,4	-6,7
1978	1	—	—	—	2,7	-0,2	-0,1	-2,2	-0,6	0,8	-0,6	1,9	-0,4	-4,8	-5,2	—
	2	-1,1	-1,6	-1,3	2,3	1,3	0,5	3,6	3,5	3,0	1,3	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-3,5
1979	1	—	—	—	0,7	0,4	-2,8	0,5	0,6	1,5	3,2	-0,9	-2,2	-3,2	-5,3	—
	2	2,8	3,7	3,3	1,6	3,1	3,7	2,8	1,8	1,8	3,6	3,8	5,8	-1,0	-2,0	1,2
1980	1	—	—	—	-1,5	0,1	2,6	0,6	2,1	2,5	5,3	2,4	0,5	-1,8	-5,0	—
	2	-0,2	-2,2	-0,3	0,8	-1,9	3,5	2,7	5,4	4,7	4,4	2,4	-1,1	-0,9	-2,8	-5,3
1981	1	—	—	—	-0,2	-0,1	-4,8	-1,3	1,8	3,2	-1,4	-0,6	-2,1	-5,1	-4,7	—
	2	-1,1	-3,8	-1,1	2,0	2,6	5,2	3,4	3,8	7,8	3,4	4,4	1,8	1,8	-2,1	-0,1

Примечание. Здесь 1 — Благовещенск, 2 — Краснодар.

В Краснодарском крае реже наблюдаются отрицательные отклонения, и они меньше положительных, хотя в отдельные годы и достигают 6 °С; наблюдаются они чаще всего в мае и сентябре.

Связь урожайности сортов сои с отклонениями температуры воздуха в разные межфазные периоды оказалась несущественной. Наибольшие коэффициенты корреляции получены между урожайностью сорта и средним отклонением за период вегетации при условии достаточной влажности почвы (табл. 6.6).

Таблица 6.6

Уравнения связи урожайности со средним за период вегетации отклонением температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту, при ГТК = 1,2...1,5

Сорт	Число случаев	Уравнение связи	Коэффициент корреляции
Амурская 41	36	$y = 3,2x + 17,2$	$0,68 \pm 0,09$
Амурская 42	25	$y = 3,9x + 16,0$	$0,65 \pm 0,11$
Амурская 154	19	$y = 3,9x + 18,2$	$0,61 \pm 0,14$
Амурская 310	29	$y = 4,0x + 22,6$	$0,67 \pm 0,06$
ВНИИС 1	19	$y = 3,7x + 26,1$	$0,67 \pm 0,19$
Салют 216	28	$y = 4,5x + 24,2$	$0,85 \pm 0,04$
Хабаровская 4	36	$y = 2,5x + 17,6$	$0,64 \pm 0,10$
Приморская 529	31	$y = 3,9x + 17,5$	$0,63 \pm 0,11$
ВНИИМК 9186	40	$y = 4,5x + 23,6$	$0,75 \pm 0,07$
Днепровская 12	20	$y = 3,8x + 20,3$	$0,65 \pm 0,12$
Неполегающая 2	45	$y = 2,8x + 19,1$	$0,62 \pm 0,09$

Средние отклонения температуры воздуха от оптимума в конкретном месте определяли следующим образом: сначала рассчитывали отклонения температуры от оптимума, необходимого сорту во все декады вегетации. Затем складывали полученные отклонения (с учетом знака) и сумму делили на число декад за период вегетации сорта. Средние отклонения за период вегетации сорта дали представление о том, какие отклонения температуры (поло-

жительные, отрицательные или нулевые) преобладают в период формирования урожайности сорта и как они сказываются на ней.

Уравнения связи между средними за период вегетации отклонениями температуры воздуха от оптимума и урожайностью сортов позволяют выяснить силу влияния отклонений на $\pm 1^\circ\text{C}$. Сравнивая уравнения связи урожайности сорта y с отклонениями температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту, при $x = 0$, можно видеть, что сорта сои группируются по урожайности: 1,5—1,8, 1,9—2,3 и 2,4—2,6 т/га.

Связи урожайности сортов сои на сортоучастках СССР с отклонениями температуры воздуха от оптимума разные, коэффициенты корреляции колеблются в интервале 0,60—0,85. Наибольшие коэффициенты корреляции (0,67—0,85) между урожайностью сорта и отклонениями температуры воздуха от оптимума наблюдаются у сортов с высокой продуктивностью (2,4—2,6 т/га). Наименьшая связь чаще всего характерна для сортов с пониженной продуктивностью.

Сорта сои при уменьшении или увеличении средних отклонений температуры воздуха на фоне достаточной влажности почвы соответственно уменьшают или увеличивают урожайность. Наибольшее снижение урожайности у рассмотренных сортов сои начинается при среднем за период вегетации отклонении температуры воздуха на $-2,5\ldots-3,0^\circ\text{C}$. По мере увеличения аномалии температуры воздуха снижение урожайности прогрессирует. При аномалии температуры воздуха в среднем за период вегетации до $-3,5^\circ\text{C}$, урожайность сортов снижается различно. У сорта Амурская 42 она при этом составляет 13 % оптимальной, у Приморской 71—72 %, ВНИИСК 1—60 % (табл. 6.7).

Таблица 6.7

Продуктивность сортов сои (%) в зависимости от отклонений температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту

Сорт	Отклонение температуры воздуха от оптимума, $^\circ\text{C}$						
	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5
Амурская 41	94	82	71	65	53	47	35
Амурская 42	88	75	63	50	38	25	13
Амурская 154	94	78	66	56	44	33	27
Салют 216	92	83	71	62	54	45	33
Хабаровская 4	89	83	78	72	61	56	50
Приморская 71	94	89	89	83	78	78	72
Приморская 529	89	78	67	50	44	33	22
Приморская 762	88	76	75	69	63	56	50
ВНИИМК 9186	88	79	71	63	50	42	33
ВНИИСК 1	93	87	80	73	67	60	60
Высокорослая 1	87	80	73	67	60	53	47
Днепроградская 12	90	85	75	65	55	45	35
Кировоградская 4	89	78	72	61	50	39	33
Неполегающая 2	95	84	79	68	63	58	47
Терезинская 2	94	81	75	69	63	56	50

Средние многолетние отклонения температуры воздуха от оптимума, необходимого дальневосточным сортам сои, как правило, отрицательны. Меньшие декадные отклонения температуры для большинства районированных сортов на территории Дальнего Востока наблюдаются в Приморском крае ($-0,3...-2,3$ °С, ст. Приморская), в Хабаровском крае ($-0,1...-0,8$ °С, ст. Вяземская), более высокие — в Амурской области. В среднем все дальневосточные сорта сои растут при недостатке тепла, с которым часто сочетается избыток влаги в почве (табл. 6.8).

Таблица 6.8

Средние многолетние отклонения температуры воздуха (°С) от оптимума, необходимого дальневосточным сортам сои

Станция	Сорт									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мазаново	-2,0	-2,0	-2,4	-2,6	-1,7	-2,1	-1,5	-1,5	-3,4	-1,8
Кумара	-1,6	-2,2	-2,5	-2,7	-1,7	-2,1	-1,5	-1,3	-3,5	-1,9
Белогорск	-1,6	-1,5	-1,6	-2,0	-0,9	-1,4	-0,8	-0,8	-2,7	-1,1
Амурская	-1,3	-1,6	-1,8	-2,4	-1,1	-1,5	-0,9	-0,9	-2,8	-1,3
Поярково	-0,6	-1,1	-1,1	-1,4	-0,6	-1,0	-0,3	-0,5	-2,3	-0,7
Архара	-1,4	-1,7	-1,9	-2,0	-1,1	-1,5	-0,9	-1,0	-2,9	-1,3
Картун	-0,9	-1,3	-1,6	-1,8	-0,8	-1,3	-0,7	-0,7	-2,9	-1,0
Турий Рог	-0,2	-0,6	-0,7	-1,0	-0,1	-0,6	0,1	0,0	-1,7	-0,3
Журавлевка	-1,2	-1,2	-1,6	-1,8	-0,8	-1,3	-0,4	-0,7	-2,6	-1,1
Богополь	-2,5	-2,8	-2,0	-3,2	-2,3	-2,8	-2,0	-2,2	-4,1	-2,5
Чугуевка	-0,8	-1,1	-1,5	-1,6	-0,6	-1,1	-0,4	-0,5	-2,4	-0,8
Приморская	-0,9	-1,0	-1,3	-1,5	-0,5	-1,0	-0,3	-0,3	-2,3	-0,8
Владивосток	-2,0	-2,3	-2,5	-2,7	-1,8	-2,2	-1,8	-1,6	-3,5	-2,0
Хабаровск	-0,4	-0,5	-0,8	-1,0	-0,0	-0,6	0,3	-0,1	-1,9	-0,2

Примечание: Сорта: 1 — Амурская 41, 2 — Салют 216, 3 — Приморская 529, 4 — Амурская 154, 5 — Приморская 71, 6 — Приморская 762, 7 — Амурская 42, 8 — Хабаровская 4, 9 — ВНИИСК 1, 10 — Амурская 310.

Европейские сорта сои реже растут при отрицательных отклонениях температуры воздуха от оптимума, и сами отклонения меньше. В Херсонской, Запорожской, Днепропетровской областях, в Крыму, Краснодарском, Ставропольском краях в среднем многолетнем разрезе преобладают положительные отклонения, при которых часто наблюдается недостаток влаги в почве (табл. 6.9).

Из приведенных данных видно, что какой бы показатель для сои мы не выбрали — сумму температур, сумму осадков, ГТК, межфазные температурные характеристики сорта, показатель пластичности — постоянно мы сталкиваемся с тем явлением, что в среднем многолетнем разрезе благоприятные для сои показатели встречаются в очень ограниченных районах. Вероятность сочетания трех—четырёх благоприятных показателей на территории СССР очень мала (10—15 %). В отдельные годы отклонения значений показателей от тех, которые необходимы сортам сои, могут быть больше и меньше, так как условия каждого года отличаются от средних многолетних.

Таблица 6.9

Средние многолетние отклонения температуры воздуха (°C) от оптимума, необходимого европейским сортам

Область, край, республика	Станция	Сорт						
		1	2	3	4	5	6	7
Винницкая	Могилев-Подольский	0,29	-0,88	-0,69	-0,25	0,79	-0,62	-0,98
Черновицкая	Черновцы	-0,45	-2,00	-2,21	-1,36	-0,28	-2,50	-2,07
Ровенская	Острог	-1,78	-3,0	-3,14	-2,41	-1,35	-3,57	-3,14
Волинская	Владимир-Волинский	-2,17	-3,38	-3,46	-2,74	-1,51	-3,88	-2,98
Днепропетровская	Никополь	1,72	0,36	0,65	1,13	1,57	-0,12	0,29
Харьковская	Красноград	0,07	-1,19	-0,88	0,53	0,54	-1,67	-1,31
Полтавская	Полтава	-0,24	-1,45	-1,10	-0,80	0,25	-1,95	-1,53
Сумская	Сумы	-1,03	-2,32	-2,25	-1,61	-0,53	-2,75	-2,32
Черниговская	Прилуки	-0,69	-1,99	-1,71	-1,26	-0,01	-2,42	-1,99
Молдавская ССР	Бельцы	0,77	-0,55	0,10	0,10	1,28	-1,04	-0,60
Краснодарский	Краснодар	2,39	1,18	1,29	1,75	2,89	0,68	1,11
Ставропольский	Невинномыск	1,60	0,58	1,04	1,02	2,10	-0,11	0,32
Хмельницкая	Каменец-Подольский	-0,86	-2,07	-2,25	-1,43	-0,40	-2,57	-2,14
Белгородская	Алексеевка	-0,06	-1,28	-0,65	-0,63	0,42	-1,78	-1,42
Луганская	Луганск	1,02	-0,23	0,40	0,41	1,55	-0,79	-0,30
Черкасская	Златополь	-0,34	-1,48	-1,13	-0,84	0,40	-1,98	-1,56
Киевская	Белая Церковь	-1,24	-2,53	-2,61	-1,88	-0,81	-3,02	-2,60
Кировоградская	Знаменка	-0,53	-1,73	-1,57	-1,14	-0,07	-2,28	-1,86
Львовская	Перемышляны	-2,51	-3,77	-3,80	-3,08	-2,73	-4,23	-3,80
Житомирская	Новоград-Волинский	-2,25	-3,50	-3,53	-2,82	-1,75	-4,12	-3,60
Крымская	Клепинино	2,24	1,03	1,67	1,67	2,67	0,52	0,96
Николаевская	Николаев	1,93	1,01	1,43	1,51	2,56	0,36	0,79
Донецкая	Красноармейск	0,65	-0,56	0,20	0,08	1,22	-1,06	-0,63
Ивано-Франковская	Болехов	-2,55	-3,76	-3,83	-3,19	-2,05	-4,26	-3,90
Закарпатская	Ужгород	-0,16	-1,23	-1,02	-0,73	0,32	-4,26	-4,06
Тернопольская	Тернополь	-1,86	-3,07	-3,07	-2,43	-1,36	-3,57	-3,07
Одесская	Сербка	1,19	-0,02	0,62	-0,62	1,69	-0,60	-0,09
Херсонская	Херсон	2,18	0,96	1,60	1,61	2,69	0,46	0,89
Запорожская	Мелитополь	2,18	0,93	1,58	1,58	2,65	0,40	0,86

Примечание. Сорта: 1 — Терезинская 2, 2 — Высокослая 1, 3 — ВНИИСК 1, 4 — Днепровская 12, 5 — Кировоградская 4, 6 — ВНИИМК 9186, 7 — Неполегающая 2.

Отклонения температуры воздуха от необходимой для сортов сои в отдельные годы варьируют очень широко. На примере сортов Амурская 41 и ВНИИСК 1 можно проанализировать варианты декадных отклонений температуры воздуха от оптимума в 1977—1981 гг. в Амурской области и Краснодарском крае. В отмеченные годы чаще наблюдались положительные отклонения температуры воздуха. В Краснодарском крае превышение температуры против

оптимума достигало 5,2—7,8 °С в декаду. Такие случаи были в 1979 г. (3-я декада августа), в 1980 г. (2-я декада июля) и 1981 г. (3-и декады июня и июля). За 1977—1981 гг. большое количество декад (10—12) с положительными отклонениями можно отметить в 1977, 1979 и 1981 гг.

Повышения температуры на 5—7 °С против оптимума при влажности, близкой к наименьшей влагоемкости (85—90 %), соя переносит неплохо, но, когда высокие температуры сопровождаются сухостью воздуха и почвы, да еще в ней отмечается недостаток кальция, соя резко снижает продуктивность.

Отрицательные отклонения температуры воздуха от оптимума, необходимого сортам, наиболее неблагоприятны на ранних этапах развития сои. Наибольшие урожаи сои отмечаются обычно при хорошем раннем развитии растений и теплом лете. Неблагоприятной для сои является также смена больших отрицательных отклонений на положительные и обратно, как например, в 1978 и 1980 гг.

Значения и направленность отклонений температуры воздуха от оптимума сильно отличаются в разных регионах. Это заметно как по территории Дальнего Востока и европейской части СССР, так и в особенности между ними. Различия в отклонениях температуры воздуха применительно к сорту являются очень важными, и на них нужно обращать особое внимание при перенесении сортов из одного места выращивания в другое, достаточно удаленное от него. Такое перенесение может быть неудачным именно из-за несоответствия приспособительных свойств сорта и новых метеорологических условий.

Лучшую продуктивность сортов сои следует ожидать там, где отклонения температуры воздуха от оптимума либо отсутствуют, либо находятся в интервале ± 1 °С. Так, зона высокой продуктивности для сорта ВНИИМК 9186 (отклонения -1 °С) проходит через Черновцы — Кишинев — Кировоград — Днепропетровск — Ворошиловград, зона с отклонениями $+1$ °С — через Майкоп в направлении Элисты. В 1982 г. сорт ВНИИМК 9186 высевали в Ростовской области, Северо-Осетинской и Чечено-Ингушской АССР и частично на Украине. По агроклиматическим данным Ростовская область и ряд областей Украинской ССР являются благоприятными для этого сорта.

Изолиния отклонения на -1 °С средней многолетней температуры воздуха от оптимума за период вегетации для сорта ВНИИСК 1 проходит через Черновцы — Черкассы — Харьков, отклонения на $+1$ °С — через Одессу — Николаев — Ростов-на-Дону. В 1982 г. сорт ВНИИСК 1 в производственных условиях возделывали в Астраханской, Саратовской областях, Дагестанской, Кабардино-Балкарской АССР, т. е. в регионах, где отклонения температуры воздуха превышают ± 1 °С. В таких регионах температурные условия для выращивания сорта ВНИИСК 1 хуже, чем там, где отклонения температуры воздуха не выходят за пределы ± 1 °С.

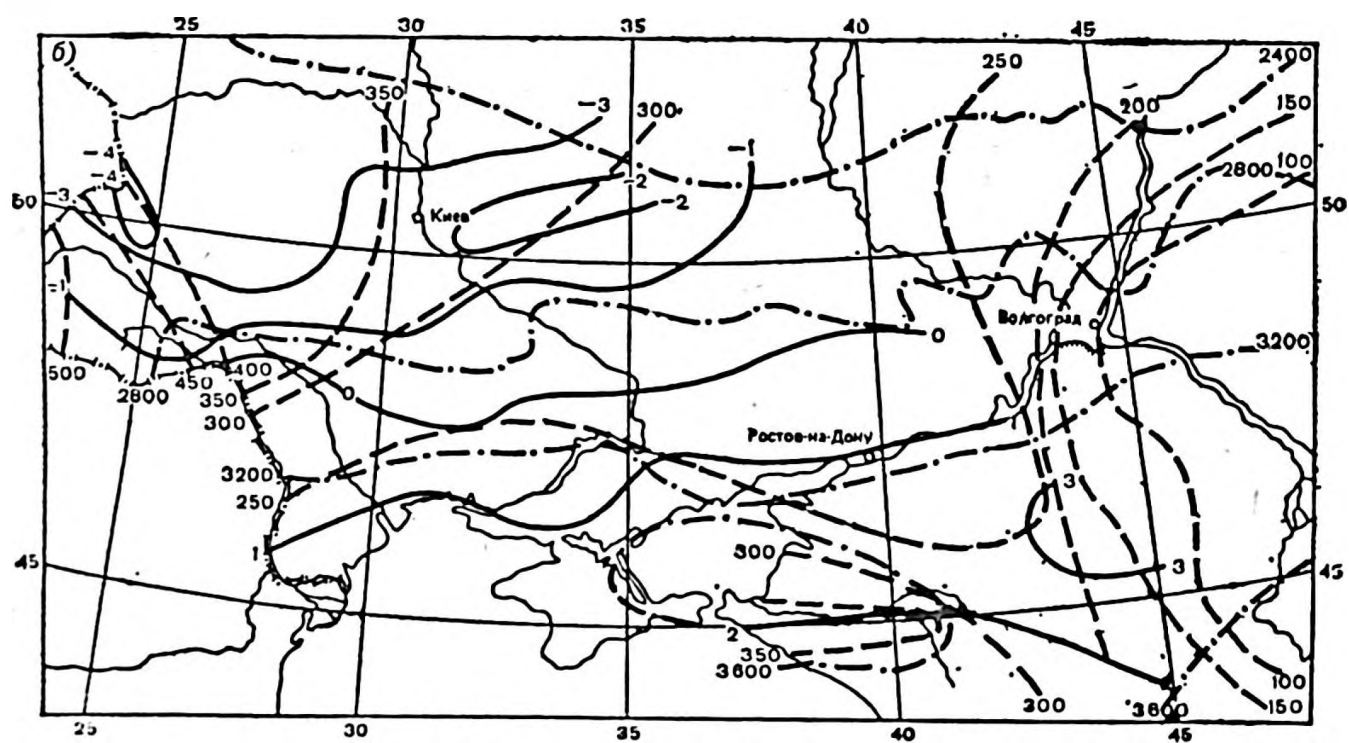
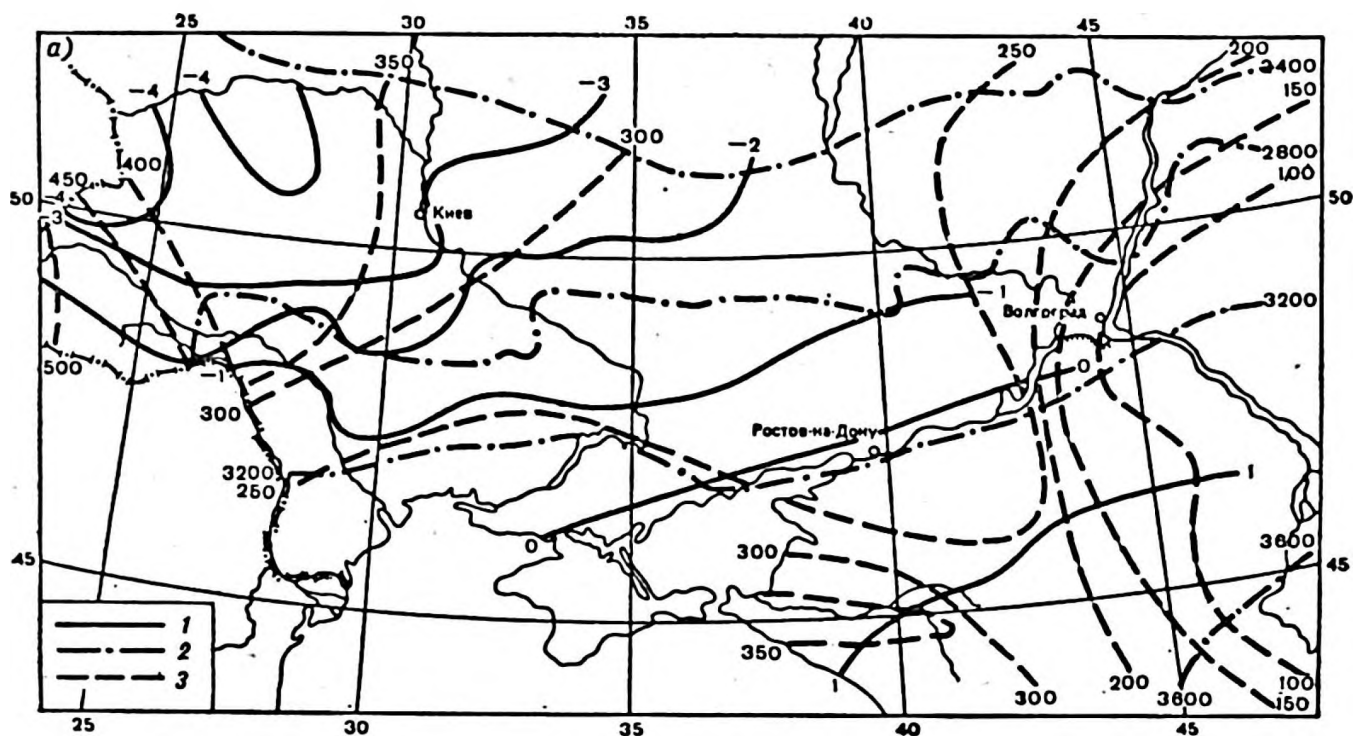


Рис. 6.3. а, б.

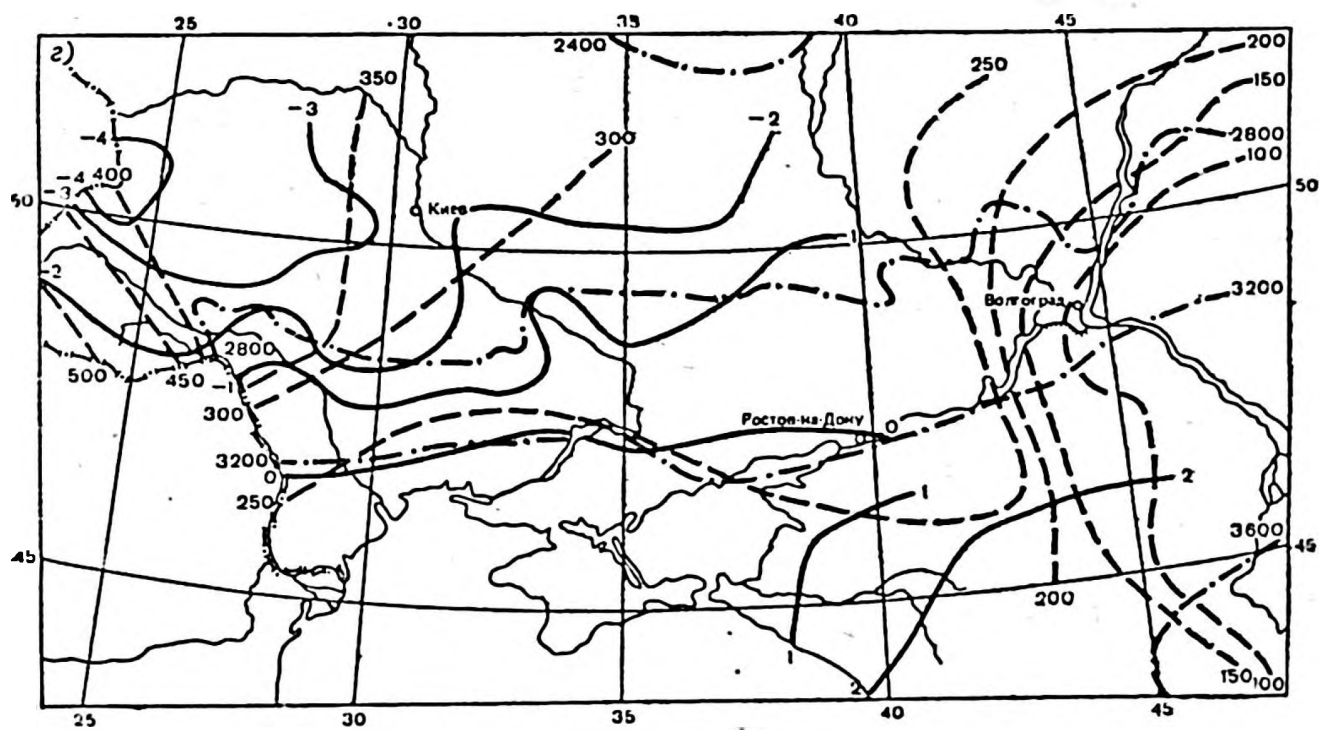
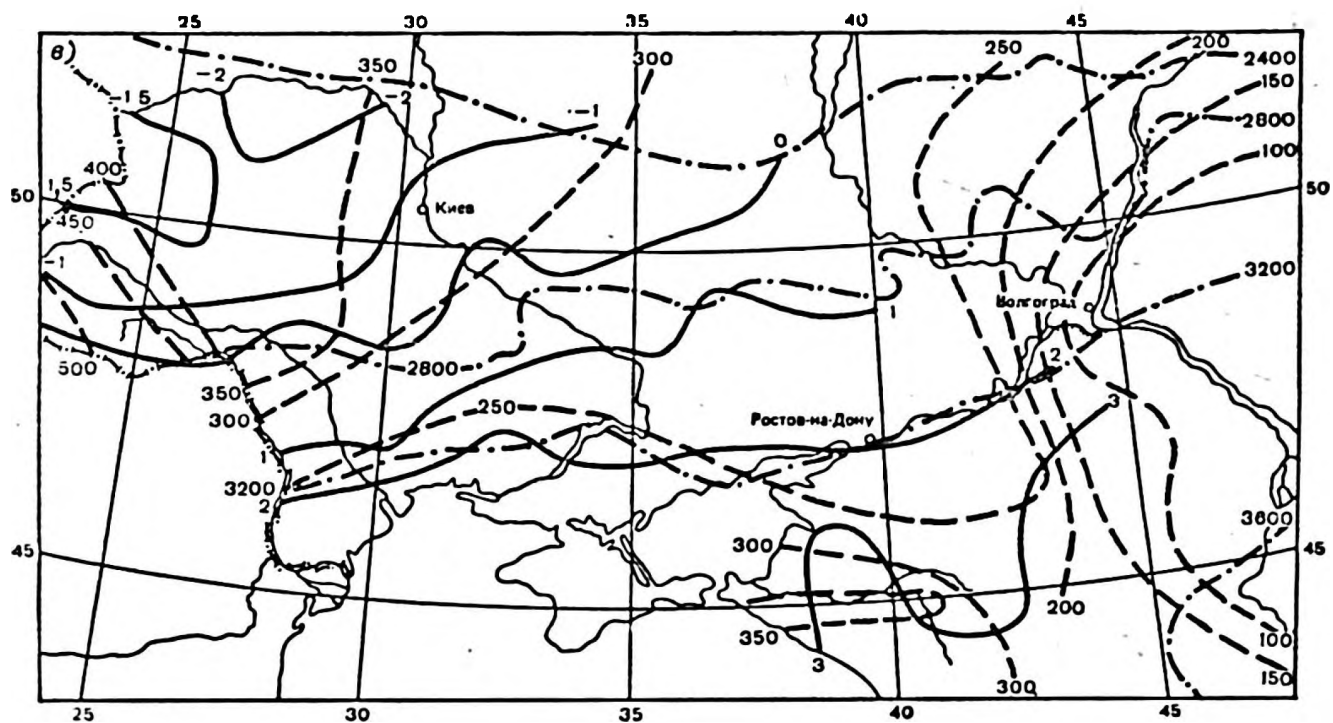


Рис. 6.3. в, г.

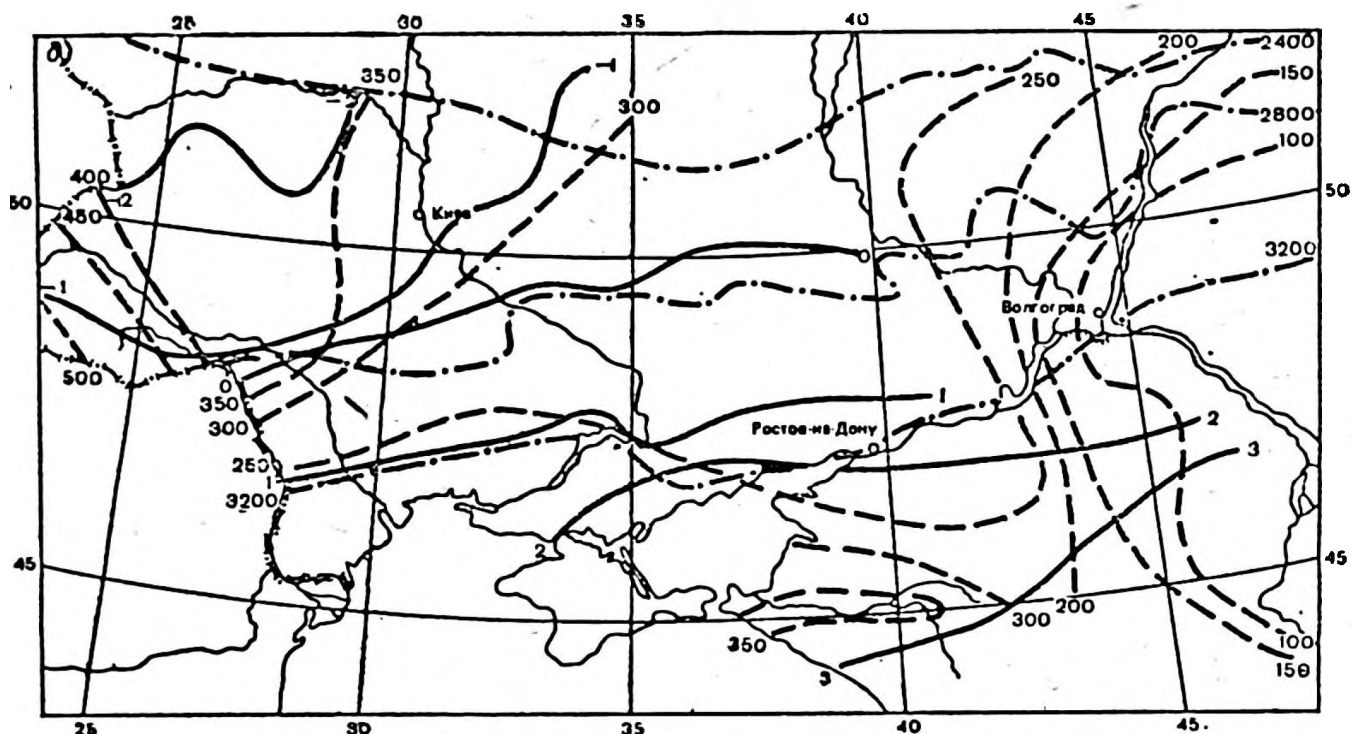


Рис. 6.3. Изолинии отклонений средней многолетней температуры воздуха от оптимума, необходимого европейским сортам (1), при определенных суммах температур выше 10°C (2) и осадках за тот же период (3).

Сорта: а — ВНИИМК 9186, б — ВНИИСК 1, в — Кировоградская 4, г — Неполегающая 2, д — Терезинская 2.

Изолинии отклонений на -1°C средней многолетней температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту Кировоградская 4, проходит через Ужгород — Ивано-Франковск — Винницу — Чернигов, отклонения на $+1^{\circ}\text{C}$ — через Кишинев — Кировоград — Днепропетровск — Ворошиловград (рис. 6.3). В 1982 г. сорт высевали главным образом на территории Украинской ССР, где температуры воздуха за часть периода вегетации сорта оптимальные.

Для сорта Неполегающая 2 изолинии отклонений на -1°C средней многолетней температуры воздуха от оптимума проходит по северной части Молдавии через Кировоград — Днепропетровск, отклонений на $+1^{\circ}\text{C}$ через Краснодарский край. В 1982 г. сорт высевали в Краснодарском крае, т. е. в зоне температурного оптимума.

Для сорта Терезинская 2 изолинии с отклонениями на -1°C температуры воздуха от оптимума проходит через Черновцы — Винницу — Киев, с отклонением на $+1^{\circ}\text{C}$ через Кишинев — Николаев — Запорожье — Донецк. В 1982 г. сорт Терезинская 2 высевали преимущественно на территории Украинской ССР, где температурные условия благоприятны для него. Небольшие посевы его в Волгоградской области не обоснованы температурными показателями.

Средние многолетние отклонения температуры воздуха от оптимума для сортов сои на Дальнем Востоке приводятся на рис. 6.4. Для сорта Амурская 310 отклонения температуры воздуха от оп-

тимума в Амурской области чаще всего отрицательные и превышают -1°C , в Приморском и Хабаровском краях они несколько меньше. При отрицательных отклонениях температуры воздуха более чем на -1°C урожайность сорта составляет 75—83 %, а при отклонениях на $-0,1\ldots-0,5^{\circ}\text{C}$ она равна 90—95 % оптимальной. В 1982 г. сорт Амурская 310 занимал большие посевные площади в Амурской области и Хабаровском крае, но его практически не высевали в Приморском крае. Сорт возделывается также в европейской части СССР. В 1982 г. в Волгоградской и Ростовской областях, где высевался сорт, средние температуры по межфазным периодам развития соответственно были 17°C (посев — всходы), $21-22^{\circ}\text{C}$ (всходы — цветение), $20-23^{\circ}\text{C}$ (цветение — созревание). Они несколько не соответствовали потребностям сорта, а всякое неадекватное применительно к растениям состояние метеорологических факторов требует особых условий для выращивания высоких урожаев.

Средние отклонения температуры воздуха от оптимума для сорта Хабаровская 4 в основных районах Дальнего Востока меньше 1°C . Это не лучший, но приемлемый показатель соответствия температурных характеристик сорта и условий окружающей среды. Применительно к сорту Салют 216 средние отклонения температуры воздуха от оптимума близки к 1°C или превышают его. При отклонениях температуры воздуха от оптимума на $-0,5\ldots-1,0^{\circ}\text{C}$ и при достаточной влажности почвы урожайность сорта составляет 83—92 % оптимальной.

Большие отклонения средней за период вегетации температуры воздуха от оптимума можно отметить для сорта Приморская 529 и ВНИИС 1. Сорт ВНИИС 1 в 1982 г. занимал большие посевные площади в Амурской области, Волгоградской, Куйбышевской, Саратовской и Ростовской областях. Во всех регионах, за исключением Ростовской области, для этого сорта нет четкого совпадения между оптимальными и средними температурами воздуха, которое может быть основой агроклиматического районирования.

Каждый период роста и развития растений вносит свой вклад в урожайность. Но установить конкретную степень влияния отклонений температуры воздуха в каждый период на урожайность не представилось возможным. Связи не установлены ни при широком (50—95 % НВ), ни при узком (75—90 % НВ) диапазоне влажности почвы. Уравнения связи урожайности получены только со средними за период вегетации отклонениями температуры воздуха от оптимума при достаточной влажности почвы (ГТК 1,2—1,5). Коэффициенты корреляции находятся в интервале 0,61—0,85 (табл. 6.6). Наибольшие коэффициенты корреляции между урожайностью сорта и отклонением температуры воздуха от оптимума наблюдаются у сортов с высокой продуктивностью (2,4—2,6 т/га), наименьшие чаще всего имеют сорта со средней продуктивностью. Эти среднепродуктивные сорта обладают большей устойчивостью к неблагоприятным условиям, чем высокопродуктивные. Достоверность уравнений связи $\pm 5-20\%$.

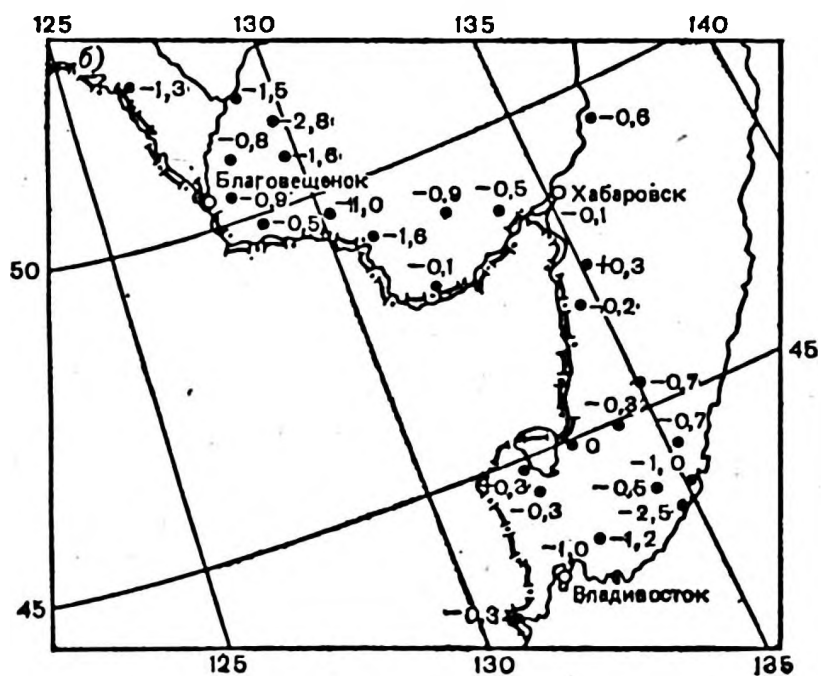
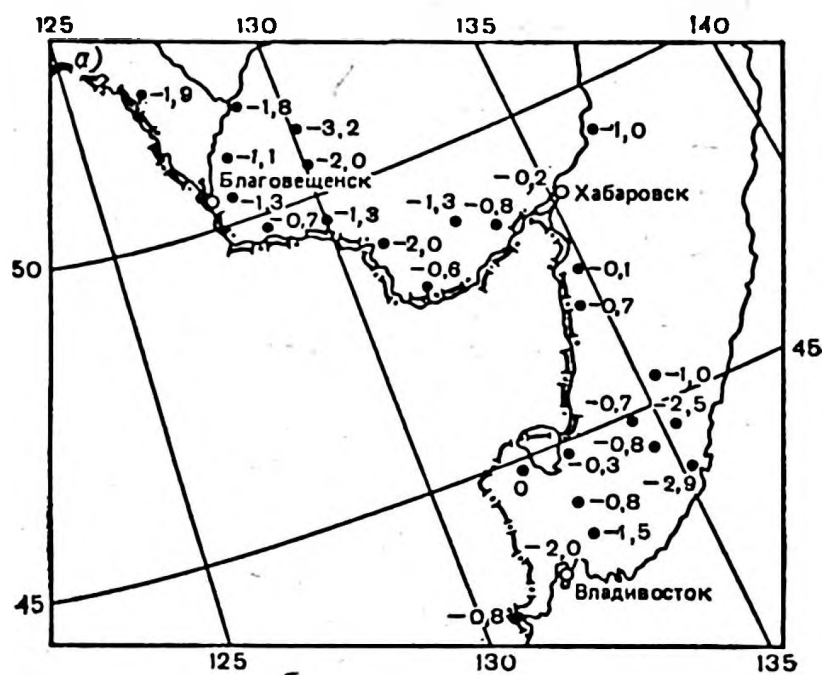


Рис. 6.4. а, б.

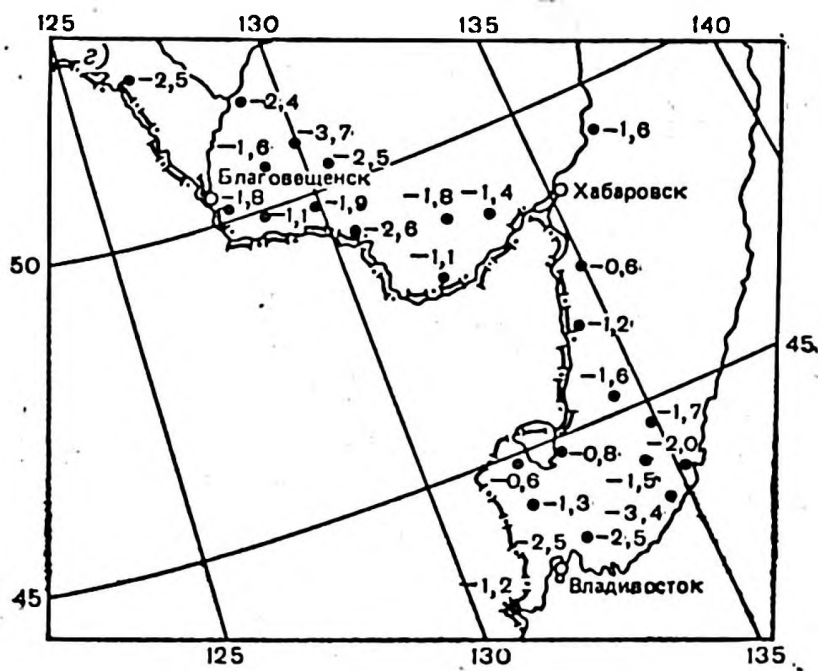
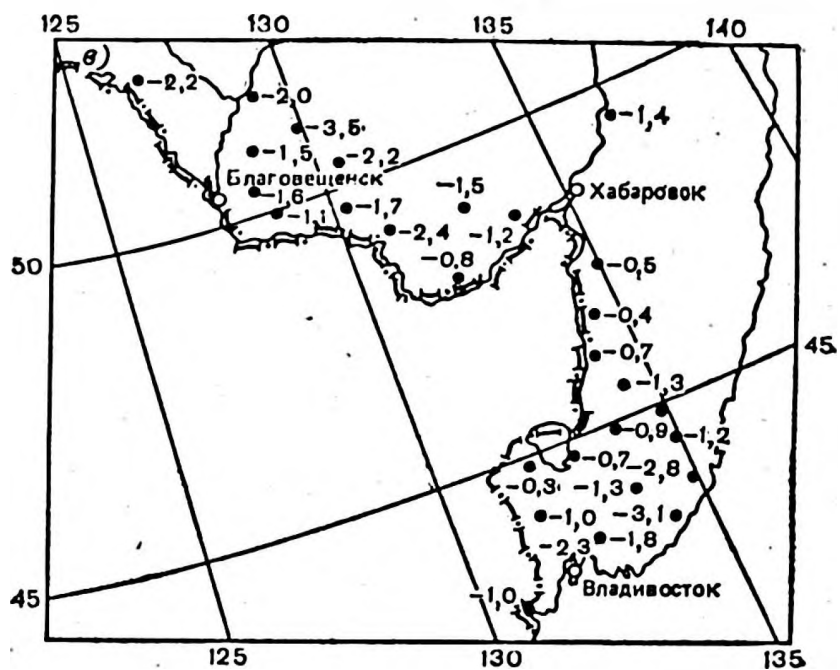


Рис. 6.4 в, г.

клонения на 1 °C не есть какой-то предел возделывания сои, а только показатель, что в этих районах должно быть обеспечено полное соблюдение технологии возделывания.

6.5. Агроклиматические показатели потенциального сорта и его аналоги

Агроклиматические характеристики районированных сортов показывают, что температурные показатели потенциального сорта необходимо планировать для конкретного региона, т. е. районированные сорта надо создавать в соответствии с теми условиями, которые наблюдаются на территории возделывания. Основой создания селекционной программы может стать агроклиматическая модель потенциального сорта.

Метод абстракции или идеализации давно используют в науке. В природе нет идеального газа, абсолютно твердого тела, точки, линии и т. д. Но все эти теоретические объекты приняты человеком и играют в науке большую роль. В сельскохозяйственном производстве также известны идеальные показатели почвы, количества и качества зерна, нужны и идеальные метеорологические показатели сорта для конкретного района, приближение к которым гарантирует устойчивость урожайности.

В любом небольшом административном районе СССР существует 4—5 типов погод, они отличаются изменчивостью температуры воздуха в период вегетации и вместе с нею осадков, влажности почвы, воздуха и других факторов. При посеве 4—5 сортов на 70—80 % вероятно, что ежегодно 2—3 сорта могут давать максимальный урожай, если каждый высеваемый сорт приспособлен к определенной смене типов погодных условий.

Для сои главным фактором является температура воздуха. Мы уже указывали, что если влажность почвы в течение 7—10 дней будет находиться на уровне 50—60 % оптимума, то при температуре воздуха, близкой к оптимальной, большинство сортов не меняют роста и развития. И наоборот, если при оптимальной влажности почвы температура воздуха на 7—10 дней понизится до 50—60 % оптимальной (22—23 °C), то она (11—14 °C) резко затормозит рост и развитие большинства сортов сои. Поэтому потенциальные сорта должны быть прежде всего хорошо приспособлены к температурным условиям среды. В тех регионах страны, где удастся иметь 4—5 сортов, приспособленных к основным типам температурных изменений погодных условий, необходимо создавать требуемую этой культуре влажность почвы.

Идеальным для любого региона нашей страны может быть тот сорт, ритм развития которого будет соответствовать среднему числу дней с определенной средней суточной температурой воздуха. Для примера приводится три варианта числа дней с определенной средней суточной температурой воздуха (табл. 6.10). Исходя из приведенных данных, можно представить общую конст-

Число дней со средней суточной температурой
воздуха по градациям

Температура воздуха, °С	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Уссурийск							
0,1— 5,0	—	—	—	—	—	—	7,9
5,1—10,0	—	11,3	0,7	—	—	2,5	12,3
10,1—15,0	—	16,4	11,8	1,1	0,2	11,7	7,6
15,1—20,0	—	3,0	15,2	14,7	10,8	14,9	0,8
20,1—25,0	—	—	2,3	14,2	18,4	0,9	—
25,1—30,0	—	—	—	1,0	1,6	—	—
Благовещенск							
0,1— 5,0	—	2,0	—	—	—	—	11,2
5,1—10,0	—	10,0	0,4	—	—	7,1	8,0
10,1—15,0	—	13,1	5,5	0,3	2,3	15,2	1,6
15,1—20,0	—	5,2	15,0	8,0	15,7	6,3	—
20,1—25,0	—	0,8	8,5	19,2	12,0	0,4	—
25,1—30,0	—	—	0,7	3,3	0,8	—	—
Краснодар							
0,1— 5,0	2,3	0,1	—	—	—	0,1	2,1
5,1—10,0	8,4	0,8	1,0	—	—	0,8	9,1
10,1—15,0	13,5	7,4	10,4	—	—	7,0	13,2
15,1—20,0	5,1	16,5	16,1	2,7	5,4	13,6	5,9
20,1—25,0	0,5	6,1	2,5	19,2	18,6	8,2	0,6
25,1—30,0	—	0,1	—	9,0	6,9	0,3	—

рукцию сорта следующим образом. Период с температурой воздуха выше 15 °С в Уссурийске равен 97 дням, Благовещенске 96 дням, Краснодаре 138 дням. Этой продолжительности должна соответствовать длина периода вегетации сорта. Причем период посев—всходы составляет 8—10 % всего периода вегетации, всходы—цветение 40—45 % и цветение—созревание 45—50 % или соответственно 10, 40 и 46—47 дней для Уссурийска и Благовещенска, 10, 60, 68 дней—для Краснодара.

Оптимальные температуры воздуха, при которых идеальные сорта должны успешно закончить рост и развитие за указанный срок, должны быть на 1 °С ниже средних многолетних межфазных температур. Для Амурской области в районе метеостанции Архара соответственно межфазным периодам эти температуры должны равняться 16, 18, 18 °С, для Уссурийска (Приморский край) 15, 17, 19 °С, для Краснодара 16, 18, 22 °С. Метеорологическая модель температурных показателей идеального сорта очень проста, значительно труднее создать сорт с заданными температурными параметрами. Для решения этой проблемы нужно искать реальную исходную форму. Поиски соответствующих форм сои наиболее вероятны в центрах формообразования, с которыми установлены температурные аналоги. Для Дальнего Востока—это Северная Корея, северо-восточные провинции Китая, Канада, для Краснодара—США и др.

Для территории СССР наибольший интерес представляют исходные формы сои из тех регионов, где метеорологические условия способствуют формированию скороспелости, холодостойкости, устойчивости к недостатку влаги и к изменчивости погодных явлений. С этой точки зрения интерес представляют северные области первичных и вторичных центров формообразования и сортообразования. Это Северо-Восточная климатическая провинция Китая, северные районы КНДР, Канада, Япония, США.

Для поисков скороспелых, холодостойких, устойчивых к недостатку влаги в почве образцов сои интересной является Северо-Западная климатическая провинция Китая. Она значительно удалена от влияния моря, относительная влажность воздуха там ниже, чем в восточных климатических регионах, и это способствует формированию соответствующих биолого-морфологических свойств растений, на создание которых в селекционном процессе нужно затратить очень много времени.

Экологический подход к изучению сортов сельскохозяйственных культур — это историческая летопись сорта. В ней заключено много интересной информации о зависимости биологических явлений от метеорологических условий. В каждом конкретном сорте связь этих явлений проявляется различно, иногда слабо или частично, но она всегда присутствует. Представленные характеристики сортов, особенно тогда, когда они несколько контрастны по метеорологическим показателям, подчеркивают как общие закономерности, так и видоизменяющую роль селекции.

Информация о возможном поведении сорта еще во многом закодирована в бесчисленных сочетаниях влияния погоды и индивидуальной реакции растений. Раскрыть и объяснить их — это актуальнейшая задача современности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие сельскохозяйственной науки, получение новых фактических данных об исходных формах и сортах дают огромный материал для селекции. Но возрастают и требования к новым сортам. В настоящее время необходимо иметь высокопродуктивные сорта, устойчивые к болезням и вредителям, с широким диапазоном приспособительных свойств. Таким образом, перед селекционерами стоит сверхзадача — создать в растениях положительную связь продуктивности и устойчивости, т. е. с повышением продуктивности должна улучшаться и устойчивость к различным условиям среды.

К настоящему времени научно-теоретическим путем и огромным практическим опытом доказана всеобщая взаимосвязь биологических и метеорологических явлений. Но каждый конкретный сорт, как и всякий живой организм, подчиняясь всеобщности связи, имеет свои индивидуальные доминантные свойства.

В каждом отдельном организме есть своя форма, пропорциональность, масса, распределение ее по органам, ритм роста и развития.

Для раскрытия индивидуального поведения сорта, его приспособительных свойств к условиям окружающей среды на примере сои анализировались география урожайности различных сортов сои, особенности биологии, экологические факторы роста и развития, метеорологические критерии сортов, условия в регионах возделывания, составлены агроклиматические показатели потенциального сорта. Выявленное применительно к сортам сои такое сочетание признаков, как скороспелость и высокая урожайность сортов, дает основание считать, что положительная связь продуктивности и устойчивости к условиям среды возможна, но вероятность ее, очевидно, очень мала, так как закономерно между высокой урожайностью и устойчивостью к условиям среды прослеживается отрицательная связь, т. е. чем выше продуктивность, тем ниже устойчивость к перемене погодных условий.

Исходя из теоретической предпосылки о всеобщей взаимосвязи биологических и метеорологических явлений, сделана попытка раскрыть дифференциацию связей относительно каждого сорта и показать связь адаптивных функций растений с центрами происхождения. Такая связь имеет практическое значение.

В настоящей работе мы стремились использовать не только уже устоявшиеся, традиционные подходы и объяснения поведения растений, но и выявить доминирующие связи, применительно к индивидуальности сорта, опираясь опять-таки на основной фундаментальный закон связи биологических и метеорологических явлений. Свое внимание к сорту мы сосредоточили на анализе самого главного экологического фактора — температуре воздуха. Выбранный подход, как бы упрощенно он ни воспринимался, представляется принципиально оправданным и необходимым для выяснения главной связи между климатом и растением.

В центрах происхождения исходных форм, в древнейших и современных очагах формообразования и сортообразования установлены общие почвенно-климатические условия и специфика в изменении температуры воздуха. Изучение аналогов выделенному типу изменений температуры воздуха, проведенное по данным 40 метеостанций из разных стран мира (Китай, Япония, Корея, Индия, США, Канада, Африка, Австралия, СССР), показало, что они чаще всего наблюдаются в США, Японии, Корее, Канаде. В СССР имеют место частичные аналоги выделенному типу изменений температуры воздуха, при этом в материковых климатах европейской части СССР в границах возделывания сои их больше, чем в морском климате Дальнего Востока.

В биологии культуры установлены некоторые индивидуальные показатели, которые говорят о том, что корневая система у большинства сортов сои небольшая по объему и занимает, как правило, верхние слои почвы (0—20, 0—30 см), а листовая поверхность в отдельные периоды развития превышает поверхность кор-

ней в 20—27 раз, а в среднем в 12—21 раз, что определяет большую транспирацию влаги растениями сои.

Торможение роста и развития сои имеет заметную инерционность. Изменчивость развития растений сои тесно связана с температурой воздуха (r равняется 0,65—0,87). Снижение влажности почвы до 50—60 % оптимальных значений в течение 7—10 дней не вызывает резкого торможения в росте и развитии сортов сои при благоприятной температуре воздуха (21—22 °C), и, наоборот, понижение оптимальной температуры воздуха в тех же пределах (50—60 %), т. е. до 9—13 °C, вызывает длительную остановку роста и развития, несмотря на оптимальную влажность почвы.

Длительность межфазных периодов и всего периода вегетации сорта короче средних ее значений при высокой урожайности и длиннее средних — при низкой урожайности, повторяемость этой закономерности зависит от сорта и составляет 2—3 и 3—5 раз в 10 лет.

Ареал культуры сои на территории СССР по одному показателю — сумме температур воздуха выше 10 °C — занимает большие пространства (вплоть до 52° с. ш.). С учетом благоприятности таких показателей, как длительность дня, сумма осадков, ГТК, рН почвы, оптимальные межфазные температуры воздуха и др., ареал возделывания сортов сои сужается и приобретает очаговый характер.

Для расширения посевных площадей сортов сои перспективными следует считать не только те регионы, где комплекс факторов окружающей среды соответствует биологическим особенностям сорта в 75—80 % лет, но и те, где один главный экологический фактор — температура воздуха — благоприятен сорту ежегодно. В таких регионах целесообразно создать необходимые условия увлажнения и соответствующую технологию возделывания, которые будут определять высокую урожайность.

Следует отметить, что при наличии самых сложных методов экологического изучения растений и самого новейшего технического оснащения у практиков всегда встает вопрос: есть ли простые и легко доступные подходы для характеристики исходных форм районированных и вновь созданных сортов, и если есть, то какие. Предлагаемые в работе подходы для характеристик исходных форм и сортов по главному экологическому фактору — температуре воздуха — позволяют установить и другие, необходимые для практики показатели поведения растений, поскольку температура имеет закономерные взаимосвязи с различными метеорологическими явлениями. Таким образом, всеобщие законы связи природных явлений позволяют использовать простой путь к установлению комплекса экологических показателей сорта.

Если намеченные в работе пути изучения сортов будут использованы или послужат стимулом к развитию новых методических подходов к экологическому описанию сортов в количественных показателях, то можно считать, что проделанная работа послужит ступенью в развитии исследований по теме «Климат и сорт».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин Н. С. Свойства почв и урожай. — М.: Колос, 1965. — 254 с.
2. Агаев М. Г. Экспериментальная эволюция. — Л.: Изд. ЛГУ, 1978. — 272 с.
3. Агесс П. Ключи экологии/Пер. с франц. — Л.: Гидрометеонздат, 1982. — 97 с.
4. Ала А. Я. Происхождение сои *Glycine Max* (L) Merrill. — В кн.: Биология, генетика и микробиология сои. Новосибирск, 1976, с. 35—41.
5. Ацци Д. Сельскохозяйственная экология/Пер. с англ. — М.: Изд. иностр. лит., 1959. — 479 с.
6. Бабич А. А. Влияние засухи, орошения и минеральных удобрений на рост корневой системы растений сои. — Докл. ВАСХНИЛ, 1972, № 1, с. 16—19.
7. Бадица Г. В. Возделывание бобовых культур и погода. — Л.: Гидрометеонздат, 1974. — 242 с.
8. Базилевская Н. А. Теория и методы интродукции растений. — М.: Изд. МГУ, 1964, с. 128—130.
9. Барашкова Э. А., Белехова К. А., Ковальчук Н. А. Диагностика семян. — Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1982, т. 72, вып. 7, с. 117—121.
10. Беликов И. Ф. Соя в Приморском крае. — Владивосток, 1965. — 144 с.
11. Берг Л. С. Избр. труды. — М.: Изд. АН СССР, 1962. — 515 с.
12. Биоклиматология бобовых и злаковых трав. — Л.: Гидрометеонздат, 1982. — 128 с.
13. Бланше Р., Шон М. Культура сои во Франции/Пер. с франц. — М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1980, с. 1—25.
14. Борисенков Е. П. Климат и деятельность человека. — М.: Наука, 1982. — 138 с.
15. Брежнев Д. Д., Шмаряев Г. Е. Растениеводство Австралии. — М.: Колос, 1974. — 352 с.
16. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений/Пер. с англ. — М., 1972. — 399 с.
17. Броунов П. И. Избр. соч., т. 11. — Л.: Гидрометеонздат, 1957. — 308 с.
18. Булах П. П. Изменчивость качественных признаков сои. — Бюл. ВИР, 1979, вып. 96, с. 13—17.
19. Бунге В. Теоретическая география/Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1967. — 279 с.
20. Бурлака В. В., Пенчуков В. П., Скودорс Я. Я. Соя в северных районах — Благовещенск, 1971. — 94 с.
21. Бюнинг Э. Ритмы физиологических процессов. — М.: Изд. Иностран. лит., 1961. — 165 с.
22. Вавилов Н. И. Полевые культуры Юго-Востока. М.: Л., Комитет НКЗ, 1922. — 228 с.
23. Вавилов Н. И. Избр. труды. Т. 5. — М., Л.: Наука, 1965. — 786 с.
24. Вавилов П. П., Посыпанов Г. С. Роль бобовых культур в решении проблемы растительного белка. Лекции для слушателей ФКТ — руководителей и агрономов хозяйств Нечерноземной зоны. — М., 1981. — 20 с.
25. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. — М.: Высшая школа, 1961. — 341 с.
26. Варминг Е. Распределение растений в зависимости от внешних условий. — СПЭ, 1902. — 472 с.
27. Вашенко А. П., Элентух М. Э. Итоги работы по селекции сои на скороспелость. — Сиб. вестник с.-х. науки, 1973, № 1, с. 18—22.
28. Вернадский В. И. Избр. соч. Т. 2 — М.: Изд. АН СССР, 1954. — 376 с.
29. Витвицкий Г. Н. Климат Японии. — М., 1954. — 250 с.
30. Власова Т. В. Физическая география материков. — М.: Просвещение, 1976. — 640 с.

31. Воейков А. И. Избр. соч. — Л.: Гидрометеониздат, 1957. — 256 с.
32. Возделывание сои на Европейской части РСФСР (рекомендации). — М., 1977. — 24 с.
33. Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. — М.: Наука, 1982. — 280 с.
34. Гольцберг И. А. Микроклимат и его значение в сельском хозяйстве. — Л.: Гидрометеониздат, 1957. — 68 с.
35. Гопал Сингх. География Индии. — М.: Прогресс, 1980. — 533 с.
36. Гордиенко В. А., Лупашку М. Ф. Использование сои в качестве резерва белка в условиях МССР. — Кишинев, 1968. — 28 с.
- ✓ 37. Горышина Т. К. Экология растений. — М., 1979. — 368 с.
38. Грингоф И. Г., Хваленский Ю. А. Вопросы агрометеорологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1983. — 128 с.
39. Громова А. И. Сортовая специфичность сои по отношению к температурному режиму в период прорастания семян и появления всходов. — В кн.: Вопросы растениеводства в Приамурье. Благовещенск: Хаб. кн. изд., 1975, с. 32—37.
40. Гулинова Н. В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. — Л.: Гидрометеониздат, 1974. — 151 с.
41. Давид Ф. Э. Избр. работы по с.-х. метеорологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1965. — 223 с.
42. Дажо Р. Основы экологии/Пер. с франц. — М.: Прогресс, 1975. — 415 с.
43. Демолон А. Рост и развитие культурных растений/Пер. с франц. М.: Сельхозгиз, 1961. — 399 с.
44. Джонсон Г., Бернард Р. Генетика и селекция сои. — В кн.: Соя. М.: Колос, 1970, с. 11—98.
45. Докучаев В. В. Избр. соч. Т. 2. — М.: Сельхозгиз, 1949. — 385 с.
46. Долгов С. И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. — М., Л.: Изд. АН СССР, 1948. — 198 с.
47. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 415 с.
48. Дояренко А. Г. Факторы жизни растений. — М.: Колос, 1966. — 273 с.
49. Дрё Ф. Экология/Пер. с франц. — М.: Атомиздат, 1976. — 164 с.
50. Енкен В. Б. Соя. — М.: Сельхозгиз, 1959. — 622 с.
51. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. — Кишинев: Штиинца, 1980. — 586 с.
52. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. — Л.: Колос, 1971. — 751 с.
53. Золотницкий В. А. Соя на Дальнем Востоке. — Хабаровск: Дальгиз, 1962. — 248 с.
54. Иванов Л. И. Климатическая теория образования органических веществ. — М.: Изд. АН СССР, 1961. — 120 с.
55. Ижевская Э. Современное состояние и перспективы развития производства сои в Венгрии. — Зернобобовые и крупяные культуры (реф. сб.), 1975, № 6, С. 1.
56. Калитин Н. Н. Актинометрия. — Л.; М.: Гидрометеониздат, 1938. — 324 с.
57. Калмыкова В. В. О влиянии продолжительности дня на изменение требовательности сои к теплу. — Труды ДВНИГМИ, 1961, вып. 12, с. 75—83.
58. Карлов В. И. Реализация продовольственной программы в СССР. — Международный журнал, № 1, 1983, с. 1—8.
59. Карягин Ю. Г. Соя. — Алма-Ата, 1978. — 128 с.
60. Каталог мировой коллекции. Образцы сои с характеристикой содержания белка и метионина в семенах. — Л.: Изд. ВИР, 1982. — 189 с.
61. Качинский Н. А. Физика почв в СССР. — М.: Высшая школа, 1970. — 357 с.
62. Кельчевская Л. С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 208 с.
63. Колосков П. И. Климат сои и климатически возможные районы ее культуры в Дальневосточном крае. — Изв. геофизики, 1932, вып. 2(9), 71 с.

64. Коробко В. А. Основные направления, методы и результаты селекции сои в Молдавии. — Научно-техн. бюл. Всесоюз. селекц.-генетич. ин-та, 1981, вып. 4, с. 36—38.
65. Коровин А. И. Роль температуры в минеральном питании растений. — Л.: Гидрометеонздат, 1972. — 283 с.
66. Корсаков Н. И. Географические очаги формообразования и гомологические ряды в наследственной изменчивости признаков рода *Genus glyzine* L. — Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1982, т. 72, вып. 1, с. 3—15.
67. Костычев П. А. Почвоведение. — Л.: Сельхозгиз, 1940. — 224 с.
68. Кочегура А. В. Разнокачественность семян сои по содержанию белка в зависимости от местоположения на растении. — Бюл. НИИ по масличным культурам, 1980, вып. 2, с. 26—27.
69. Кузин В. Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке. Благовещенск, Хаб. кн. изд., 1976. — 246 с.
70. Культиасов И. М. Экология растений. — М.: Изд. МГУ, 1982. — 382 с.
71. Леопольд А. Рост и развитие растений/Пер. с англ. — М.: Мир, 1968. — 225 с.
72. Лещенко А. К. Соя. — Киев: Наукова думка, 1981. — 236 с.
73. Лупашку М. Ф. Некоторые итоги работы по зернобобовым культурам. — Кишинев; Молд. кн. изд., 1964. — 64 с.
74. Лучкина С. Производство масличных культур в Канаде. — Сельскохозяйственная экспресс-информация, 1975, № 2, с. 9—10.
75. Любименко В. Н. Избр. труды, т. 1, 2. — Киев; Изд. АН УССР, 1963. — 680 с.
76. Ляпунов А. А. О кибернетических вопросах в биологии. — В кн.: Проблемы кибернетики. М., Изд. АН СССР, 1972, с. 5—41.
77. Макашева Р. Х. Горох. — Л.: Колос, 1973. 324 с.
78. Мак-Доугал Д. Экология растений. — М.: Учпедгиз, 1935. — 211 с.
79. Максимов Н. А. Избр. работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Т. 1, 2. — М.: Изд. АН СССР, 1972. — 294 с.
80. Малыш Л. К., Рязанцева Т. П. Об итогах селекции зерновой сои на Амурской опытной станции. — Труды Амурской с.-х. опытной станции, 1964, т. 1, 18 с.
81. Мельник Ю. С. Климат и продуктивность подсолнечника. — Л.: Гидрометеонздат, 1972. — 142 с.
82. Месяц И. И. Возделывание основных зернобобовых культур в странах Европы. — М.: Изд. ВНИИТЭИСХ, 1981. — 75 с.
83. Месяц И. И. Расширение производства сои в Индии. — Земледелие и растениеводство, 1979, № 6, с. 29—36.
84. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. — Л., 1975. 57 с.
85. Михайлов В. Г. Изменчивость биологических и хозяйственных признаков сои в Северной лесостепи Украинской ССР. Автореф. дис. на соиск. учен. ст. канд. с.-х. наук. — Одесса, 1966, — 17 с.
86. Модель сорта сои. Методические рекомендации. — Новосибирск; Изд. СО ВАСХНИЛ, 1982. — 32 с.
87. Мошков Б. С. Роль лучистой энергии в выявлении потенциальной продуктивности растений. — М.: Наука, 1973. — 59 с.
88. Мудрик Н. В. Изучение исходного материала сои в Приморье. — Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1978, т. 62, вып. 2, с. 19—21.
89. Мякушко Ю. П. Селекция сои на повышенную белковость и высокую урожайность. — В кн.: Проблема белка в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1975, с. 214—220.
90. Мякушко Ю. П., Пунин Н. Д. Селекция и семеноводство сои за рубежом. — Сельское хозяйство за рубежом, 1977, № 12, с. 16—21.
91. Никонов А. А. Современный этап развития систем ведения сельского хозяйства в СССР. — Вестник с.-х. науки, 1984, № 1, с. 4—12.
92. Новак А. Г. Возделывание сои. — М.: Россельхозиздат, 1964. — 101 с.
93. Носатовский А. И., Вертела М. П. Влияние температуры воздуха

- на прорастания семян сои и на появление всходов. — Сборник научно-исслед. работ Северо-Кавказского зернового ин-та, 1933, № 1, с. 76—88.
94. Огрызкова Н. И. Водопотребление сои на орошаемых землях юга Казахстана. — Вестник с.-х. науки, 1967, № 1, с. 94—98.
 95. Пакудин В. З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. — В кн.: Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск, 1976, с. 178—189.
 96. Пенчуков В. М., Медяников Н. В., Каппушев А. Ч. Фотосинтез и продуктивность сортов сои. — Селекция и семеноводство, 1980, № 3, с. 15—17.
 97. Подгорная С. В., Калмыкова В. В. К вопросу о зимостойкости урожая сои от суммы осадков в период вегетации в Приморском крае. — Труды ДВНИГМИ, 1970, вып. 33, с. 21—30.
 98. Пасынков Г. С. О влиянии напряженности температурного режима на продолжительность вегетации люпина и сои. — Доклады ТСХА, 1972, вып. 182, с. 69—73.
 99. Прянишников Д. Н. Избр. труды. — М.: Наука, 1976. — 571 с.
 100. Результаты государственного сортоиспытания сои. — М.: Колос, 1978. — 78 с.
 101. Реймерс Ф. Э., Илли И. Э. Прорастание семян и температура. — Новосибирск: Наука, 1978. — 167 с.
 102. Ричардс Л. А., Вадлей Ч. Почвенная влага и развитие растений. — В кн.: Физические условия почвы и растение. М., 1955, с. 91—260.
 103. Романова Е. Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. — Л.: Гидрометеониздат, 1977. — 279 с.
 104. Руденко В. И., Калиберда К. П., Губанов П. Е. Соя при орошении. — М.: Колос, 1980. — 425 с.
 105. Руководство по селекции и семеноводству масличных культур. — М.: Колос, 1967. — 247 с.
 106. Рязанцева Т. П., Малыш Л. К. Сорта сои Дальнего Востока. — Благовещенск. Хаб. кн. изд., 1974. — 77 с.
 107. Сабинин Д. А. Физиологические основы питания растений. — М.: Изд. АН СССР, 1955. — 194 с.
 108. Селянников Г. Т. К вопросу о классификации с.-х. культур по климатическому признаку. — Труды по прикл. с.-х. метеорологии, 1932, вып. 21, № 2, с. 133—171.
 109. Селянников Г. Т. О климатическом изучении СССР. — Изв. Всесоюз. географ. об-ва, 1952, т. 84, вып. 1, с. 80—85.
 110. Синская Е. Н. Историческая география культурной флоры. — Л.: Колос, 1969. 479 с.
 111. Сиротенко О. Д., Бойко А. П., Абамина Е. В. Развитие теоретических исследований в агрометеорологии. — Труды ВНИИСХМ, 1980, вып. 1, с. 13—21.
 112. Сичкарь В. И. Особенности выращивания сои в США и Канаде. — М.: 1980. — 48 с.
 113. Сичкарь В. И., Верещагина А. И., Хангильдин В. В. Реакция сортов сои на длину дня. — Научн. техн. бюл. Всесоюз. селекционно-генетич. ин-та, 1981, № 2/4, с. 41—43.
 114. Слугин Н. Т. К вопросу распределения корневой системы сельскохозяйственных растений по горизонтали подзолистых почв Приморья. — Вост. Дальневост. фил. АН СССР, 1936, с. 15—21.
 115. Смит К. Основы прикладной метеорологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1978. — 424 с.
 116. Соя — универсальная культура. — Киев: Урожай, 1982. — 87 с.
 117. Смирнов В. А. Пожизненные культуры и климат. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 95 с.
 118. Степанов В. Н. Растения и среда. — М.: Знание, 1964. — 48 с.
 119. Степанов Л. Н., Степанова В. М. Потери почвенной влаги на испарение и пути их снижения. — Докл. ВАСХНИЛ, 1965, № 8, с. 15—18.
 120. Степанова В. М. Агроклиматическая оценка условий возделывания сои

- в СССР. — В кн.: Агроклиматические ресурсы природных зон СССР и их использование. Л.: Гидрометеониздат, 1970, с. 39—47.
121. Степанова В. М. Биоклиматология сои. — Л.: Гидрометеониздат, 1972. — 121 с.
 122. Степанова В. М. Соя. — В кн.: Биоклиматология бобовых и злаковых трав. Л.: Гидрометеониздат, 1982, с. 85—108.
 123. Степанова В. М., Лизгунова Т. В., Джохадзе Т. И. Агрометеорологическая характеристика сортов белокочанной капусты. — Каталог мировой коллекции ВИР, 1981, вып. 314. 16 с.
 124. Степанова В. М., Корсаков Н. И. Перспективы расширения ареала возделывания сои на Европейской территории Советского Союза. — Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1977, т. 59, вып. 3, с. 79—83.
 125. Степанова В. М., Юлдашева Л. М. Составление агрометеорологической характеристики сортообразцов растений. Методические указания. — Л.: Изд. ВИР, 1979. — 22 с.
 126. Степанова В. М., Фурса Т. Б. Агрометеорологическая характеристика сортов арбуза. — Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1981, т. 69, вып. 2, с. 93—101.
 127. Сунь Синдун. Соя/Пер. с кит. — М.: Сельхозгиз, 1958. — 248 с.
 128. Тулайков Н. М. Критика травопольной системы земледелия. Избр. произв. — М.: Сельхозгиз, 1963. — 311 с.
 129. Тупикова Т. П. Соя. — Л.: Изд. АН СССР, 1930. — 154 с.
 130. Уланова Е. С. Методы статистического анализа в агрометеорологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1968. — 198 с.
 131. Урожайность сельскохозяйственных культур на Государственных сортоучастках за 1982 год. М.: Изд. Гос. ком. по сортоиспытанию с.-х. культур при МСХ СССР, 1983. — 84 с.
 132. Фисенко П. П., Мудрик Н. В. Изучение исходного материала и принципов подбора родительских пар для использования в селекции сои. — Сб. научн. трудов ДВНИИСХ, 1978, т. 26, с. 79—85.
 133. Хаус П. Моделирование среды как область поиска новых решений. — В кн.: Новые идеи в географии. № 4. М.: Прогресс, 1979, с. 193—218.
 134. Хауэлл Р. Физиология сои. — В кн.: Соя. М.: Колос, 1970, с. 99—152.
 135. Чекалин Н. М., Голубев А. А., Кудрин И. А. Методы повышения эффективности отбора по количественным признакам. — В кн.: Селекция зернобобовых культур. М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1981, с. 101—123.
 136. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 237 с.
 137. Чирков Ю. И. Задачи агрометеорологии на современном этапе развития с.-х. производства. — Труды ВНИИСХМ, 1981, вып. 7, с. 3—8.
 138. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР. — М.: Колос, 1967. — 329 с.
 139. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. — М.: Наука, 1980, с. 89—105.
 140. Шевелуха В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования. — Минск: Урожай, 1977. — 424 с.
 141. Шнелле Ф. Фенология растений. — Л.: Гидрометеониздат, 1961. — 238 с.
 142. Элентух М. Э., Ващенко А. П. Селекция сои в Приморском крае. — В кн.: Биология возделывания сои. Владивосток, 1971, с. 137—141.
 143. Яковлев Н. Н. Климат и зимостойкость озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеониздат, 1966. — 417 с.
 144. Alessi I., Power I. Effects of plant and row spacing on dryland soybean yield and water-use efficiency. — Agr. J., 1982, vol. 74, N 5, p. 851—854.
 145. Ambler I., Brown I. Iron supply in soybean seedlings. — Agron. J., 1974, vol. 66 N 4, p. 476—479.
 146. Brockwell I., Gault B., Chase D. Inoculating soybeans with root-nodule Bacteria. — Farmer Newsletter, 1977, N 10, p. 7—12.
 147. Boswell F., Anderson O. Long-term residual fertility and current N-P-K-application effects on soybeans. — Arg. J., 1976, vol. 68, N 2.
 148. Chase D., Williams, Colland. New high yielding soybean varieties for Southern N. S. W. — Farmer Newsletter, 1977, N 104, p. 13—14.

149. Gebhardt M., Minor N. Soybean production systems for glaupean soils. — *Agron. J.*, 1983, vol. 75, N 3, p. 532—536.
150. Cooper R. L. Solid seedling to maximize soybean yields. — *Soybean Digest*, 1974, vol. 34, N 7, p. 12—14.
151. Criswell J. G., Hume D. J. Variation in sensitivity to photoperiod among early maturing soybean strains. — *Crop Sci.*, 1972, vol. 12, N 5, p. 657—660.
152. Doss B. D., Pearson R. W. Response of soybeans to subirrigation. — *Soil Sci.*, 1972, vol. 114, N 4, p. 264—267.
155. Graves C. R., Overton J. R., Morgan N. Effect of date of planting nation in soybeans. — *Agron. J.*, 1972, vol. 63, N 3, p. 429—430.
154. Fehr W. R., Caviness C. E., Burmood D. T., Pennington J. S. Stage of development descriptions for soybeans. — *Crop Sci.*, 1971, vol. 11, N 6, p. 929—931.
155. Graves C. R., Overton J. R., Morgan H. Effect of date of planting on soybean varieties in 1974. — *Tennessee Farm and Home Sci.*, 1976, N 97, p. 32—34.
156. Huff A., Dybing C. Factors affecting shedding of flowers in soybean (*Glycine max* (L) Merrill). — *J. Exper. Bot.*, 1980, vol. 31, N 132, p. 751—762.
157. Hymowitz T., Newell C. Taxonomy of the genus *Glycine*, domestication and uses of Soybeans. — *J. Exper. Bot.*, 1981, vol. 35, N 3, p. 272—288.
158. Judd R., Tekrony D., Egli D., White J. Effect of freezing temperatures during soybean seed maturation on seed quality. — *Agron. J.*, 1982, vol. 74, N 4, p. 645—650.
159. Johnson B. They grow soybeans in the grass. — *Progressive Farmer*, 1977, vol. 92, N 1, p. 18.
160. Johnson D., Dunphy J. How soybeans grow. Understanding and managing their development. — *Crops and Soils Magazine*, 1983, vol. 35, N 7, p. 11—14.
161. Irrigating for top soybean yield. — *World Farm*, 1968, vol. 10, N. 9.
162. Major D. J., Johnson D. R., Tanner J. W., Anderson I. C. Effects of daylength and temperature on soybean development. — *Crop Sci.*, 1975, vol. 15, N 2, p. 174—179.
163. Matocha J. Coastal bermuda responds to potassium. — *Better Crops with Plant Food*, 1977, vol. 61, N 2, p. 12—18.
164. Matthews D., Hages P. The yield of soybeans under Northern Ireland conditions. — *Agr. Res.*, 1981, N 29, p. 23—27.
165. Nelson W. How much potash for maximum economic yield? — *Better Crops with Plant Food*, 1977, vol. 61, N 2, p. 5—6.
166. Nissly C., Bernard K., Hittle C. Variation in photoperiod sensitivity for time of flowering and maturity among soybean strains of maturity group. — *J. Heredity*, 1981, vol. 72, N 2, p. 141—142.
167. Peterson V. H. Planting recommendations. *Soybean Handbook*. — Manhattan; Kansas State University, 1976, p. 6—8.
168. Seedsmen see new trends in soybean seed production. — *Seed World*, 1977, vol. 115, N 7, p. 30.
169. Simpson B., Chem A. Oil seeds high demand for these dual purpose crops. — *Agricult. J.*, 1977, vol. 89, N 2, p. 7—12.
170. Stelly M. Farm crops. — *Crops and Soils Magazine*, 1979, vol. 32, N 1.
171. Sivakumar K., Shaw R. Leaf responds to water deficits in soybeans. — *Physiology Plantarum*, 1978, vol. 42, N 1, p. 134—138.
172. Sionit N., Kramer P. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. — *Agron. J.*, 1977, vol. 59, N 2, p. 274—278.
173. Specht E., Williams H. Irrigated soybean production an economic alternative to irrigated corn. — *Crops and Soils Magazine*, 1982, vol. 35, N 3, p. 12—14.
174. Stucky D. Effects of planting depth temperature and cultivars on emergence and yield of double cropped soybeans. — *Agron. J.*, 1976, vol. 68, N 62, p. 291—300.
175. Weber C. K. Hark Soybean — its New, its Good. — *Iowa Farm Sci.*, 1967, vol. 2, N 11, p. 567—568.
176. Vidal A., Arnaudo D., Arnoux M. La resistance a la secheresse du soja. — *Agronomie*, 1981, vol. 1, N 4, p. 303—313.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Адаптация 9, 65
Ареал
агроклиматический 155, 156
возделывания 148—150
- Вегетативные органы 49
- Гидротермический коэффициент (ГТК) 131, 132, 137, 141, 150, 154
Границы возделывания
промышленного 143, 148, 150
рискованного 143, 148
экспериментального 143, 144, 148
- Длительность
дня 142, 143
межфазных периодов 118
- Заморозки 123
Засухоустойчивость 69
- Климаграммы
Австралии 21
Индии 21
Китая 20, 23
Кореи 21
СССР 21—23
США 21
Японии 21
- Корневая система
масса 61, 64—66
площадь 68
рост 60, 63, 67
симметричность 64
Корневой коэффициент 69
- Листовая поверхность
площадь 52, 53, 59
рост 52, 59, 88, 89
- Период вегетации 113, 114, 134
длительность 75
изменчивость 70—74
- Плоды
образование 57, 59
осыпаемость 58, 59
- Почва 60, 85
влажность 62, 87—93
рН 86, 152—154
- Происхождение подвидов
Китайского 12, 16
Корейского 12, 16
Маньчжурского 12, 13
Славянского 12, 16
- Сорта 79, 81, 97, 101, 109—110
изменчивость 127
метод создания 120
пластичность 128
- Суммарное водопотребление 93, 95, 96
- Температура воздуха 42—46, 72, 74, 83—85, 97, 99, 118, 131
амплитуда 72
минимальная 121
оптимальная 119—121, 133
связь с осадками 72
- Урожайность
биологическая 90
тренд 32, 34—40
порог 115
- Экологическое изучение 10
- Центры происхождения
вторичные 11
первичные 11

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. КУЛЬТУРА СОИ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	7
1.1. Значение экологического изучения сорта	—
1.2. Географические очаги происхождения сои	11
1.3. Климатические особенности Китайского очага формообразования сои	12
1.4. Аналоги условий выращивания сои в разных странах	19
2. ГЕОГРАФИЯ УРОЖАЙНОСТИ СОИ	30
2.1. Распределение урожайности сои в мире	—
2.2. Распределение урожайности сои в СССР	33
2.3. Метеорологические условия в экстремальные по урожайности годы	42
3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОИ	49
3.1. Рост вегетативных органов	—
3.2. Параллелизм роста и развития сои	54
3.3. Плодообразование	57
3.4. Корневая система	60
3.5. Вегетационный период сои	69
3.6. Биологические признаки и урожайность сои	75
4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОИ	79
4.1. Длительность дня	—
4.2. Температура и относительная влажность воздуха	83
4.3. Физико-химические свойства почвы	85
4.4. Влажность почвы и водопотребление сои	87
5. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ СОИ И УСЛОВИЯ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ	97
5.1. Методы установления температурных показателей сорта	—
5.2. Зависимость развития растений сои от температуры воздуха	106
5.3. Изменчивость развития растений сои различных сортов	110
5.4. Характеристика сортов сои по температурному фактору	117
5.5. Условия возделывания дальневосточных сортов сои	122
5.6. Условия возделывания европейских сортов сои	134
6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ СССР ПРИМЕ- НИТЕЛЬНО К КУЛЬТУРЕ СОИ	142
6.1. Границы возделывания сои	—
6.2. Агроклиматические ареалы целесообразного возделывания сои	148
6.3. Агроклиматические ареалы сортов сои	155
6.4. Отклонения температуры воздуха от оптимума, необходимого сорту, и влияние их на урожайность	158
6.5. Агроклиматические показатели потенциального сорта и его аналоги	171
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	173
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	176
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	182

Одной из целей всестороннего изучения среды обитания растений является установление связи биологических и метеорологических явлений применительно к конкретным сортам сельскохозяйственных культур, использование этой связи для рационального подбора исходных форм в селекции, для обоснованного выбора регионов испытания и возделывания новых сортов.

Взяв в качестве объекта исследования культуру сои, автор предлагаемой читателю книги осветила широкий круг вопросов (особенности биологии культуры сои, характеристики сортов по температурному фактору, условия возделывания сортов сои в СССР и т. д.), предложила своеобразные эколого-географические методы изучения индивидуального поведения конкретных сортов в зависимости от погодно-климатических условий.

