

Н.А. Максимов

Краткий курс физиологии растений

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
Н11

Н11 **Н.А. Максимов**
Краткий курс физиологии растений / Н.А. Максимов – М.: Книга по Требова-
нию, 2021. – 374 с.

ISBN 978-5-458-59258-1

Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов.

Н.А. Максимов профессор Саратовского Гос. Университета, член-корре-
спондент Академии Наук СССР и Чехо-Словатской Земледельческой Акаде-
мии.

Пятое переработанное и дополненное издание.

Всесоюзным комитетом по Высшему Техническому Образованию при ЦИК
СССР утверждено в качестве учебного пособия для растениеводческих вузов.

ISBN 978-5-458-59258-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

	стр
§ 38. Методы обнаружения и изучения фотосинтеза	147
§ 39. Зеленые пластиды как специальные органы фотосинтеза. Хлорофилл, его химический состав, строение и свойства. Сопровождающие хлорофилл пигменты	150
§ 40. Условия образования хлорофилла. Этиология и хлороз	154
§ 41. Значение световой энергии в усвоении углерода. Участие хлорофилла в поглощении света. Оптические свойства хлорофилла	156
§ 42. Количественные соотношения между получаемой и накапливаемой растением энергией. Разложение углекислоты за счет энергии окисления — хемосинтез	159
§ 43. Ход химических процессов при фотосинтезе. Теории Байера, Вильштеттера и Варбурга	163
§ 44. Строение листа как органа фотосинтеза. Пути проникновения углекислоты внутрь листа	167
§ 45. Зависимость фотосинтеза от количества света. Световые и тепловые растения. Культура растений на искусственном свете	170
§ 46. Зависимость фотосинтеза от количества углекислоты. Круговорот углекислоты в природе	177
§ 47. Зависимость фотосинтеза от температуры. Взаимодействие нескольких факторов и закон ограничивающих факторов. Дневной ход фотосинтеза	179
§ 48. Интенсивность фотосинтеза и урожайность. Значение соотношения между фотосинтезом и дыханием	184
§ 49. Общий ход накопления органического вещества растением за время вегетации	187

Раздел VI. ДОБЫВАНИЕ РАСТЕНИЕМ АЗОТА

§ 50. Добывание азота из находящихся в почве соединений. Азотнокислые и аммиачные соли как источники азота	189
§ 51. Продукты усвоения азота и связь этого процесса с фотосинтезом. Первичный синтез белковых веществ в растении	193
§ 52. Усвоение почвенными бактериями молекулярного азота атмосферы	196
§ 53. Усвоение молекулярного азота бобовыми растениями	198
§ 54. Круговорот азота в природе и искусственные азотистые удобрения	201

Раздел VII. ДОБЫВАНИЕ РАСТЕНИЯМИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

§ 55. Минеральные или зольные вещества растения, их состав и происхождение. Необходимые и добавочные зольные элементы. Значение зольных элементов	204
§ 56. Сера и фосфор, их превращения в растении и круговорот в природе	209
§ 57. Общее значение катионов и специфическое действие каждого из них в отдельности	211
§ 58. Поступление минеральных веществ в корни растений	213
§ 59. Минеральное питание растений в естественных почвах	215
§ 60. Способы определения питательного достоинства почв. Вегетационный и полевой метод	220

	стр.
§ 61. Потребление минеральных веществ различными растениями. Ход накопления минеральных веществ в различные периоды жизни растений. Отношение растений к содержанию в почве солей кальция	226
§ 62. Влияние на растения концентрации водородных ионов в почве .	229
§ 63. Физиологические основы применения удобрений	233

Раздел VIII. ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

§ 64. Общее понятие о водном режиме растений. Количество потребляемой растениями воды	236
§ 65. Всасывающая и иагнетающая деятельность корневой системы. Корневое давление, гуттация и плач растений	239
§ 66. Добывание растением воды из почвы. Водоудерживающие силы почвы, доступная и недоступная для растения вода	243
§ 67. Влияние внешних условий на всасывающую деятельность корневой системы. Методы изучения всасывания воды корнем. Всасывание воды надземными частями растений	246
§ 68. Процесс транспирации или испарения воды растением. Значение его в жизни растения. Методы изучения транспирации . . .	248
§ 69. Физическая сторона процесса транспирации. Зависимость транспирации от внешних условий и ее суточный ход	254
§ 70. Строение листа как органа транспирации. Устьичная и кутикулярная транспирация	256
§ 71. Устьичный аппарат растения, его движения и методы их изучения. Внеустьичное регулирование транспирации	257
§ 72. Водный баланс растения. Явление завядания и его значение для растения	262

Раздел IX. ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВЕЩЕСТВ ПО РАСТЕНИЮ

§ 73. Общее понятие о восходящем и нисходящем токе в растении . .	265
§ 74. Общий характер водного тока в растении. Осмотическое передвижение воды от одной клетки к другой	267
§ 75. Передвижение воды по сосудам. Двигатели водного тона. Присасывающее действие транспирации	270
§ 76. Поднятие воды по древесному стволу. Натяжение воды в сосудах. Теория сцепления.	272
§ 77. Скорость водного тона в растении и сопротивление древесины при поднятии воды. Вопрос об участии в поднятии воды промежуточных двигателей	277
§ 78. Передвижение органических веществ в растениях и отложение их в запас	279
§ 79. Механизм передвижения органических веществ по растению. Теория Мюнха	280

Раздел X. УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ПРОТИВ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

§ 80. Действие низких температур на растение. Замерзание растительных тканей и происходящие при этом процессы	285
---	-----

	стр
§ 81. Причины различной морозоустойчивости растений. Заналивание и низким температурам. Методы определения морозоустойчивости	286
§ 82. Другие неблагоприятные воздействия при зимовке: выпревание, вымокание, выпирание, зимнее засыхание. Физиологические основы селекции на зимостойкость	291
§ 83. Действие на растения высоких температур. Жаровыносливость и ее физико-химические основы	293
§ 84. Действие на растения недостатка воды. Почвенная и атмосферная засуха	295
§ 85. Особенности водного режима растений засушливых местообитаний. Ксерофиты, мезофиты и гигрофиты	297
§ 86. Влияние внешних условий на строение транспирационных органов. Ксероморфизм и засухоустойчивость растений	300
§ 87. Физиологические основы искусственного орошения.	304
§ 88. Страдание растений от избытка влаги. Причины устойчивости к затоплению болотных растений. Полегание растений, его причины и меры борьбы с ним	306
§ 89. Страдание растений от избытка солей. Физиологические особенности галофитов. Солеустойчивость культурных растений	308
§ 90. Устойчивость растений по отношению к грибным заболеваниям. Характер взаимоотношений между паразитом и растением-хозяином. Токсины и антитоксины. Иммуитет	312

Раздел XI. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЧАСТЯМИ РАСТЕНИЙ. ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

§ 91. Растение как единый организм. Явление корреляции	316
§ 92. Искусственное размножение растений черенками и отводками. Реституция и полярность. Корнеобразующий гормон — ризокалин	319
§ 93. Прививки и химеры.	323

Раздел XII. ФИЗИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

§ 94. Нормальный цикл развития высших растений. Растения моно- и поликарпические. Взаимоотношения между ростом и развитием	327
§ 95. Условия перехода растений к репродукции. Учение Клебса о значении изменений в химическом составе растений	330
§ 96. Учение Лысенко о стадийности в развитии растений. Провизация, ее теоретическое обоснование и практическое значение	332
§ 97. Влияние длины дня на развитие растений. Фотопериодизм	337
§ 98. Физиологические различия между озимыми и яровыми, позднеспелыми и раннеспелыми растениями. Основы селекции на скороспелость	341

Раздел XIII. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЦВЕТЕНИИ И ПРИ СОЗРЕВАНИИ ПЛОДОВ И СЕМЯН

§ 99. Физиологические процессы при цветении. Дыхание цветов. Никтинастические и сейсмонастические движения	343
--	-----

	стр.
§ 100. Физиологические процессы при опылении и оплодотворении. Прорастание пыльцы и рост пыльцевой трубки. Явление отцветания. Опадение завязей и его причины	347
§ 101. Созревание плодов и семян и сопровождающие его биохимические процессы. Искусственное ускорение созревания	350
§ 102. Влияние внешних условий на ход созревания. «Захват» зерна и его причины. Зависимость химического состава плодов и семян от географических факторов	354
Раздел XIV. ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ	
§ 103. Период покоя у растений. Осеннее созревание побегов у деревьев. Листопад	358
§ 104. Искусственное прерывание периода покоя — выгонка растений. Значение этого приема в практике сельского хозяйства и цветоводства	360
§ 105. Условия прорастания семян	363
Литература	366
Предметный указатель	367

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЯТОМУ ИЗДАНИЮ

При составлении настоящего курса я руководствовался стремлением дать студентам высших растениеводческих вузов, как будущим специалистам-агрономам, возможно более ясные и точные, но в то же время краткие и сжатые сведения о жизни сельскохозяйственных растений и о совершающихся в них процессах. Эти сведения должны помочь им уяснить значение применяемых в земледелии приемов воздействия на растения в целях повышения их урожайности и улучшения качества продукции.

Конечной целью физиологии растений является управление ростом и развитием растительного организма в целях наибольшего удовлетворения нужд социалистического общества в пищевых продуктах, техническом растительном сырье, а также в кормах для животноводства. Это управление возможно лишь на основе глубокого изучения как всей жизни растения в его целом, так и отдельных составляющих его процессов; поэтому анализ всех совершающихся в растениях жизненных процессов составляет чрезвычайно важную часть физиологии, а эксперимент — основное ее орудие при вскрытии управляющих жизненными процессами закономерностей. Но этот анализ не должен впадать в синтетические задачи физиологии, воссоздания картины всей жизни растения как единого организма, он должен быть органически увязан с этими синтетическими задачами.

Курс физиологии растений в высшей растениеводческой школе и по своему содержанию и по характеру изложения должен отличаться от университетских курсов. В нем на первом месте должна стоять физиология сельскохозяйственных растений, принадлежащих почти исключительно к высшим зеленым растениям. Поэтому особенности физиологии не-зеленых, сапрофитных и паразитных растений, а также бактерий, грибов и водорослей в нем почти не находят себе места. К тому же многие из этих вопросов рассматриваются достаточно подробно в курсах микробиологии и фитопатологии, также входящих в программу растениеводческих вузов. С другой стороны, в курсе сельскохозяйственной физиологии, или, как ее стали называть за последнее время, агрофизиологии, должны найти себе место вопросы частной физиологии отдельных групп сельскохозяйственных растений, а также вопросы сортовой физиологии, так как именно различия в физиологических свойствах, нередко сами по себе незначительные, являются решающими при выяснении пригодности того или иного сорта в определенных естественно-исторических и сельскохозяйственных условиях.

Другую особенность курса агрофизиологии составляет достаточно подробное рассмотрение вопросов экологического характера, в которых на первый план

выдвигается взаимодействие между растением и условиями его существования. Вне этого взаимодействия нельзя понять жизнь сельскохозяйственных растений и тем более нельзя физиологически осмыслить приемы воздействия на них со стороны агротехники, так как большая часть ее приемов представляет собой не прямое воздействие на растение, но воздействие косвенное, через изменение условий его существования, главным образом почвенных условий.

В своем анализе жизненных явлений физиология растений опирается главным образом на данные физики и химии, поэтому основные курсы этих наук, в особенности органической, физической и коллоидной химии обязательно должны быть проработаны учащимися до начала курса физиологии. Совершенно необходимо также знакомство с анатомией и морфологией растений, так как, не зная строения растения, нельзя понять протекающих в нем физиологических процессов.

Физиология растений представляет собой не только самостоятельную науку, опирающуюся на достижения других наук, но и сама является базой для наук сельскохозяйственных, успехи которых так же зависят от достижений физиологии растений, как успехи физиологии от достижений физики и химии. Это значение физиологии для агрономии я старался не упускать из вида при составлении курса, а потому более детально освещены в нем те вопросы, которые представляются особенно важными по своим практическим достижениям. Но в то же время я не считал возможным вводить в книгу подробное изложение тех вопросов, которые рассматриваются в курсах общего земледелия, агрохимии, сельскохозяйственной микробиологии и др. Поэтому такие вопросы, как усвоение авота микроорганизмами, нитрификация, брожение, применение удобрений и т. п. рассматриваются в книге очень кратко во избежание ненужного, а следовательно вредного параллелизма.

Настоящее, пятое, издание мною коренным образом было переработано. В прежних изданиях я придерживался обычного в учебниках плана изложения, расчленив жизнь растения на отдельные функции: добывание углерода, авота и минеральных веществ из окружающей среды, водный режим, превращение веществ, дыхание и брожение, рост и размножение растений. Но с каждым новым изданием такое расположение материала, при котором рассмотрение жизни растения как единого целого почти не находит себе места и которое представляет собой, несомненно, один из пережитков сильных еще недавно в нашей науке механистических традиций, удовлетворяло меня все меньше и меньше, и я решился в конце концов на полную перестройку плана учебника. В настоящем издании учебный материал расположен таким образом, чтобы ознакомить учащихся прежде всего с физико-химическими основами организации растений и с их химическим материалом, а также с орудиями обработки этого материала, какими являются ферменты. После этих вводных разделов я перехожу к рассмотрению тех важнейших проявлений жизни растения, какими являются дыхание и рост, и которые особенно ярко проявляются уже с самого начала прорастания семян. За этим следует рассмотрение процесса первичного синтеза органических веществ, составляющего наиболее характерную особенность зеленых растений, процесса добывания ими необходимых для их роста минеральных веществ и тесно связанного с этими процессами вопросов водного режима и передвижения веществ по растению. Этот раздел знакомит учащихся с важнейшими физиологическими функциями, составляющими основу вегетативного периода в жизни растения, периода увеличения его размеров и накопления в нем органических веществ.

После этого следуют разделы, где преобладает рассмотрение жизни растений как целого организма, все части которого и все процессы в них происходящие теснейшим образом связаны друг с другом. Здесь рассматривается устойчивость растений к неблагоприятным внешним воздействиям, проблемы взаимоотношения между частями растения, вопросы физиологии развития и размножения растений и периодические явления в жизни растений. Эта последняя часть курса (разделы X—XIV), до сих пор находила себе сравнительно мало места в учебниках, да и имеющийся в науке фактический материал представляется значительно более бедным, по сравнению с материалом первых девяти разделов, которыми очень часто и ограничивалось изложение физиологии. Однако, ввиду крайней важности этих вопросов для сельскохозяйственного производства, я счел необходимым уделить всем этим вопросам не меньшее внимание, чем вопросам питания, дыхания и роста растений.

Располагая разделы курса таким образом, что вначале рассматриваются процессы, наиболее рельефно выступающие при прорастании семян, затем процессы, являющиеся ведущими во время вегетативного периода в жизни растений, и, наконец, процессы, связанные с размножением и созреванием семян, я стремился дать возможность учащемуся лучше представить себе жизнь растения не как сумму разрозненных физиологических функций, но как единый диалектически развивающийся процесс, начинающийся с прорастания семени и заканчивающийся созреванием вновь приносимых растением семян. Нормальный ход развития растений определяет собою также и обычный цикл сельскохозяйственных работ от подготовки к посеву до уборки, а потому мне казалось, что намечаемое расположение материала должно способствовать большей увязке курса физиологии растений с сельскохозяйственной практикой.

Новое расположение материала, а также ряд новых достижений в различных областях физиологии растений и смежных наук, потребовали значительной переработки текста и некоторого увеличения объема книги, тем более, что оба последних издания выпускались без больших перемен после второго издания, вышедшего в 1929 г. Для настоящего издания большая часть текста написана совершенно заново, а остальная часть вновь пересмотрена и дополнена. Таким образом, пятое издание, по сравнению с предыдущими, представляет собой, в сущности, совершенно новую книгу.

Хочется надеяться, что она будет встречена и учащимися и преподавателями столь же доброжелательно, как и прежние издания.

Первые четыре издания моего учебника разошлись в течение восьми лет. За это время вышел еще украинский перевод его в Киеве под редакцией акад. Н. Г. Холодного, выдержавший уже три издания, белорусский перевод в Минске и грузинский перевод в Тифлисе. В американских университетах получил широкое распространение английский перевод второго издания этой книги, выпущенный в 1930 г. в Нью-Йорке под редакцией профессоров Р. Б. Гарвея и А. Е. Мурника. Все это показывает, что книга оказалась не лишней среди учебной литературы по физиологии растений и что она удовлетворяет назревшей в этой области потребности в кратком изложении самых основных фактов и положений нашей науки.

Н. МАКСИМОВ

Саратов, сентябрь 1935 г.

ВВЕДЕНИЕ

Физиологией растений мы называем науку о жизненных явлениях, происходящих в растительных организмах. Она имеет своей задачей такое точное и полное ознакомление со всей жизнью растений и с протекающими в его организме процессами, которое дало бы нам возможность по своему желанию изменять течение этих процессов и тем самым управлять всей жизнью растения в целях получения от него наибольшего количества нужных нам продуктов. А так как использование растений для нужд человека составляет главнейшую задачу растениеводства, то физиология растений является одной из важнейших его основ.

Для того чтобы достаточно точно и полно изучить жизнь растения, необходимо прежде всего вскрыть присущие ей противоречия, детально изучить отдельные слагающие ее процессы и выяснить значение каждого из них в общем ходе развития растительного организма. Кроме того, необходимо возможно глубже проанализировать эти процессы и изучить те физические и химические явления, которые лежат в основе каждого из них. Этой аналитической стороной дела задача физиологии, однако, не исчерпывается, за ней необходимо должна следовать задача синтетического характера, восстановление картины жизни растения как целого. В этой синтетической работе нельзя уже довольствоваться изучением только общих закономерностей, свойственных всем растениям вообще, взятым к тому же вне многообразного воздействия на них окружающей природы. Здесь перед физиологией становится более конкретная задача воспроизведения картины жизни вполне определенных растений и притом при внешних условиях, при которых возможна успешная их жизнедеятельность. Поэтому эта синтетическая работа приводит к созданию так называемой частной физиологии, составляющей, особенно с практической точки зрения, очень важное дополнение к физиологии общей.

Входя в цикл ботанических дисциплин, физиология растений оказывается одновременно теснейшим образом связанной и с физиологией животных. Жизнь в основе своей представляется единой, и многие основные процессы, как, например, дыхание, питание, раздражимость, являются общими и для животных и для растений. Нет поэтому недостатка в попытках создать общую физиологию, охватывающую жизненные явления, совершающиеся во всех живых существах. Специфические свойства растений при такой трактовке вопроса отходят, однако, на задний план, а поэтому, с точки зрения более глубокого проникновения в особенности жизни именно растительных организмов, отдельное изложение вопросов физиологии растений является более целесообразным.

Тесно примыкая к биологическим дисциплинам описательного

характера, физиология отличается от них тем, что фундаментом своим имеет науки физико-химические. Именно, в своем анализе жизненных явлений, разлагая более сложные процессы на все более простые, мы постоянно обращаемся к помощи физики и химии, и все движение вперед физиологической науки теснейшим образом связано с ростом наук физико-химических.

Как мы уже указывали, физиология растений является одной из важнейших основ наук агрономических. Поэтому каждый крупный шаг вперед в области физиологии приводит сейчас же к новым успехам в области растениеводства. И, наоборот, проблемы агрономического характера являются мощными стимулами к усиленной разработке сопредельных физиологических проблем, причем обычно в разработке этой принимают участие и сами агрономы. Их работам физиология обязана очень многим, особенно в учении о питании растений, и имена таких агрономов, как Буссенго, Гельригель, Прянишников, в истории физиологии растений занимают самые почетные места.

Из агрономических дисциплин физиология растений особенно тесно связана с агрохимией, настолько тесно, что между ними невозможно провести резкую границу. Учение о почвенном питании растений неразрывно связано с учением об удобрениях, а потому совершенно естественно агрохимики нередко переходят к решению проблем физиологии питания растений, а физиологи принимают участие в разработке вопросов применения удобрений.

Большое значение физиология имеет и для полеводства. Большая часть агротехнических приемов представляет собою не что иное, как создание для растения возможно более благоприятных условий существования, при которых оно дало бы нам наивысший урожай. Таковы приемы обработки почвы в целях придания ей наиболее благоприятной для растения структуры и уничтожения сорняков, таковы приемы, служащие для удержания и накопления в почве необходимой для растений влаги в сухих областях и т. д. В последние годы все шире и шире применяется мелиорация, ставящая своей целью главным образом или осушение чрезмерно увлажненных или же орошение слишком скудно снабжаемых влагой земель, имеет физиологию растений в качестве необходимейшего сотрудника, помогающего разобраться в потребностях и особенностях тех растений, ради культуры которых и производятся эти коренные и дорого стоящие улучшения.

Теснейшая связь соединяет физиологию растений и с селекцией. Отбор и создание новых сортов имеют своей задачей повышение их урожайности и качества приносимых ими продуктов, и для планомерного ведения отбора необходимо знать физиологические признаки сортов, их скороспелость, зимостойкость, засухоустойчивость и т. д. Эти сведения можно получить только при тщательном физиологическом изучении сортов, а потому в настоящее время в каждом крупном селекционном учреждении мы имеем и физиологическую лабораторию, занятую главным образом физиологической оценкой важнейших вновь выводимых, а также и уже ставших стандартными сортов.

Сельскохозяйственная микробиология, изучающая микробиологические процессы в почве и при переработке сельскохозяйственных