

*С.Я. КОЦЬ, В.В. МОРГУН, В.Ф. ПАТЫКА, В.К. ДАЦЕНКО, Е.Д. КРУГОВА,
Е.В. КИРИЧЕНКО, Н.Н. МЕЛЬНИКОВА, Л.М. МИХАЛКИВ, С.М. МАЛИЧЕНКО,
П.Н. МАМЕНКО, Д.А. КИРИЗИЙ, С.К. БЕРЕГОВЕНКО, И.А. ТИХОНОВИЧ,
Н.А. ПРОВОРОВ, В.Ф. ПЕТРИЧЕНКО, Е.В. НАДКЕРНИЧНАЯ*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ АЗОТА

(в 4-х томах)

Киев: Логос, 2010—2011, 2014. — Т. 1: Бобово-ризобиальный симбиоз. — 2010. — 508 с.; Т. 2: Бобово-ризобиальный симбиоз. — 2011. — 524 с.; Т. 3: Генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов. — 2011. — 404 с.; Т. 4: Ассоциативная азотфиксация. — 2014. — 412 с.

Проблемы, связанные с формированием и функционированием растительно-микробных симбиозов и ассоциаций как мощного источника биологического азота, приобретают все большую актуальность. Это обусловлено не только необходимостью расширения знаний и представлений о ряде аспектов взаимодействия разных организмов, в частности взаимораспознавания как общебиологического явления, но и направленностью науки на решение многих глобальных проблем человечества. Среди последних наиболее важное место занимают вопросы увеличения производства продуктов питания, которые бы имели низкую энергоёмкость, высокие уровни безопасности для человека, а также сохранения окружающей среды. Восстановление молекулярного азота атмосферы растительно-микробными системами способствует обогащению почв этим элементом, обеспечивает растения необходимым количеством азота без дополнительного внесения минеральных удобрений, изготовление которых связано со значительными энергетическими затратами. На современном этапе исследования разных аспектов формирования и функционирования растительно-микробных симбиозов и ассоциаций собран значительный экспериментальный материал, обобщение которого даст возможность определить направления дальнейшего изучения процессов установления взаимоотношений между растением и микроорганизмами, а также их последующего совместного функционирования.

Первый том монографии включает несколько разделов. Важно, что один из них содержит сведения о формах азотных соединений, пригодных для использования растениями, и круговороте азота в природе, внимание акцентировано на значении биологической фиксации азота. Кроме того, в монографии описаны особенности синтеза и функционирования нитрогеназы — фермента, осуществляющего восстановление молекулярного азота, а также взаимосвязи между нитрогеназной и нитратредуктазной активностями в растениях, механизмы которых до настоящего времени выяснены неполностью. Отдельная глава первого тома посвящена систематике, морфологическим и культуральным осо-

бенностям клубеньковых бактерий и симбиотическим свойствам этих микроорганизмов. В главе «Факторы, определяющие симбиотические взаимоотношения между бобовыми растениями и клубеньковыми бактериями» представлены результаты собственных исследований авторов и достижения других ученых, касающиеся доконтактного взаимодействия растений и микроорганизмов при формировании симбиотических азотфиксирующих систем, в частности такие его аспекты, как особенности раннего ответа растений на инфицирование клубеньковыми и фитопатогенными бактериями, влияние экссудатов бобовых растений и экстрацеллюлярных соединений клубеньковых бактерий, водного стресса, генотипов макро- и микросимбионтов при формировании симбиоза. Основываясь на экспериментальных данных, авторы показали важность комплексного подхода к изучению действия на формирование симбиоза биологически активных веществ симбиопартнеров. В первом томе монографии показано также значение окислительно-восстановительных ферментов при формировании бобово-ризобиального симбиоза, разных классов полисахаридов ризобий (экзопалисахариды, липополисахариды, глюканы), которые играют важную роль в развитии симбиотических взаимоотношений в оптимальных и стрессовых условиях. Необходимым дополнением является краткая справка об истории открытия и изучения биологической фиксации азота.

Во втором томе монографии обобщены новейшие достижения в исследовании роли биологически активных молекул в формировании и функционировании бобово-ризобиального симбиоза. В частности, отдельная глава посвящена фитогормонам, их физиологической активности на разных этапах образования симбиотических азотфиксирующих систем. Особое внимание уделено лектинам растений. В частности, основываясь прежде всего на результатах собственных исследований, показано, что лектины способны улучшать симбиотические свойства клубеньковых бактерий при внесении этих белков в суспензию ризобий. Авторы также характеризуют особенности взаимосвязи наиболее важных для растений ассимиляционных процессов, а именно фотосинтеза и азотфиксации как основных составляющих продукционного процесса у бобовых растений. Кроме того, охвачен круг вопросов, посвященных способам повышения азотфиксирующего потенциала симбиотических систем сои, в частности, в одной из глав описаны препараты клубеньковых бактерий, условия и эффективность их применения в аграрном производстве. Опираясь на результаты многочисленных экспериментов, авторы пришли к выводу, что эффективность симбиотических систем зависит прежде всего от степени комплементарности в системе бобовые—ризобии, условий выращивания растений, а также влияния ризосферной микрофлоры на процесс формирования симбиотических взаимоотношений. Протеомному анализу — инструментальному методу, дающему возможность выявлять и характеризовать протеины, экспрессирующиеся в корнях растений в ответ на действие почвенных микроорганизмов — посвящена отдельная глава. С применением этого метода идентифицированы протеины, участвующие в формировании симбиотических взаимосвязей между растением-хозяином и клубеньковыми бактериями, что дало возможность наметить пути регулирования эффективности бобово-ризобиальных систем.

Третий том монографии включает главы, в которых раскрыты молекулярно-генетические основы взаимодействия азотфиксирующих

микроорганизмов с растениями и эколого-генетические основы конструирования эффективных растительно-микробных систем, что является особенно важным на современном этапе исследований. Молекулярно- и эколого-генетические подходы в изучении формирования и функционирования взаимоотношений между растениями и микроорганизмами могут рассматриваться как наиболее важные составляющие при разработке технологий создания эффективных симбиозов и ассоциаций. Детально рассмотрены бобово-ризобийный симбиоз, симбиозы растений с цианобактериями, а также микоризные симбиозы, выполняющие одну из основных функций в мобилизации для растений труднодоступных форм фосфора, а в комбинации с азотфиксирующими бактериями — и азота. Кроме того, в двух отдельных главах этого тома описаны генетические методы, с помощью которых возможно получение новых штаммов клубеньковых бактерий, симбиотические свойства трансконъюгантов и транспозоновых мутантов ризобий, а также особенности взаимодействия мутантных штаммов симбиотических азотфиксаторов с растениями-хозяевами.

Четвертый том посвящен растительно-микробным ассоциациям, образующимся между небобовыми растениями и азотфиксирующими ризосферными микроорганизмами. В нем представлены литературные данные и результаты многолетних опытов, полученные авторами, затрагивающие вопросы физиолого-биохимических свойств ризобактерий и практического применения последних, в том числе создание на их основе бактериальных препаратов, эффективность их применения в сельскохозяйственном производстве. В отдельных главах описаны феномен параногуляции — искусственного симбиоза, особенности формирования взаимоотношений в системе небобовое растение—диазотрофы. Детально рассмотрены вопросы образования спонтанных клубеньков у небобовых растений, в частности симбиозы цветковых растений с актиномицетами рода *Frankia* и папоротников рода *Azolla* с цианобактериями *Anabaena azollae*. Рассмотрены возможности создания искусственных симбиозов (параногуляция) на растениях шелковицы и моркови, а также очерчены практические пути повышения активности азотфиксации в данных системах. Описаны результаты изучения генетической детерминации ассоциативной азотфиксации, сделан вывод о необходимости параллельного улучшения генотипов микро- и макросимбионтов с последующим их соединением в оптимальных комбинациях с целью создания эффективных ассоциативных азотфиксирующих систем. Логичным дополнением является глава, где приведен перечень методов изолирования ризосферных микроорганизмов, их учета и оценки перспективности использования Diazotрофов для повышения продуктивности ценных сельскохозяйственных растений.

Оценивая монографию в целом, следует отметить, что в ней необычайно широко освещен круг вопросов, связанных с разными аспектами формирования и функционирования растительно-микробных азотфиксирующих систем. Этим она выделяется среди изданий, в которых рассматривается проблема биологической азотфиксации. Важным преимуществом монографии является гармоничное объединение теоретических основ формирования взаимоотношений между растениями и почвенными микроорганизмами и практических рекомендаций для реализации потенциала растительно-микробных симбиозов и ассоциа-

ций в повышении продуктивности культурных растений в условиях современного земледелия.

Вместе с тем следует отметить наличие некоторых опечаток и неточностей редакционного характера. Кроме того, в тексте встречаются названия клубеньковых бактерий (ризобий), представленные согласно разным классификациям, которые было бы целесообразно унифицировать. Однако указанные недостатки никоим образом не уменьшают актуальности и значимости данной работы, а следовательно, и общей высокой оценки этого уникального издания.

Считаю, что эта книга будет полезной для микробиологов, физиологов растений, генетиков, селекционеров, специалистов сельского хозяйства, аспирантов и студентов профильных вузов.

© 2014 г. Д.М. ГРОДЗИНСКИЙ