

## МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

К. Д. ДЯТЛОВА

*Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия*

### MICROBE PREPARATIONS IN PLANT GROWING

K. D. DYATLOVA

*There are two types of microorganism preparations being used in plant growing industry. The microbe mass (living microorganisms) is used as a fertilizer to increase nitrogen fixation and to fight against pests. The products of microbe metabolism are used to regulate vital functions of plants and to control pest population.*

*В растениеводстве используют два типа препаратов микроорганизмов: микробную массу и метаболиты микроорганизмов. Микробная масса (живые микроорганизмы) применяется в качестве земледобрильных препаратов для усиления азотфиксации и борьбы с вредителями сельского хозяйства. Метаболиты микроорганизмов служат для регуляции жизнедеятельности растений и контроля численности вредителей.*

[www.issep.rssi.ru](http://www.issep.rssi.ru)

Современное интенсивное растениеводство немислимо без использования удобрений, регуляторов роста и онтогенеза растений, контроля численности вредителей и полезных микро- и макроорганизмов. Синтез необходимых для этого веществ в некоторых случаях выгоднее (дешевле, эффективнее) производить не химическим, а биологическим путем, привлекая животных, растения (или культуру их клеток и тканей) и микроорганизмы. Преимущества органических веществ, метаболитов живых существ перед пестицидами и химическими удобрениями — это их комплексное позитивное действие и высокая эффективность, что позволяет вносить биопрепараты в минимальных дозах. Являясь природными веществами, они не накапливаются в окружающей среде и легко утилизируются в ней. Часть необходимых веществ можно не вносить в готовом виде, а производить прямо на месте потребления, используя живые существа. Естественно, для этой цели более пригодны микроорганизмы. При производстве веществ вдали от места потребления микроорганизмы также имеют преимущества в сравнении с растительными и животными клетками [1]: 1) большая “простота” организации генома; 2) достаточно легкая приспособляемость к среде обитания в естественных и искусственных условиях; 3) большие скорости протекания ферментативных реакций и нарастание клеточной массы в единицу времени.

Первое преимущество обеспечивает лучшие возможности для изменения и перестроек наследственного материала микроорганизмов: мутаций, включения чужеродной генетической информации, привнесения в клетку или, напротив, элиминация из нее плазмид. В микробиотехнологии используют практически только трансгенные или полученные путем искусственного мутагенеза и последующей селекции микроорганизмы, так называемые сверхсинтетики, которые продуцируют нужные человеку вещества в огромных количествах, значительно превышающих собственные потребности микроорганизма. Так, бактерия рода *Pseudomonas* производит витамина В<sub>12</sub> в 50 тыс. раз больше, чем ей необходимо.

Второе преимущество облегчает культивирование микроорганизмов, причем можно подобрать микроорганизмы для сред почти с любыми характеристиками. При этом выращивание микроорганизмов в средах с предельными значениями температуры и pH позволяет снизить загрязнение производства вредными для него микроорганизмами — контаминантами, которые не выносятся данных условий.

Третье преимущество связано в основном с малыми размерами микроорганизмов, что облегчает и ускоряет обмен веществ с окружающей средой и темпы роста биомассы. Так, удвоение числа клеток *E. coli* и *Vac. subtilis* на благоприятных питательных средах наблюдается в среднем через 20 мин, почкование дрожжей *Candida albicans* — через 30 мин.

Микроорганизмы культивируют в ферментаторах (биореакторах), где создают для них все необходимые условия (питательная среда, аэрация или анаэробные условия, температура, pH, удаление продуктов метаболизма, отсутствие конкурентов, паразитов и хищников). Микроорганизмы используют субстраты питательной среды, синтезируют вещества (метаболиты), растут и размножаются. В зависимости от целей культивирования конечным продуктом может быть биомасса клеток или какой-либо внеклеточный метаболит [1]. Тогда в первом случае отходом будет жидкая часть культуральной среды, а во втором — клетки. В зависимости от целевого продукта используют наиболее приемлемый способ его выделения:

Клетки (микробная масса)	Растворимый метаболит
1. Седиментация и декантация	1. Экстракция
2. Фильтрация	2. Сорбция
3. Центрифугирование	3. Осаждение
4. Отстаивание	4. Хроматография
5. Флотация	5. Выделение с помощью мембран
	6. Ректификация

Микробную массу после отделения от культуральной жидкости обычно сушат (чаще лиофильно), смешивают с носителем: стерильной почвой, торфом, лигнином, активированным углем, керамическими гранулами — и фасуют. На носителе микроорганизмы лучше сохраняются, однако можно обойтись и без него. Иногда микробную массу производят в виде суспензии микроорганизмов. Перед употреблением сухую микробную массу или суспензию разводят водой, микроорганизмы восстанавливают свои нативные свойства и могут проводить нужные человеку процессы.

В растениеводстве используют как микробную массу (живые существа), так и метаболиты микроорганизмов (вещества). В редких случаях культуральную

жидкость не разделяют и употребляют оба компонента совместно (существа + вещества).



## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБНОЙ МАССЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

### Землеудобрительные препараты

Одной из главнейших проблем современного интенсивного земледелия является улучшение обеспечения растений азотом. Минеральные азотные удобрения дороги (около трети всех затрат энергии в растениеводстве падает на их производство), к тому же их неграмотное использование может привести к нитратному загрязнению продукции и среды. Не альтернативой, но хорошим дополнением минеральным удобрениям является биологический азот, то есть усиление деятельности азотфиксирующих микроорганизмов. Прокариоты ежегодно фиксируют  $17,5 \cdot 10^7$  т молекулярного азота воздуха. Микроорганизмы, фиксирующие азот, разделяются на симбиотические и несимбиотические (свободноживущие). Микроорганизмы в симбиозе с высшими растениями фиксируют за год 100–300 кг азота на гектар. К ним относятся прежде всего клубеньковые бактерии рода *Rhizobium* — симбионты бобовых, актиномицеты рода *Frankia*, образующие клубеньки на корнях ольхи, облепихи, лоха, цианобактерии *Anabaena azollae*, обитающие в полостях листьев водного папоротника *Azolla pinnata*, и ассоциативные бактерии, живущие на корнях травянистых растений. Все эти микроорганизмы используют для создания препаратов, улучшающих азотное питание соответствующих растений. Первым таким препаратом был нитрагин, созданный в Германии в 1896 году для бобовых. Свообразным его потомком в России является ныне применяемый ризоторфин, представляющий собой торфяную основу, смешанную с *Rhizobium* ( $5-8 \cdot 10^9$  клеток в 1 г торфа), выращенным на искусственных питательных средах. Во Франции аналогичный препарат называется N-germ, в Чехии — нитразон. Ризоторфин вносят под бобовые путем инокуляции семян: смачивают их перед посадкой болтушкой препарата — в расчете 200 г на гектарную норму семян.

Для каждого бобового растения готовят свой препарат, ибо *Rhizobium* обладает видовой специфичностью к хозяину. Для производства препаратов необходимо использовать штаммы *Rhizobium* с высокой вирулентностью (способностью образовывать клубеньки) и активностью азотфиксации, превышающими показатели диких почвенных *Rhizobium*. В результате нитрагинизации растут урожай и содержание белка в зеленой массе и зерне. Бобовые увеличивают содержание азота в почве (люцерна, например, оставляет в почве около трети накопленного азота), благодаря чему бобовые растения называют зелеными удобрениями – сидеральными культурами. Особенно велик эффект ризоторфина при первой посадке бобовых растений данного вида на данной территории – урожай в этом случае возрастает на 50% – и на кислых почвах. Однако применение ризоторфина ограничивается только бобовыми, так как эти бактерии не образуют клубеньков на корнях растений других семейств. Под облепиху вносят препарат *Frankia*, предполагается, что именно “фабрики” азотных удобрений в клубеньках облепихи обеспечивают этому растению устойчивые высокие урожаи.

В настоящее время все больший интерес вызывают ассоциативные азотфиксирующие бактерии, не образующие клубеньков и питающиеся корневыми выделениями травянистых растений. Производительность их азотфиксации невелика (30–40 кг азота на 1 га в год), что искупается широким кругом растений-хозяев. Сейчас найдены ассоциативные симбионты более чем у 110 видов растений, в том числе пищевых и кормовых злаков и овощей. Препарат ассоциативных азотфиксирующих бактерий флавобактерин повышает урожай зерновых на 0,3–0,5 т на 1 га, кормовых трав – на 1,4–1,8 т на 1 га, сахарной свеклы – на 6–7 т на 1 га, овощных культур – на 1,7–6 т на 1 га при расходе 300 г препарата на гектарную норму семян. При этом улучшается качество продукции за счет повышения содержания сырого белка на 1,5–2%, аскорбиновой кислоты – на 15–20%. Ризоэнтерин повышает урожай риса, озимой пшеницы и озимой ржи на 200–500 кг на 1 га и содержание белка в зерне. Оба препарата улучшают минеральный и водный обмен растений за счет усиления поглощательной способности корней, стимулируют рост растений, повышают их устойчивость к заболеваниям, так как являются антагонистами микроорганизмов-фитопатогенов. Ризоэнтерин, флавобактерин и подобные им препараты: агрофил, ризоагрин, *Alcoligenes paradoxus* 207, *Bacillus* sp. II – не полностью удовлетворяют потребность растений в азоте, но заменяют 40–60 кг минерального азота, что позволяет сократить дозы внесения удобрений в почву и снизить степень нитратного загрязнения среды и затраты. Так, в опытах Н.И. Конопки [2] по сравнению эффективности минеральных

( $N_{60}P_{60}K_{30}$ ) и бактериальных удобрений общие денежные затраты на внесение минеральных удобрений составили 61,7 усл.ед./га, затраты труда – 1,2 чел. · ч/га, энергии – 6,5 тыс. Мдж/га, а на применение бактериальных препаратов – соответственно 2,9–3,7 усл.ед./га, 0,2 чел. · ч/га, 150–160 Мдж/га. Это легко объяснимо – органические удобрения (навоз) вносят в дозах 30–80 т/га, минеральные удобрения – 30–120 кг/га, желательнее дробно, бактериальные препараты – 200–500 г/га. Эффективность препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий повышается при их применении на фоне невысоких доз минерального азота. Еще более перспективным представляется совместное использование двух видов микробных землеудобрительных препаратов: ассоциативных азотфиксирующих бактерий и микоризных грибов. В этом тройном взаимовыгодном симбиозе бактерия снабжает всех партнеров азотом, гриб-санитар убивает болезнетворные микроорганизмы на корнях и помогает растению всасывать воду и минеральные вещества, а растение кормит микроорганизмы органическим веществом. Примером подобного сожительства может служить искусственно создаваемый симбиоз: сорго, флавобактерии и гриб *Glomus fasciolatum*, при этом урожай биомассы сорго увеличивается более чем наполовину.

В Юго-Восточной Азии для азотного удобрения рисовых полей активно используют симбиоз цианобактерии *Anabaena azollae* и водного папоротника *Azolla*. Для этого *Azolla* выращивают в специальных прудах, откуда ее вывозят по назначению. *Azolla* накапливает за вегетационный период около 120 кг азота на 1 га.

Несимбиотическую азотфиксацию проводят более 30 видов свободно живущих в почве цианобактерий, актиномицетов и типичных бактерий. В целом в умеренной зоне они могут накапливать за год 25–94 кг азота на гектар, в Нечерноземье – 13 кг. Путем внесения соответствующих бактерий несимбиотическую азотфиксацию можно усилить. Основным преимуществом этих препаратов является возможность их использования под любую культуру, так как они не связаны с растением-партнером. Чаще всего используют азотобактерин – препарат бактерии *Azotobacter chroococcum*, его применяют в России с 30-х годов XX века, в настоящее время в основном в закрытом грунте. Он не только улучшает азотное питание растений, но и стимулирует синтез витаминов группы В, ауксинов и аминокислот, увеличивает рост корней, улучшает коэффициент использования элементов питания и угнетает фитопатогенные микроорганизмы.

Свободно живущие азотфиксирующие цианобактерии используют для альголизации рисовых полей в Индии, Китае и других странах. Азотфиксирующие бактерии рода *Azospirillum* находятся как бы в промежуточном

положении между типичными симбионтами и свободными живущими. Предполагается, что использование этих микроорганизмов для улучшения азотного питания растений перспективно, особенно в зоне тропиков и субтропиков.

Микробные земледобрильные препараты представлены не только азотфиксирующими микроорганизмами. Фосфобактерин, препарат силикатных бактерий и препарат АМБ, в настоящее время практически не используются в связи с их низкой эффективностью. Наиболее перспективным предполагается применение микоризных грибов, особенно для древесных пород на южных почвах. Грибы-микоризообразователи улучшают водообеспечение и минеральное питание растений, продуцируют биологически активные вещества (витамины, фитогормоны, антибиотики), противостоят фитопатогенным микроорганизмам и в целом значительно улучшают рост и приживаемость растений. Однако грибы-микоризообразователи трудно культивировать искусственно, поэтому для микоризации чаще применяют лесную почву, содержащую споры и мицелий таких грибов.

## Препараты для борьбы с вредителями сельского хозяйства

Для контроля численности насекомых, нематод и грызунов в растениеводстве в основном применяют химические препараты — пестициды. Однако возможно использование естественных врагов вредителей: паразитов и хищников, в том числе микроорганизмов, — в качестве дополнения или даже альтернативы пестицидам. В настоящее время принято использовать микробные препараты для контроля численности насекомых — вредителей сельского хозяйства и леса в трех случаях:

1) когда насекомое устойчиво ко всем применяемым пестицидам (по данным ФАО, таких насекомых около 300); 2) когда применение пестицидов отражается на качестве продуктов, например при производстве продуктов для детского питания; 3) когда инсектицид не может проникнуть к местам обитания насекомого.

Препараты микроорганизмов-паразитов насекомых вызывают у хозяев заболевания, приводящие к смерти, при этом при большой плотности насекомых среди них может даже возникнуть эпизоотия. Впервые энтомопатогенные микроорганизмы (мускаринный гриб) попытался применить И.И. Мечников против хлебного жука — он собирал и разбрасывал больных личинок. В настоящее время используют бактериальные, грибные и вирусные препараты в качестве биологических инсекто- и нематоцидов.

Бактериальные препараты для борьбы с насекомыми — вредителями сельского хозяйства и леса включа-

ют чаще всего энтомопатогенную тюрингскую бациллу *Bacillus thuringiensis*. Данный вид образует два токсина —  $\beta$  и  $\delta$ , из которых  $\beta$ -экзотоксин обладает широким спектром действия на насекомых, но губителен и для млекопитающих [1]. Поэтому в производстве используют штаммы, не продуцирующие  $\beta$ -экзотоксин, но образующие  $\delta$ -эндотоксин. Он представляет собой белковое кристаллическое вещество — параспоральное тело. При попадании в кишечник насекомого токсин модифицируется и взаимодействует со стенкой кишки, изменяя ее так, что содержимое кишечника попадает в гемолимфу, вызывая общий паралич.  $\delta$ -Эндотоксин действует на листогрызущих насекомых, преимущественно на личинок чешуекрылых, совершенно безопасен для млекопитающих, человека и перепончатокрылых. Кстати, пересадка генов, кодирующих  $\delta$ -эндотоксин, растениям — давно решенная задача, и трансгенные Вt-растения устойчивы к листогрызущим вредителям. Описаны более 20 серотипов *Bacillus thuringiensis* и 15 вариантов  $\delta$ -эндотоксина, часть из которых имеет промышленное значение. Коммерческие препараты представляют собой сумму спор и белковых кристаллов в клетках микроорганизма-продуцента. Бактерии довольно легко культивируются на искусственных питательных средах. В России в настоящее время используют препараты на основе *Bacillus thuringiensis*: лепидоцид-50, дипел, битоксибациллин (для защиты деревьев, кустарников, овощей и лекарственных трав против бабочек), новодор, поражающий колорадского жука (картофель, томаты, баклажаны) [3]. В США длительное время изготавливают препарат на основе другой энтомопатогенной бациллы — *Bacillus popilliae*, которая вызывает молочную болезнь японского жука. Есть попытки применить *Bacillus sphaericus* для контроля численности комаров, в том числе малярийных.

Из грибных препаратов для борьбы с насекомыми — вредителями сельского хозяйства в России используют боверин и вертициллин. Боверин представляет собой бластоспоры энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana*, который легко разводится на искусственных питательных средах, поражает более 200 видов насекомых и применяется против табачного трипса для защиты огурцов и томатов закрытого грунта. Вертициллин (бластоспоры гриба *Verticillium lecanii*) используется против тепличной белокрылки. Особняком в ряду грибных препаратов стоит нематофагин БЛ — хищный гриб *Arthrobotrys oligospora* [3]. Он не вызывает болезни паразитических круглых червей — нематод, а умерщвляет их механическим или химическим путем и буквально пожирает, применяется для защиты овощей и шампиньонов в теплицах. Контроль численности нематод вообще затруднен из-за их скрытого образа жизни в почве, особенно в теплицах, где нельзя применять большие дозы

пестицидов. Поэтому применение открытых М.С. Ворониным хищных грибов по сути единственный эффективный и экологически допустимый метод борьбы с этими вредителями, которые ежегодно уничтожают 12% сельскохозяйственной продукции, что составляет 77 млрд долларов для 20 основных сельскохозяйственных культур. К сожалению, нематофагин, как и другие грибные препараты, работает только во влажной среде, поэтому не применяется в открытом грунте.

Наиболее эффективными энтомопатогенными микробными препаратами являются вирусные — из-за высокой специфичности к хозяину. Сейчас в России в лесоводстве используют вирины — препараты вирусов, вызывающих у сибирского и непарного шелкопряда, рыжего соснового пилильщика и шелкопряда-монашенки ядерный полиэдроз и гранулез [3]. Основными препятствиями к широкому использованию вирусных препаратов являются трудность и затратность разведения вирусов, так как они могут воспроизводить себя только в живой клетке насекомого-хозяина и не культивируются на искусственных питательных средах. Таким образом, необходимо выращивать массу насекомых, заражать их вирусом и лишь затем производить препарат. Относительным выходом в данной ситуации является воспроизводство вирусов на культуре клеток насекомых, что позволяет проводить непрерывный процесс.

До недавнего времени в России использовали препарат для борьбы с грызунами (полевками, крысами, мышами домашними) бактероденцид. Бактерия *Salmonella enteritidis* var. Issathenko вызывает у них заболевание типа брюшного тифа и совершенно безвредна для человека, домашних животных, хищных птиц и мелких хищников (ласка, хорь).

## МИКРООРГАНИЗМЫ – АНТАГОНИСТЫ ФИТОПАТОГЕНОВ

Между растениями и населяющими их поверхность эпифитными микроорганизмами складываются самые разнообразные симбиотические взаимоотношения. Микроорганизмы получают от растения органические вещества и иногда воду, при этом они могут приносить растению пользу (взаимовыгодный симбиоз — мутуализм) или вред (паразитизм) или не оказывать на него существенного влияния (нахлебничество — комменсализм). При этом между эпифитными микроорганизмами возникает конкуренция за источники питания, причем у здорового развитого растения нормальная микрофлора подавляет патогенную (как правило, выделяя антибиотики). Поэтому встает задача как можно раньше занять места на растении для нормальной полезной микрофлоры. Этого можно достичь путем инокуляции семян, опрыскивания проростков или растений или обработкой корней при пересадке суспензией

нужных микроорганизмов, а также внесения их в почву. В России применяют бактериальные и грибные препараты — антагонисты фитопатогенов: фитоспорин (*Bacillus subtilis*, на пшенице и картофеле), псевдобактерин-2 (*Pseudomonas aureofaciens*, на пшенице и овощах закрытого грунта), планриз (*Pseudomonas fluorescens*, на зерновых, картофеле, капусте), фитолавин (*Streptomyces lavendulae*, *Streptomyces griseus*, на капусте и томатах защищенного грунта), триходермин (*Trichoderma lignorum*, на овощах и цветах защищенного грунта), вермикуллен (*Penicillium vermiculatum*, на подсолнечнике) [3]. В некоторых случаях применяют микробную массу вместе с выделяемыми метаболитами (обычно антибиотиками). Эти препараты эффективнее и дешевле, так как не требуют разделения компонентов. Таковы препараты бактофит (*Bacillus subtilis* и продуцируемый антибиотик — на овощах, деревьях, цветах и лекарственных травах), Агат-25 (*Pseudomonas aureofaciens* и продукты метаболизма — на зерновых и картофеле), триходермин (споровая масса гриба *Trichoderma lignorum* и антибиотики: триходермин, веридин и глиотоксин) [3]. Обширный список препаратов указывает на их востребованность в растениеводстве, они существенно снижают заболеваемость растений грибными инфекциями: фитофторозом, черной ножкой, фузариозом, мучнистой росой и другими, а также бактериозами, что положительно сказывается на урожае и качестве продукции. В то же время эти препараты экологически и гигиенически безопаснее химических фунгицидов и бактерицидов. Как правило, микроорганизмы — антагонисты фитопатогенов выделяют биологически активные вещества, стимулирующие растение (фитогормоны, витамины), что также уменьшает заболеваемость, повышает всхожесть семян и кустистость злаков. Особенно активен в этом отношении Агат-25.

К этой же группе препаратов можно отнести микроорганизмы-антиобледенители. Эпифитная психротрофная бактерия *Pseudomonas syringae* весной развивается на почках, листьях и цветах фруктовых деревьев, клетки бактерии служат центрами кристаллизации льда при заморозках, что вызывает ожоги и пятнистость. Образование льда приводит к механическому разрушению клеток растения, проникновению в них бактерий и развитию заболевания. При отсутствии бактерий-обледенителей ожоги не образуются. Получены мутантные формы *Pseudomonas syringae*, лишенные способности образовывать кристаллы льда. При угрозе заморозков цветущие сады опрыскивают мутантными бактериями-антиобледенителями, которые заселяют растение и препятствуют появлению здесь других форм и развитию заболевания [4].

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАБОЛИТОВ МИКРООРГАНИЗМОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

### Регуляторы жизнедеятельности растений

Регуляторы роста и развития растений, промышленное применение которых началось в 50–60-х годах, сначала для стимуляции корнеобразования черенков некоторых многолетних культур, затем для борьбы с полеганием зерновых в настоящее время используются практически во всех интенсивных технологиях выращивания сельскохозяйственных растений [5]. С помощью фиторегуляторов удастся значительно повысить устойчивость растений к неблагоприятным внешним воздействиям, увеличить продуктивность, устранить некоторые недостатки высокоурожайных сортов. В последние годы созданы новые высокоэффективные регуляторы, активные в крайне малых дозах – 10–100 мг/га. Среди них наиболее экологически безопасными признаны регуляторы микробного происхождения. На первом месте по масштабам применения стоит гибберелловая кислота (препарат “Завязь”) – продукт гриба *Gibberella fujikuroi*, фитогормон, активирующий рост растительных клеток и применяющийся на овощах для стимуляции образования завязей и ускорения созревания, а также для получения бессемянных сортов винограда. Однако применение гиббереллинов требует усиленного минерального питания растений. В последнее время в России появилось много микробных фиторегуляторов комплексного общестимуляторного действия, которые проявляют эффективность в основном по типу ауксинов и цитокининов, а также витаминов [5]. К таким препаратам относятся никфан (продукт метаболизма грибов-эндофитов облепихи), симбионт-1 (продукт метаболизма грибов-эндофитов женьшеня), эпистим (продукт метаболизма гриба симбионтного *Acremonium lichenicola*) [3]. Эти препараты применяют на зерновых, овощах, картофеле для стимуляции прорастания и роста, повышения устойчивости к заболеваниям, для увеличения урожая и улучшения качества продукции. Однако основное достоинство этих препаратов – многокомпонентность является и их недостатком, так как трудно контролировать состав препарата и его остаточные количества в продукции.

### Микробные метаболиты для борьбы с вредителями сельского хозяйства

В России для борьбы с фитопатогенными микроорганизмами очищенные антибиотики в настоящее время

не используют, хотя в мире эта практика существует. Для борьбы с макроорганизмами используют фитоверм – метаболит грибов, который активен против широкого круга вредителей в закрытом и открытом грунте, в том числе против колорадского жука, паутинного клеща, трипсов, тлей и нематод [3].

### Пленки для защиты корней

Многие бактерии имеют слизистую капсулу, причем составляющие ее полисахариды (декстран, ксантан), так называемые микробные слизи, синтезируются микроорганизмами в огромных количествах. В растворе эти полисахариды образуют гели, при засыхании – тонкие пленки, проникаемые для кислорода, но непроницаемые для воды. Микробные слизи в растениеводстве используют для сохранения корней рассады от высыхания.

Список микробных препаратов, применяемых в растениеводстве, постоянно расширяется, так же как и сфера их применения. Подбор ассоциативных азотфиксирующих симбионтов для каждого культурного растения, создание конкурентоспособных штаммов *Rhizobium* и микроорганизмов – антагонистов фитопатогенов, поиск простых в культивировании активных энтомопатогенов – вот основные направления микробиологии применительно к нуждам растениеводства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Елинов Н.П. Основы биотехнологии: Для студентов ин-тов, аспирантов и практ. работников. СПб.: Наука, 1995. 600 с.
2. Конопля Н.И., Евтушенко Г.А., Конопля О.Н. Эффективность биопрепаратов при выращивании сахарной кукурузы // Кукуруза и сорго. 1999. № 2. С. 12–13.
3. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в Российской Федерации в 2000 году. М.: Агрорус, 2000. 277 с.
4. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий: Учеб. пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 248 с.
5. Шевелуха В.С., Калашикова Е.А., Дегтярев С.В. и др. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник / Под ред. В.С. Шевелухи. М.: Высш. шк., 1998. 416 с.

Рецензент статьи О.Н. Кулаева

\* \* \*

Ксения Дмитриевна Дятлова, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений НГСХА. Область научных интересов – взаимоотношения растения, насекомого-фитофага и микроорганизмов. Автор 58 научных статей и методических пособий.