

МИКРОБИОЛОГИЯ

Л. С. ЛИТВИНОВ и А. Г. ГЕБГАРТ

ОБ ОКУЛЬТУРИВАНИИ МИКРОФЛОРЫ ПОЧВЫ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 2 I 1952)

Защищая культурные растения от многочисленных врагов и конкурентов, создавая условия, наиболее соответствующие их потребностям, человек постепенно окультуривал почву. Однако при этом не применялись специальные мероприятия, имеющие целью влияние на микробный состав почвы. Последний изменялся стихийно под воздействием различных агротехнических приемов. Под подлинным же окультуриванием почвы следует понимать не только применение мероприятий по ее обработке, удобрению и т. п., но и включение в этот комплекс специальных приемов, направленных к изменению в определенном направлении микробного состава почвы. Ряд диких микроорганизмов, сопутствующих диким формациям растений и неблагоприятных для культурных видов, должен быть вытеснен из почв и заменен культурными микроорганизмами, у которых человек выработал те или иные желательные свойства.

Процесс окультуривания микрофлоры почв отчасти происходит стихийно. Так, по наблюдениям многих почвенных микробиологов, в девственных почвах редко встречается азотобактер. В распаханых же, удобренных органическими веществами и фосфором почвах он встречается чаще и в больших количествах. Это — организм, типичный для окультуренных почв.

Специально работая над азотобактером, селекционируя его, человек отобрал его штаммы, имеющие наибольшую способность к фиксации атмосферного азота, и превратил его в культурный микроорганизм. Сходные примеры можно было бы привести и в отношении клубеньковых бактерий, микроорганизмов, минерализующих органо-фосфаты, и т. д. Подобные микроорганизмы и должны быть внедрены в наши культурные почвы.

Несомненно, что в конце концов почвы наших полей будут так же густо заселены культурными микроорганизмами, как наши поля — культурными растениями.

Плановое окультуривание микрофлоры почвы должно проводиться путем одновременного создания в ней благоприятных условий для развития желаемых микроорганизмов и путем прямого разведения их в почву. Однако здесь мы встречаемся с большими трудностями. Вносимая в почву культурная микрофлора в большинстве случаев очень быстро подавляется дикими микроорганизмами — коренными обитателями данной почвы, гораздо лучше приспособленными к естественному ходу процессов в этой почве, чем пришельцы извне. Приведем следующие примеры.

1. Слабо подзолистая почва в естественном состоянии в поле содержала свой (спонтанный) азотобактер в количестве 30 клеток в 1 г па-

хотного слоя. На опытном участке этой почвы было внесено в расчете на 1 г пахотного слоя 4350 клеток культурного азотобактера (штамм 53). Через 10 дней общее количество клеток азотобактера в 1 г почвы опытного участка оказалось равным 50, а на контрольном участке по-прежнему 30. Следовательно, спонтанный азотобактер сохранился, а культурный почти полностью погиб.

2. Черноземно-оподзоленная почва содержала 7 клеток спонтанного азотобактера на 1 г пахотного слоя. Было внесено на 1 г почвы 2000 клеток азотобактера № 53. Через 16 дней общее количество клеток азотобактера в 1 г почвы как опытного, так и контрольного участка оказалось равным 9. Следовательно, сохранился только спонтанный азотобактер.

Что причиной вымирания культурных бактерий в данных опытах является антагонизм со стороны коренных обитателей почвы, видно из следующего опыта.

В ту же почву было внесено органическое удобрение, после чего были взяты серии проб в колбы. Опытная серия была проавтоклавирована, после чего и опытная и контрольная серия были заражены азотобактером № 53 по 8000 клеток на 1 г почвы. Через 20 дней в нестерильной почве, несмотря на обильное удобрение органическими веществами, оказалось 5000 клеток азотобактера в 1 г — 3000 клеток, или 37%, вымерло. В стерильной же почве оказалось в 1 г 2 050 000 клеток, т. е. культурный азотобактер не только полностью сохранился, но и размножился в 256 раз.

В целях борьбы с антагонистическим действием дикой микрофлоры при внедрении в почву культурной эффективнее всего было бы засеивать почву культурной микрофлорой после ослабления дикой микрофлоры путем частичной стерилизации почвы. Приемы частичной стерилизации почвы находят ограниченное применение и их никогда не дополняют внесением комплекса бактериальных удобрений, что, по нашему мнению, является большим недостатком. Однако ясно, что окультуривание микрофлоры почв происходило бы очень медленно, если бы оно проводилось только в связи с частичной стерилизацией почв.

Нами было высказано предположение, что в межвидовой борьбе микроорганизмов в почве значительную роль должен играть количественный фактор. Более многочисленная армия имеет и больше шансов одержать победу. Внутривидовой же борьбы и конкуренции, как это доказано Т. Д. Лысенко, в природе не существует.

В следующем опыте в почву было внесено в расчете на 1 г в одном случае 660 клеток культурного азотобактера, а в другом — 6450 клеток. Через 20 дней оказалось в первом случае 15 клеток, во втором — 800 клеток на 1 г почвы. Следовательно, в первом случае выжило только 2%, а во втором — 12% клеток. Внесение больших количеств обеспечило больший процент выживаемости. Но процент выживаемости имеет меньшее значение, чем абсолютное содержание микроорганизма, устанавливающееся в почве. Например:

1) Внесено 387 клеток азотобактера на 1 г почвы. К концу вегетации установилось 200 клеток.

2) Внесено 43933 — установилось 7500 клеток. Процент отмирания во втором случае больше, но конечный результат в пользу второго случая.

Следовательно, бороться с вытеснением культурной микрофлоры дикой можно комбинированием внесения больших количеств бактериальных удобрений с созданием благоприятных условий для культурных микроорганизмов. Однако легко убедиться, что при этом для того, чтобы сказалось действие количественного фактора, надо вносить в почву, например, почвенного азотобактерина около 100 кг/га, т. е. в 25 раз больше обычно принятых доз. Конечно, вопрос может быть разрешен

путем разработки методов изготовления бактериальных удобрений непосредственно в колхозах. При этом отпадают расходы на транспорт, тару и др. Бактериальные удобрения можно будет готовить почти в таких же количествах, как и компосты. Однако необходимо изыскать возможности сокращения нужных количеств этих удобрений.

Известно, что почва состоит из микрозон. Если только в некоторых из них микроорганизм приживется, он сможет успешнее вести наступление на своих антагонистов в других микрозонах, тем более, что ему помогает человек. Для завоевания же отдельных микрозон надо вносить данный микроорганизм не распыленно — во всю почву, а концентрированно, гнездовым способом, или в гранулированном виде.

В вегетационные сосуды при посеве проса было внесено на 1 г оподзоленного чернозема по 43933 клетки азотобактера № 53. В одной серии сосудов азотобактер тщательно перемешивался со всей почвой, в другой он вносился гнездом под семена. При распыленном внесении уже к концу цветения проса мы наблюдали полное вымирание азотобактера. При гнездовом же внесении в почве вокруг гнезда наблюдается непрерывное распространение и рост внесенного азотобактера. Во время выбрасывания метелки в 1 г почвы сосуда было 4800 клеток, во время цветения 5500 и во время созревания проса 7500 клеток. При этом прибавка урожая при гнездовом способе внесения составила 32%.

В опытах 1949 г. из почвенного азотобактерина, содержащего 152 млн. клеток азотобактера в 1 г, были приготовлены гранулы, каждая из которых содержала 1 г азотобактерина и 0,1 г суперфосфата, нейтрализованного золой. Все это скреплялось тремя каплями 1% раствора крахмала. Гранулы помещались в слабо подзолистую почву вегетационных сосудов, содержащую 20—60 клеток азотобактера в 1 г. На протяжении первых двух недель количество азотобактера в гранулах сильно уменьшается, доходит до 300 тыс. в 1 г. В то же время почва сосудов непрерывно обогащается азотобактером. Через 26 дней на расстоянии 2 см от гранулы имелось 1080 клеток, на таком же расстоянии под гранулой 5250 клеток, а у стенок вазона 750 клеток. Контрольные же сосуды без гранул дали прежние величины — 20—60 клеток. Начиная с 26 дней, количество азотобактера в грануле снова начинает увеличиваться, возрастая сначала до 720 тыс., а через 40 дней до 20 660 тыс. Повидимому, первоначальное снижение количества клеток в грануле объясняется частично миграцией их в окружающую почву, а частично отмиранием многих клеток, оказавшихся неприспособленными к новой для них обстановке гранулы (суперфосфат, цементация клейстером). После же приспособления к окружающей среде оставшиеся клетки начинают интенсивно размножаться, и содержание азотобактера в гранулах вновь достигает значительных величин. Возможно, что при гнездовом внесении рыхлого азотобактерина начальная депрессия будет меньше вследствие менее искусственного характера среды для азотобактера.

В полевых опытах 1950 г., проведенных под руководством одного из нас в колхозе им. Ленина Каменка-Бугского района Львовской обл. на посевах кукурузы, гнездовое и гранулированное внесение бактериальных удобрений дало близкие результаты, а именно:

1) без бактериальных удобрений урожай кукурузы составил 83,17 ц/га;

2) бактериальные удобрения (азотоген и фосфоробактерин) в распыленном виде дали 84,67 ц/га;

3) те же удобрения в гранулированном виде дали 90,68 ц/га.

Гнездовое внесение одного азотогена дало 88,08 ц/га. Совместное гнездовое внесение азотогена с фосфоробактерином нами в 1950 г. не проводилось.

Гнездовое внесение бактериальных удобрений, возможно, окажется более эффективным, чем внесение их в виде гранул,— для пропашных культур. Для культур же сплошного посева более удобным окажется внесение этих удобрений в виде мелких гранул и их высевание той же сеялкой одновременно с семенами. Во всех случаях, конечно, в гранулах, гнездах и в окружающей почве должны поддерживаться условия, благоприятные для вводимых бактерий (снабжение источниками углеродного питания, фосфором, влагой и близкая к нейтральной реакция). Особенно большой эффект, по нашим наблюдениям, дают бактериальные удобрения по пласту многолетних трав.

Гнездовое и гранулированное внесение бактериальных удобрений выдвигает проблемы изготовления гранул, механизации внесения этих удобрений, но прежде всего необходимости изготовления больших количеств бактериальных удобрений высокого титра непосредственно в колхозах. Эта задача, несомненно, может и должна быть разрешена в ближайшее время. В отношении нитрагинов она уже разрешена устройством в колхозах так называемых «бактериальных питомников», предложенных Ф. Ю. Гельцер.

Имеются успехи и в деле приготовления колхозного азотобактерина. В результате работ А. А. Образцовой изготовление азотобактерина распространяется в колхозах Горьковской обл. Некоторая доработка существующих методов и разработка новых будет осуществлена дружными усилиями советских почвенных микробиологов, агрономов и колхозников.

Поступило
30 XII 1951