

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Е. И. РАТНЕР, Т. А. АКИМОЧКИНА и С. А. САМОЙЛОВА

**О НОВОМ ЗВЕНЕ В СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ ТРАВ В СВЯЗИ
С ЗАДАЧЕЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОБНОГО СОСТАВА
В РИЗОСФЕРЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком А. И. Опариным 15 V 1953)

Состав ризосферных микроорганизмов определяется в первую очередь природой самого растения (¹⁻⁴), качеством его корневых выделений; однако существенную роль играют здесь и условия внешней среды, в частности условия питания, создаваемые с первого же момента прорастания семян как для самих проростков, так и для окружающих их корешки почвенных микроорганизмов.

Исходя из этого положения, первым из авторов в 1941—1942 гг. был разработан метод, позволяющий при помощи весьма небольшой дозы нейтрализованного суперфосфата, вносимого с семенами при посеве, разрешить двоякую задачу — обеспечить усиленное снабжение проростков с первого же момента прорастания семян легко доступной фосфорной кислотой и стимулировать при помощи той же небольшой дозы фосфорной кислоты развитие в ризосфере растений полезных для них микроорганизмов (⁵).

В полевых опытах экспедиции Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР в Каменной степи упомянутый комплексный метод изучался в применении к многолетним травам, причем были разработаны некоторые новые пути к дальнейшему повышению его эффективности.

В табл. 1 приведены урожайные данные по опыту с травосмесью люцерны синегридной Гримм — Зайкевича и житняка ширококолового, посеянной весной 1950 г. без покрова в травяном поле 7-польного севооборота. Опыт закладывался на двух фонах: 1) неудобренном и 2) удобренном под зяблевую вспашку суперфосфатом и хлористым калием из расчета по 60 кг P_2O_5 и K_2O на 1 га. В 1951 г. (второй год жизни трав) растения удобренного фона получили поверхностно ранней весной еще по 30 кг P_2O_5 и K_2O на 1 га. Размер учетной делянки 37,5 м². Повторность 4-кратная.

Высев семян производился в одном случае совместно с заводским нейтрализованным гранулированным суперфосфатом, взятым из расчета 10 кг P_2O_5 на 1 га, в другом — после обработки семян препаратами азотобактерина и нитрагина, в третьем — при сочетании двух названных приемов и в четвертом — без внесения удобрений с семенами (контроль).

В табл. 1, помимо урожаев воздушно-сухой надземной массы (сена), приводятся также данные, характеризующие мощность развития корневой массы к концу второго года жизни трав. Учет корней производился путем отмывки почвенного монолита, взятого при помощи цилиндрического бура диаметром 30 см на глубину 40 см, при 4-кратной повторности. Цифры табл. 1 выражают урожай сена и вес корней в ц/га.

Таблица 1

| Варианты опыта | 1-й год жизни (1950) | | | 2-й год жизни (1951) | Всего за 2 года | Прибавки | | Сухой вес корней, массы в ц/га |
|---|----------------------|----------|------------------|----------------------|-----------------|----------|---------------|--------------------------------|
| | 1-й укос | 2-й укос | сумма за 2 укоса | 1-й укос * | | в ц/га | в % от контр. | |
| Без удобрений (контроль) | 27,8 | 8,8 | 36,6 | 31,5 | 68,1 | — | — | 38,5 |
| Нейтрализ. гранулир. суперф. с семенами | 34,9 | 10,3 | 45,2 | 35,5 | 80,7 | 12,6 | 18,5 | — |
| Нитрагин + азотобактерин с семенами | 32,0 | 9,0 | 41,0 | 35,5 | 76,5 | 8,4 | 12,3 | — |
| Нейтрализ. гранулир. суперф. + нитрагин + азотобактерин с семенами | 38,0 | 10,1 | 48,1 | 41,9 | 90,0 | 21,9 | 32,2 | 45,3 |
| $P_{60}K_{60}$ под зябь осенью 1949 г. + $P_{30}K_{30}$ весной 1951 г. поверхностно | 36,3 | 14,3 | 50,6 | 46,1 | 96,7 | 28,6 | 42,0 | 48,6 |
| Тот же фон + азотобактерин + нитрагин и нейтрализов. гранулир. суперф. с семенами | 42,6 | 15,0 | 57,6 | 48,3 | 105,9 | 37,8 | 55,5 | — |

* Вследствие резкой засухи 2-й укос дал ничтожный урожай, который не был учтен.

Из табл. 1 видно, что предлагаемый комплексный метод внесения минеральных и бактериальных удобрений совместно с семенами оказался оправданным приемом для повышения продуктивности травосмеси.

Существенно подчеркнуть, что и при основательной заправке почвы удобрениями эффективность комплексного метода не исчезала, хотя и оказалась значительно сниженной по сравнению с эффективностью его на неудобренном фоне (прибавка урожая сена за 2 года в 9,2 ц/га вместо 21,9 ц/га на неудобренном фоне).

В опыте 1951—1952 гг. с летним посевом трав в этот метод был введен новый элемент, который заключался в обогащении гранулированного суперфосфата, вносимого с семенами, весьма небольшими количествами бора и молибдена, необходимых как для высшего растения, так и для усиления жизнедеятельности азотфиксирующих микроорганизмов — азотобактера и клубеньковых бактерий (6, 7).

Следует подчеркнуть, что в условиях Каменной степи развитие азотобактера в почве сильно подавлено; точно так же и образование клубеньков на корнях люцерны выражено часто весьма слабо. Это обстоятельство усугубляло необходимость стимулирования жизнедеятельности этих полезных для растений микроорганизмов.

Опыт с летним посевом был заложен с той же травосмесью люцерны и житняка, высеваемой по чистому пару, удобренному под основную вспашку суперфосфатом, хлористым калием и аммиачной селитрой из расчета 45 кг P_2O_5 , 45 кг K_2O и 20 кг N на 1 га. Величина учетной делянки 37,5 м². Повторность 9-кратная.

Обогащение вносимого с семенами гранулированного суперфосфата бором и молибденом производилось обработкой гранул растворами борной кислоты и молибденовокислого аммония из расчета на внесение около 50 г бора и около 150 г молибдена на гектарную порцию суперфосфата (10 кг P_2O_5), что в десятки раз уступает принятым дозировкам этих микроэлементов при обычном их внесении в почву.

При взаимодействии молибденовокислого аммония с суперфосфатом молибденовая кислота частично превращается в фосфорно-молибденовую. Однако, это обстоятельство не только не снижает, но по некоторым данным (7) даже существенно повышает ее благоприятное влияние на жиз-

недеятельность азотфиксирующих бактерий. Схема опыта и результаты его видны из табл. 2.

Как видно из табл. 2, обогащение гранулированного суперфосфата весьма незначительными количествами микроэлементов удвоило эффективность комплексного метода внесения минеральных и бактериальных удобрений совместно с семенами, сделав его более действенным орудием в повышении урожая трав даже в условиях основательной заправки почвы удобрениями под основную вспашку.

В течение вегетационного периода велись наблюдения за развитием азотобактера по методу почвенных пластинок. Пробы почвы брались в непосредственной близости к корням. По каждому варианту опыта анализ на азотобактер проводился с 4-кратной повторностью. Сроки взятия почвенных проб и соответствующее им состояние растений видны из табл. 3. В первые три срока влажность почвы была благоприятной; 4-й срок совпал с периодом засухи; в последний срок почва взята была после дождя, следовательно за довольно длительным периодом засухи.

В табл. 3 результаты анализов

Таблица 3

| Варианты опыта | Сроки взятия образцов почвы и состояние растений | | | | |
|---|--|--------------------------|---|---|------------------------------|
| | 26 VI, отрастающая оглава после 1-го укоса | 7 VII, вегетир. растения | 19 VII, бутонизация—начало цветения люцерны | 11 VIII, вегетир. растения после 2-го укоса | 22 VIII, бутонизация люцерны |
| Без удобрений с семенами (контроль) | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| Гранулир. суперф. + азотобактерин и нитрагин с семенами | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| Гранулир. суперф., обогащен. В и Мо + азотобактерин и нитрагин с семенами | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 |

почвы, дало опять вспышку в развитии азотобактера.

Применение комплексного метода внесения минеральных и бактериальных удобрений совместно с семенами, особенно в его усовершен-

Таблица 2

| Варианты опыта | Урожай в ц/га | | | Суммарный урожай | |
|---|---------------|----------|-----------|------------------|---------------|
| | 1-й укос | 2-й укос | 3-й укос* | в т/га | в % от контр. |
| Без удобрений с семенами (контроль) | 29,6 | 28,9 | 4,5 | 63,0 | 100 |
| Гранулир. суперфосф. + азотобактерин и нитрагин с семенами | 31,9 | 33,4 | 4,7 | 70,0 | 111 |
| Гранулир. суперф., обогащен. В и Мо + азотобактерин и нитрагин с семенами | 34,7 | 36,4 | 5,7 | 76,8 | 122 |

* Растения 3-го укоса развивались в условиях сильной засухи.

выражены числом почвенных проб (из 4 параллельных), в которых обнаружено было совершенно явное развитие азотобактера. Наличие азотобактера в колониях проверялось под микроскопом.

Несмотря на благоприятные условия влажности почвы в первые 2 срока определения, в почве контрольных делянок не удалось обнаружить развития азотобактера ни в одной из 4 параллельных проб. Лишь с наступлением генеративной фазы развития растений (бутонизация—цветение) и связанного с этим усиления экзосмоса органических корневых выделений в прикорневую зону почвы (8-10), азотобактер нашел условия для своего развития. После снятия второго укоса и последующего отрастания вегетативной массы вновь наступили неблагоприятные условия для развития азотобактера, осложненные еще появлением засухи. Вступление растений в генеративную фазу, сопровождавшееся к тому же улучшением влажности

ствованном виде, с добавлением в гранулу суперфосфата бора и молибдена, коренным образом изменило условия развития азотобактера. В последнем случае хорошее развитие азотобактера обнаружено было во всех пробах, независимо от фазы развития растений и влажности почвы. Показателем улучшения этих условий может послужить здесь не только факт развития азотобактера практически на всех пробах во все сроки исследования, но и более быстрое образование колоний в чашках по этому варианту опыта по сравнению с другими.

Таким образом, поставленная в опыте задача стимулирования развития азотобактера при помощи вносимой с семенами небольшой дозы нейтрализованного гранулированного суперфосфата, особенно же суперфосфата, обогащенного весьма незначительными количествами бора и молибдена, была достигнута в форме, не оставляющей сомнения.

Что же касается клубеньковых бактерий, то об условиях их жизнедеятельности можно получить представление из данных табл. 4 по учету количества клубеньков на корнях люцерны и их качеству (размеры, окраска).

Таблица 4

| Варианты опыта | Возд.-сухой вес корней на 1 раст. в г | Объем корней на 1 раст. в мл | Число клубеньков на 1 раст. | Характеристика клубеньков |
|---|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| Без удобрений с семенами | 0,83 | 2,50 | 10,1 | Почти все клубеньки мелкие, белого цвета |
| Гранулир. суперф.+азотобактерин и нитрагин с семенами | 1,33 | 3,87 | 11,7 | Помимо мелких клубеньков белого цвета попадаются также и крупные — розового цвета |
| Гранулир. суперф., обогащен. В и Мо+азотобактерин и нитрагин с семенами | 1,11 | 3,26 | 15,3 | Много крупных клубеньков розового цвета, попадаются также крупные коричневого цвета |

Из табл. 4 явствует, что на фоне слабого вообще развития клубеньков на корнях люцерны в условиях Каменной степи влияние гранулированного суперфосфата, а в особенности суперфосфата, обогащенного незначительными количествами бора и молибдена, сказалось заметным увеличением числа клубеньков и повышением их качества (преобладание более крупных клубеньков розового цвета).

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

Поступило
9 IV 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Исакова, Изв. АН СССР, сер. биол., 7, 993 (1934). ² Н. А. Красильников, Микробиология, 5, в. 1 (1936); 3, в. 3 (1947). ³ М. В. Федоров, Б. З. Теппер, Микробиология, 16, в. 6 (1947). ⁴ Е. Ф. Березова, Тр. Всес. ин-та с.-х. микробиол. (1949). ⁵ Е. И. Ратнер, Рефераты работ учреждений Отд. биол. наук АН СССР за 1941—1943 гг., стр. 89 (1945); то же за 1944 г., стр. 33 (1945); Сборн. Вопросы травопольной системы земледелия, изд. АН СССР, 1, 1952. ⁶ Х. Г. Виноградова, И. А. Чернавина, В. П. Кузнецов, А. А. Дробков, Сборн. Микроэлементы в жизни растений и животных, изд. АН СССР, 1952. ⁷ М. В. Федоров, Биологическая фиксация азота атмосферы, 1948. ⁸ Е. Г. Минина, Изв. Биол. н.-и. ин-та при Пермском гос. ун-те, 5, в. 6, 233 (1927). ⁹ Т. Т. Демиденко, Научно-агрон. журнал, 7—8, 528 (1928). ¹⁰ Д. А. Сабинин, Е. Г. Минина, Химиз. соц. земледелия, 6, 16 (1932).