

С. Я. Мухортов, доцент, к. с.-х. н.
ФГБОУ ВО ВГАУ, г. Воронеж
muhrtovtomat@mail.ru

УДК 635:631.86/.87

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ

Резюме. Применение азотобактерина (*Az. vinelandii*) на капусте белокочанной и огурце уменьшало общую биогенность почвы и количество нитрифицирующих бактерий, а также снижало скорость утилизации свежего органического вещества. Это приводило к снижению содержания нитратов в продукции и повышению урожайности культур. У огурца при использовании азотобактерина сокращался период плодоотдачи.

Ключевые слова: азотобактерин, капуста белокочанная, огурец, продуктивность, зимогенная микрофлора почвы, качество продукции.

Summary. The use of azotobacterin (*Az. vinelandii*) on white cabbage and cucumber was reduced the total biogenicity of the soil and the number of nitrifying bacteria, and also was reduced the rate of utilization of fresh organic matter. The use of azotobacterin led to a decrease in the content of nitrates in production and an increase in crop yields. In the case of cucumber, when azotobacterin was used, the period of fruitfulness was decreased.

Keywords: azotobacterin, white cabbage, cucumber, productivity, zymogenous soil microflora, product quality.

Адаптивный потенциал изучаемых агроценозов возможно оценивать с точки зрения состояния микробного сообщества почвы, так как жизнедеятельность последнего определяется биологическими и агротехническими особенностями возделываемых культур [1–3]. В хорошо развитых почвах формируются устойчивые комплексные сообщества микроорганизмов, характеризующиеся максимальной плотностью, видовой насыщенностью и более высокой устойчивостью, так как различные виды по-разному приспособлены к изменениям окружающей среды. Таким образом, с экологической точки зрения экосистема, имеющая большее разнообразие микроорганизмов в почве, обладает более высокой стабильностью [4].

Изменяя состав комплекса микроорганизмов, можно изменить связи внутри экосистемы и ее структуру. Так, применение комплекса биопрепаратов (азотобактерин, фосфобактерин и кремнебактерин) на разных овощных растениях [5] (внесение в лунки при посадке и через 5–10 суток) позволило увеличить урожайность капусты белокочанной и огурца, а также снизить содержание нитратов в урожае указанных культур. Авторы обосновывают

эффект воздействия данных препаратов тем, что данные штаммы активны в продуцировании фитогормонов, что ведет к повышению урожайности культур. Снижение же содержания нитратов в продукции они обосновывают тем, что азотобактерин поставляет аммонийную форму азота в ризосферу. Не совсем понятно: это экзометаболиты азотобактера, которые поступают в ризосферу сразу же после внесения, или же эта форма азота появляется в ризосфере после части отмирания клеток азотобактера. В последнем случае это отложенный эффект, который проявится не сразу. То есть данное объяснение без данных по количественному учету групп ризосферных микроорганизмов не совсем корректно.

В связи с этим мы провели исследования по выявлению последствий применения азотобактерина на состояние комплекса почвенных микроорганизмов и продуктивность растений огурца и капусты белокочанной.

Полевые эксперименты с капустой белокочанной и огурцом были проведены на полевом участке кафедры плодоводства и овощеводства Воронежского ГАУ согласно методике проведения опытов с овощными культурами [6] в 1998–2003 и 2013–2015 годах. Повторность — трехкратная, площадь учетной делянки — 20 м². Почва — чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Внесение азотобактерина (на основе культуры *Azotobacter vinelandii*, титр 3×10⁹) проводилось опрыскиванием растений в фазу развитой рассады (3–4 листа для огурца и 6–8 листьев для капусты) и спустя месяц (повторно на капусте белокочанной), с использованием штангового опрыскивателя, в дозе 150 л/га (при этом обрабатывались не только растения культуры, но и почва, так как при применении штангового опрыскивателя обрабатывается полоса шириной от 2 до 18 м, в зависимости от марки опрыскивателя). Сорты в опыте: капуста белокочанная — Амагер 611 (1998–2003) и Горлица (2013–2015), огурец — Надежный. Образцы почвы отбирались в ризосферной зоне растений на глубине 2–12 см. Учет численности разных групп микроорганизмов в почве определялся методом посева почвенной суспензии на элективные питательные среды [7, 8].

Для характеристики активности процессов деструкции органического вещества в почве рассчитывались: коэффициент иммобилизации (отношение количества микроорганизмов, учтенных на среде КАА, к количеству микроорганизмов, учтенных на среде МПА), указывающий на интенсивность мобилизационных процессов [9]; относительный показатель биогенности (ОП) (отношение количества бактерий, учтенных на среде МПА, к количеству микромицетов, учтенных на подкисленной среде Чапека), оценивающий разложение легкогидролизуемого органического вещества [10]; индекс олиготрофности (отношение количества микроорганизмов, учтенных на среде ПА (почвенный агар), к количеству микроорганизмов, учтенных на среде МПА), характеризующий завершенность процессов минерализации [11].

В таблице 1 приведены данные по динамике микробиологической активности почвы под огурцами и капустой белокочанной.

Таблица 1.

Характеристика группы зимогенной микрофлоры в почве под огурцами и капустой белокочанной, в среднем за годы исследований (млн/г абс. сухой почвы)

| Группы микроорганизмов | Варианты опыта | Внесение азотобактерина | | | | | |
|--|----------------|-------------------------|---------|-----------------|---------|-------------------|---------|
| | | до обработки | | после обработки | | НСР ₀₅ | |
| | | огурец | капуста | огурец | капуста | огурец | капуста |
| Аммонификаторы | Контроль | 11,4 | 9,1 | 11,5 | 10,5 | Fф<Fт | 0,60 |
| | Опыт | 12,3 | 12,7 | 14,4 | 11,4 | 0,53 | 0,67 |
| Бактерии, усваивающие минеральный азот | Контроль | 29,1 | 27,4 | 33,5 | 32,3 | 1,03 | 0,95 |
| | Опыт | 35,5 | 35,7 | 40,9 | 28,6 | 0,86 | 1,46 |
| Азотобактер | Контроль | 1,8 | 2,6 | 3,9 | 2,6 | 0,81 | Fф<Fт |
| | Опыт | 2,6 | 3,8 | 4,2 | 2,8 | 0,75 | 0,75 |
| Азотфиксаторы (общее кол-во) | Контроль | 21,3 | 20,9 | 31,5 | 23,5 | 0,80 | 1,04 |
| | Опыт | 26,2 | 30,2 | 35,6 | 26,4 | 1,22 | 0,06 |
| Актиномицеты | Контроль | 2,8 | 2,4 | 3,9 | 2,8 | 0,85 | Fф<Fт |
| | Опыт | 2,8 | 2,7 | 4,3 | 2,7 | 0,94 | Fф<Fт |
| Микромицеты | Контроль | 0,1 | 0,1 | 0,09 | 0,08 | Fф<Fт | Fф<Fт |
| | Опыт | 0,09 | 0,08 | 0,2 | 0,2 | Fф<Fт | 0,05 |
| Нитрифицирующие бактерии | Контроль | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,009 | Fф<Fт |
| | Опыт | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,009 | 0,009 |
| Микромицеты, разлагающие клетчатку | Контроль | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,003 | Fф<Fт | 0,001 |
| | Опыт | 0,006 | 0,01 | 0,004 | 0,005 | 0,0016 | 0,0019 |
| Общая биогенность | Контроль | 66,5 | 62,5 | 84,5 | 71,8 | 1,40 | 1,37 |
| | Опыт | 79,5 | 85,2 | 99,6 | 72,1 | 1,48 | 1,26 |

Рассматривая динамику группы зимогенной микрофлоры, отмечаем, что внесение азотобактерина в ценозе огурца не изменяло течение процессов микробиологической активности почвы за исключением динамики трех групп микроорганизмов: микромицетов, численность которых существенно выросла; нитрификаторов и микромицетов, разлагающих клетчатку, численность которых, наоборот, снизилась.

При рассмотрении характеристик зимогенной микрофлоры под капустой белокочанной обращает на себя внимание разнонаправленная динамика аммонификаторов: на контроле отмечалось увеличение этой группы, а в

опытном варианте — уменьшение. Та же картина отмечалась при рассмотрении динамики бактерий, усваивающих минеральные формы азота, азотфиксаторов и нитрифицирующих бактерий. Общая биогенность почвы под капустой белокочанной увеличилась (почти в 1,3 раза) по мере роста и развития последней, а применение азотобактерина снижало общую биогенность почвы (почти на 16%), при этом снижалось количество азотфиксаторов, в том числе азотобактера и нитрифицирующих бактерий. На мой взгляд, это происходит вследствие конкурентных отношений внутри комплекса почвенных микроорганизмов: при внесении азотобактерина происходит «взаимоуничтожение» однотипных групп микроорганизмов, которое длится в течение почти месяца (до элиминирования вносимых микроорганизмов). Это показывает и учет численности азотобактера и нитрифицирующих бактерий в почве, и это объясняет снижение накопления нитратов в кочанах, так как количество нитратов в почве уменьшилось в этот период. Данное положение подтверждает и учет нитрификационной способности почвы (НСП), который я проводил в те же сроки: динамика была подобная — также снижение после обработки и восстановление показателя к моменту следующей обработки. К этому моменту восстанавливалась и численность указанных групп микроорганизмов. Повторная обработка капусты приводила к уменьшению воздействия, так как в этом случае площадь проективного покрытия закрытой растениями почвы возрастает с 6–8 до 20–22% и на почву попадает меньшее количество препарата.

Применение азотобактерина обусловило изменение динамики процессов: коэффициент иммобилизации для капусты белокочанной увеличился (с 2,4 до 2,5), а для огурца снизился (с 3,0 до 2,7), что показывает на увеличение под огурцами малодоступного для разложения микроорганизмами в этот момент времени органического вещества, хотя динамика относительного показателя биогенности была одинакова для обеих культур (111,7–71,1 — у огурца и 131,6–76,1 — у капусты) и противоположна таковой в контрольных вариантах. То есть внесение азотобактерина вызывает ингибирование олиготрофных микроорганизмов и снижает скорость утилизации свежей органики с уменьшением поступления нитратов в ризосферу культуры.

Следует отметить, что применение азотобактерина обуславливало снижение накопления нитратов и в огурцах (от начала уборки к ее концу), и в кочанах капусты белокочанной (табл. 2).

Урожайность в меньшей степени увеличивалась на огурцах при укорачивании периода плодоотдачи под влиянием азотобактерина, что в перспективе можно использовать при ступенчатых посевах данной культуры с целью более рациональной организации производства. По капусте белокочанной отмечен существенный рост урожайности при применении азотобактерина, причем следует отметить, что увеличение кратности обработки не влечет за собой увеличения урожайности, влияя только на накопление нитратов в кочанах.

Таблица 2.

Накопление нитратов (мг/кг) в продукции и урожайность (т/га) овощных культур, в среднем за годы исследований

| Варианты опыта | Огурец | Капуста белокочанная |
|--|---------|-------------------------|
| <i>Содержание нитратов в продукции</i> | | |
| Контроль | 205/33* | 1350 |
| Азотобактерин (одна обработка) | 181/23* | 1170 |
| Азотобактерин (две обработки) | - | 697 |
| НСП ₀₅ | 19/7 | 146 |
| <i>Урожайность</i> | | |
| Контроль | 23,6 | 43,6 |
| Азотобактерин (одна обработка) | 24,8 | 52,4 |
| Азотобактерин (две обработки) | - | 50,3 |
| НСП ₀₅ | 1,1 | 2,5 |

Примечание: числитель — в начале уборки, знаменатель — в конце уборки.

Выводы

1. Применение азотобактерина (на основе *Az. vinelandii*) на огурце и капусте белокочанной обуславливает ингибирование группы олиготрофных микроорганизмов и нитрифицирующих бактерий.

2. Отмеченные в выводе 1 процессы в почве приводят к уменьшению количества нитратов в почве и, как следствие, в продукции огурца и капусты белокочанной.

3. Применение азотобактерина приводит к увеличению урожайности капусты белокочанной и сокращению периода плодоотдачи огурца.

Список использованной литературы

1. Соколова М. Г., Акимова Г. П., Нечаева Л. В. Изменение физиологических характеристик роста растений под воздействием ризосферных бактерий // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». — Иркутск, 2008. — Т. 1, №1. — С. 68-71.

2. Мухортов С. Я., Рябчикова В. В. Регулирование функционирования овощных агроценозов при использовании биологически активных веществ // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству. — М.: ВНИИО, 2006. — Т. 2: Технология и земледелие. — С. 401-406.

3. Воробьев П. Н. Азотобактерин как фактор повышения урожайности капусты белокочанной // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества с.-х. продукции. — Мичуринск: МичГАУ, 2007. — Т. 1. — С. 48-50.

4. Свирежев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. — М.: Наука, 1978. — 352 с.
5. Соколова М. Г., Акимова Г. П., Хуснидинов Ш. К. Эффективность применения биопрепаратов ассоциативных бактерий на различных овощных культурах // Агрохимия, 2009. — № 7. — С. 54-59.
6. Белик В. Ф. Методика проведения опытов в овощеводстве и бахчеводстве. — М.: Колос, 1992. — 319 с.
7. Теннер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. — М.: Агропромиздат, 1987. — 239 с.
8. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. — М.: МГУ, 1991. — 304 с.
9. Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. — М.: Наука, 1975. — 105 с.
10. Берестецкий О. А. Фунгистатический потенциал почвы и связи с ее биогенностью // Микология и фитопатология, 1986. — Т. 20, вып. 5. — С. 386-392.
11. Никитин Д. И., Никитина Е. С. Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты бактерий. — М.: Наука, 1978. — 205 с.

S. Ya. Muhortov

Voronezh State Agricultural University, Voronezh

**PROSPECTS FOR THE USE OF BIOPREPARATIONS FOR INCREASING
PRODUCTIVITY OF AGROCENOSSES**