ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
Дражированные семена сахарной свеклы
В ПРОДАЖЕ 15 ГИБРИДОВ

УДК 631.461:633.854.78:632.952
https://doi.org/10.25802/SB.2025.33.22.007

СОСТАВ БАКТЕРИАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА В РИЗОСФЕРЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН И РАСТЕНИЙ ФУНГИЦИДАМИ

Бушнев А.С., кандидат сельскохозяйственных наук
Семеренко С.А., кандидат биологических наук
Бушнева Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур
имени В.С. Пустовойта»
e-mail: protection@vniimk.ru

Аннотация. *Представлены результаты определения структуры бактериальных популяций в ризосфере подсолнечника при применении фунгицидов для предпосевного протравливания семян и обработок растений. Установлено, что в ризосфере подсолнечника доминируют бактерии-аммонификаторы (9,9 х 106 КОЕ/г), азотфиксаторы (4,2 х 106 КОЕ/г) и целлюлозолитики (2,5 х 106 КОЕ/г). Фунгицидные обработки не оказывали значимого влияния на микробный состав ризосферы подсолнечника. Количество микроорганизмов основных трофических групп во всех исследованных вариантах было сопоставимо с контролем.*

Ключевые слова*: микробиота, бактерии, ризосфера, фунгицид, подсолнечник.*

Введение. Почвенная микробиота представляет собой наиболее многочисленную и разнообразную биологическую систему в природе. Ее состав включает бактерии, актиномицеты, грибы, археи и другие микроорганизмы [1]. Микробные сообщества ризосферы растений оказывают значительное влияние на продуктивность агроценозов, в том числе посевов подсолнечника. Доминирующей группой микроорганизмов в ризосфере являются бактерии, доля которых в общей биомассе составляет 70–90 % [2].

В структуре бактериальных популяций ризосферы сельхозкультур, в том числе и подсолнечника, преимущественное значение имеют такие группы, как аммонификаторы, нитрифицирующие бактерии, азотфиксирующие бактерии, бактерии, участвующие в круговороте серы, железа, фосфора и других элементов (серобактерии, железобактерии и т.д.), целлюлозолитические бактерии [3]. Они выполняют широкий спектр важных функций, включая метаболизм питательных веществ для растений, поддержание нормального функционирования почвы, улучшение ее физических свойств, биоконтроль фитопатогенов, повышение устойчивости растений к абиотическим стрессам (например, дефициту влаги), биодеградацию пестицидов и тяжелых металлов [4, 5].

В то же время микроорганизмы чувствительны к изменениям, вызванным использованием пестицидов при выращивании сельскохозяйственных культур. Их применение приводит к перераспределению соотношения видов микроорганизмов в почве, что, в свою очередь, ухудшает ее плодородие [6, 7].

В современном сельскохозяйственном производстве подсолнечника применение химических средств защиты растений является неотъемлемой частью. Поэтому основной целью нашей работы являлось изучение структурного и количественного состава бактериальной микробиоты в ризосфере при использовании фунгицидов для предпосевного протравливания семян и обработок вегетирующих растений подсолнечника.

Материалы и методы. Материалом послужили результаты изучения состава бактериальной микрофлоры в ризосфере подсолнечника (сорт Караван, селекция ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК) при применении фунгицидов, проведенного в рамках научно-исследовательской работы по государственному заданию № 082-3-2023-0003 «Изменчивость микробиоты ризосферы в зависимости от элементов технологии возделывания подсолнечника».

Исследования проводили на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в 2024 г. на 2 отделении ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (х. Октябрьский). Семена протравливали, а растения подсолнечника опрыскивали фунгицидами в фазах бутонизации и цветения. Кроме этого, во всех вариантах опыта семена обрабатывали инсектицидом Круйзер, КС (тиаметоксам, 600 г/л) – 8,0 л/т совместно с Гуматом калия – 2,0 л/т.

СОЮЗ СЕМСВЕКЛА

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль – без обработки от болезней;
2. ЗР-1 (эталон) – эталон, инкрустация семян: Максим, КС (флудиоксонил, 25 г/л) – 5,0 л/т + Апрон, XL, ВЭ (мефенок-сам, 350 г/л) – 3,0 л/т и двукратная обработка растений: Амистар Голд, СК (азоксистробин, 125 + дифеноконазол, 125 г/л) – 1,0 л/га;
3. ЗР-2 – инкрустация семян: Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л) – 0,4 л/т + Апрон XL, ВЭ (мефеноксам, 350 г/л) – 3,0 л/т и двукратная обработка растений: Мистерия, МЭ (дифеноконазол, 40 + пираклостробин, 80 + тебуконазол, 80 г/л) – 1 л/га;
4. ЗР-3 – инкрустация семян: Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л) – 0,4 л/га + Апрон XL, ВЭ (мефеноксам, 350 г/л) – 3,0 л/т и двукратная обработка растений: Колосаль Про, КМЭ (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,4 л/га;
5. ЗР-4 – инкрустация семян: Максим Голд, КС (мефеноксам, 10 г/л + флудиоксонил, 25 г/л) – 1,5 л/т + Апрон XL, ВЭ (мефеноксам, 350 г/л) – 3,0 л/т и двукратная обработка растений: Мистерия, МЭ (дифеноконазол, 40 + пираклостробин, 80 + тебуконазол, 80 г/л) – 1,0 л/га;
6. ЗР-5– инкрустация семян Максим Голд, КС (мефеноксам, 10 г/л + флудиоксонил, 25 г/л) – 1,5 л/т + Апрон XL, ВЭ (мефеноксам, 350 г/л) – 3,0 л/т и двукратная обработка растений Колосаль Про, КМЭ (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,4 л/га;
7. ЗР-6 – инкрустация семян: Клад, КС (имазалил, 60 г/л + тебуконазол, 60 г/л + тиабендазол, 80 г/л) – 0,6 л/т + Апрон XL, ВЭ – 3,0 л/т и двукратная обработка растений: Мистерия, МЭ (дифеноконазол, 40 + пираклостробин, 80 + тебуконазол, 80 г/л) – 1 л/га;
8. ЗР-7 – инкрустация семян: Клад, КС (имазалил, 60 г/л + тебуконазол, 60 г/л + тиабендазол, 80 г/л) – 0,6 л/т + Апрон XL, ВЭ (мефеноксам, 350 г/л) – 3,0 л/т и двукратная обработка растений: Колосаль Про, КМЭ (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,4 л/га.

Повторность опыта – трехкратная, площадь делянки – 27 м^2, размещение делянок – систематическое, агротехника в опыте – рекомендованная для выращивания подсолнечника, предшественник – озимая пшеница.

Исследование микробиологического фона опытного участка и состава микробиоты ризосферы подсолнечника включало отбор почвенных проб перед посевом в слое 0–20 см, в фазах 4–6 настоящих листьев и созревания. Пробы ризосферы отбирали в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-83. Определение состава бактериальной микрофлоры почвы проводили в центре биотехнологии ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» согласно общепринятым методам почвенной микробиологии. Идентификацию микроорганизмов осуществляли методом времяпролетной масс-спектрометрии с матрично-ассоциированной лазерной десорбцией/ионизацией. Для анализа использовали характеристические масс-спектры профилей области рибосомальных пептидов/белков m/z 4000–15000.

Для оценки полученных экспериментальных данных применяли дисперсионный анализ.

Результаты исследования. В ходе анализа почвенных образцов, взятых на опытном участке на глубине 0–20 см перед посевом подсолнечника, определено значительное разнообразие бактериальной флоры. Наиболее многочисленными оказались аммонифицирующие (9,9 х 106 КОЕ/г) и азотфиксирующие (4,2 х 106 КОЕ/г) бактерии. Также были обнаружены целлюлозолитические бактерии в количестве 2,5 х 106 КОЕ/г, нитрифицирующие – 4,0 х 104 КОЕ/г и в наименьшем количестве –денитрифицирующие бактерии (1,0 х 103 КОЕ/г) (табл. 1).

Исследование образцов ризосферы подсолнечника, отобранных в фазе 4–6 настоящих листьев, выявило, что в контроле и варианте ЗР-7 количество бактерий-аммонификаторов оказалось на порядок ниже, чем было зафиксировано в предыдущем исследовании. Концентрация этих микроорганизмов составила 8,7 х 105 КОЕ/г и 6,5 х 105 КОЕ/г, соответственно. В остальных вариантах опыта количество аммонификаторов соответствовало значениям, полученным ранее, и варьировало в пределах от 1,4 х 106 КОЕ/г до 6,3 х 106 КОЕ/г.

В зависимости от варианта опыта, количество азотфиксирующих бактерий в прикорневой зоне подсолнечника колебалось от 6,7 х 106 до 1,1 х 108 КОЕ/г,

Таблица 1. Количество бактериальной биоты в ризосфере подсолнечника в фазе 4-6 настоящих листьев при применении фунгицидов, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024 г.

Вариант*	Титр бактерий в ризосфере подсолнечника, КОЕ/г				
	аммонификаторы	азотфиксаторы	целлюлозолитики	нитрификаторы	денитрификаторы
до посева	9,9 х 106	4,2 х 106	2,5 х 106	4,0 х 104	1,0 х 103
Контроль, без обработки	8,7 х 105	1,2 х 107	1,2 х 106	1,0 х 104	3,3 х 105
ЗР-1 (эталон)	3,4 х 106	1,7 х 107	7,2 х 106	1,0 х 104	3,3 х 105
ЗР-2	1,6 х 106	3,7 х 107	2,2 х 106	1,0 х 104	7,0 х 103
ЗР-3	1,9 х 106	4,7 х 106	2,5 х 106	1,0 х 104	1,0 х 103
ЗР-4	1,4 х 106	1,1 х 108	4,6 х 106	1,0 х 104	6,7 х 105
ЗР-5	6,3 х 106	3,7 х 107	3,3 х 106	1,0 х 104	3,4 х 104
ЗР-6	3,4 х 106	8,0 х 106	4,8 х 106	1,0 х 104	3,3 х 105
ЗР-7	6,5 х 105	6,7 х 106	2,4 х 106	1,0 х 104	3,7 х 102

*Подробная схема представлена в разделе материалы и методы

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
Дражированные семена сахарной свеклы
В ПРОДАЖЕ 15 ГИБРИДОВ

достигая наибольших значений в варианте ЗР-4. Отмечалось увеличение концентрации бактерий по сравнению с предыдущим исследованием, однако, в вариантах ЗР-6 и ЗР-7 их численность осталась на прежнем уровне. Численность целлюлозолитических бактерий соответствовала уровню ранее установленных значений и варьировала от 1,2 х 106 до 7,2 х 106 КОЕ/г, расхождений между вариантами опыта не наблюдалось. Результаты анализа концентрации бактерий-нитрификаторов в ризосфере подсолнечника показали отсутствие изменений по сравнению с ранее полученными данными. Во всех исследованных вариантах этот показатель был сопоставим с контролем (1,0 х 104 КОЕ/г).

Таблица 2. Количество бактериальной биоты в ризосфере подсолнечника в фазе созревания при применении фунгицидов, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024

Вариант*	Титр бактерий в ризосфере подсолнечника, КОЕ/г				
	аммонификаторы	азотфиксаторы	целлюлозолитики	нитрификаторы	денитрификаторы
Контроль, без обработки	5,3 х 107	1,7 х 107	8,0 х 106	1,0 х 104	1,0 х 105
ЗР-1 (эталон)	2,7 х 107	5,3 х 106	2,1 х 107	1,0 х 104	7,0 х 104
ЗР-2	5,4 х 106	9,3 х 106	4,5 х 107	1,0 х 104	7,0 х 104
ЗР-3	9,4 х 106	6,1 х 108	1,2 х 107	1,0 х 104	1,0 х 105
ЗР-4	3,3 х 107	2,4 х 107	3,9 х 107	1,0 х 104	1,0 х 105
ЗР-5	2,3 х 107	1,9 х 107	1,6 х 107	4,0 х 104	1,0 х 105
ЗР-6	4,9 х 107	6,7 х 106	2,7 х 106	1,0 х 104	1,0 х 105
ЗР-7	3,1 х 107	8,0 х 106	3,9 х 107	1,0 х 104	1,0 х 105

*Подробная схема представлена в разделе материалы и методы

В ризосфере подсолнечника определяли колебания в численности денитрифицирующих бактерий. Их титр изменялся от 3,7 х 102 до 6,7 х 105 КОЕ/г почвы. Средняя численность этих бактерий в контроле составила 3,3 х 105 КОЕ/г, близкие показатели демонстрировали варианты ЗР-1, ЗР-4 и ЗР-6. В то же время, минимальное количество было обнаружено в варианте ЗР-7 – всего 3,7 х 102 КОЕ/г.

В большинстве образцов почвы, отобранных из ризосферы подсолнечника в фазе созревания количество аммонифицирующих бактерий увеличилось, достигнув концентрации от 2,3 х 107 до 5,3 х 107 КОЕ/г. Исключением стали варианты, где применяли препараты ЗР-2 и ЗР-3. В этих случаях наблюдалось некоторое снижение численности бактерий до 5,4 х 106 и 9,4 х 106 КОЕ/г, соответственно.

Количество азотфиксаторов в контроле и вариантах ЗР-5, ЗР-6 и ЗР-7 практически не изменилось. В вариантах ЗР-1, ЗР-2 и ЗР-4 наблюдали снижение численности бактерий на порядок, в то время как в варианте ЗР-3, наоборот, произошло их увеличение на два порядка. К уборке урожая популяция целлюлозолитических бактерий увеличилась до уровня 1,2 х 107–4,5 х 107 КОЕ/г во всех вариантах за исключением контроля (8,0 х 106 КОЕ/г) и варианта ЗР-6 (2,7 х 106 КОЕ/г). Численность бактерий-нитрификаторов в контроле не менялась на протяжении всего периода вегетации подсолнечника, удерживаясь на уровне 1,0 х 104 КОЕ/г. Применение средств защиты растений не привело к изменениям в численности этих микроорганизмов, среднее значение которых составило 1,0–4,0 х 104 КОЕ/г (табл. 2).

К моменту созревания подсолнечника, популяция денитрифицирующих бактерий составляла от 7,0 х 104 до 1,0 х 105 КОЕ/г. В вариантах ЗР-2, ЗР-3, ЗР-5 и ЗР-7 наблюдалось умеренное увеличение количества этих бактерий, тогда как в варианте ЗР-1 их популяция несколько сократилась.

Заключение. На основании проведенных исследований выявлено, что при возделывании подсолнечника в почве содержится значительное разнообразие бактериальной микрофлоры. Доминирующими группами оказались бактерии, участвующие в аммонификации (9,9 х 106 КОЕ/г), фиксации азота (4,2 х 106 КОЕ/г) и разложении целлюлозы (2,5 х 106 КОЕ/г). Наряду с ними, в почве присутствовали бактерии, осуществляющие нитрификацию (4,0 х 104 КОЕ/г) и денитрификацию (1,0 х 10^3 КОЕ/г). В целом, концентрация трофических групп бактерий в ризосфере подсолнечника при всех вариантах обработки фунгицидами была схожей и не имела значимых отличий от контроля как в фазе 4–6 настоящих листьев, так и в фазе созревания подсолнечника. Численность бактериальных микроорганизмов изменялась в пределах одного порядка относительно контроля, что указывает на отсутствие выраженного воздействия пестицидов на микробное сообщество ризосферы подсолнечника.

Список использованной литературы

1. Литусов, Н.В. Микрофлора окружающей среды и тела человека: учеб. пособие. - Н.В. Литусов, А.Г. Сергеев, Ю.В. Григорьева, В.Г. Ишутинова. - Екатеринбург, 2008. - 28 с.

2. Islam, W. Role of environmental factors in shaping the soil microbiome / W. Islam, A. Noman, H. Naveed, Z. Huang, Y.H. Chen H. // Environ. Sci. Pollut. Res. - 2020. - Vol. 27(33). - P. 41225–41247.

3. Литусов, Н.В. Общая микробиология. Илл. уч. пособие / Н.В. Литусов. - Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2015. - 516 с.

4. Андронов, Е.Е. Анализ показателей почвенного микробиома в процессах, связанных с почвообразованием, трансформацией органического вещества и тонкой регуляции вегетационных процессов / Е.Е. Андронов, Е.А. Иванова, Е.В. Першина, О.В. Орлова,

Ю.В. Круглов, А.А. Белимов, И.А. Тихонович // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. - 2015. - Вып. 80. - С. 83–94.

5. Бушнев, А.С. О ризосфере полевых культур и факторах, влияющих на динамику ее микробиоты (обзор) / А.С. Бушнев, Д.А. Курилова, И.А. Котлярова // Масличные культуры. - 2023. - № 4(196). - С. 97-109.

6. Громова, В.С. Изучение влияния современных видов пестицидов на биологическую активность почвы / В.С. Громова, О.А. Пчеленок, А.Г. Шушпанов // Экология ЦЧО РФ. - 2012. - № 2(29). - С. 128-130.

7. Иванцова, Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту / Е.А. Иванцова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. - 2013. - № 1. - С. 35-40.

The composition of the bacterial community in the sunflower rhizosphere when using fungicides for treatment of seeds and plants

Bushnev A.S., Semerenko S.A., Bushneva N.A.

Summary. *The results of determining the structure of bacterial populations in the sunflower rhizosphere when using fungicides for pre-sowing seeds and plants treatments are presented. The sunflower rhizosphere was found to be dominated by ammonium bacteria (9.9 x 106 cfu/g), nitrogen fixers (4.2 x 106 cfu/g) and cellulosolytics (2.5 x 106 cfu/g). Fungicidal treatments do not significantly affect the microbial composition of the sunflower rhizosphere. The number of microorganisms of the main trophic groups in all tested variants was comparable to the control.*

Keywords: *microbiota, bacteria, rhizosphere titer, fungicide, sunflower.*

ИНФОРМАЦИЯ

Гибриды подсолнечника кубанской селекции признаны лучшими

Сегодня Россия обеспечена семенами отечественной селекции более чем на 67 %, а к 2030 г. показатель должен вырасти до 75 %.

Открытия российских селекционеров и ученых, внедрение научно-технических проектов, а также обновление материально-технического оборудования вносят большой вклад в развитие отечественной селекции и достижение поставленной задачи.

Гибриды подсолнечника селекции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта Сурус и Тайзар признаны лучшими. Об этом объявили на первой Всероссийской отраслевой премии «Селекционный прорыв». Церемония награждения прошла на Всероссийском форуме селекционеров и семеноводов «Русское поле – 2025» в Казани при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Высокую оценку получили два гибрида кубанской селекции. Гибрид Тайзар одержал победу в номинации «Лучший гибрид подсолнечника по технологии выращивания. Классическая технология». Гибрид Сурус был отмечен в категории «Востребованность рынком – лауреаты по доле в посевных площадях культуры в РФ». По данным ФГБУ «Россельхозцентр», в 2024 г. в России было высеяно 900 тонн семян этого гибрида, что позволило ему впервые войти в десятку наиболее востребованных сельскохозяйственных культур и занять шестое место. Гибрид также взял «Приз зрительских симпатий» в номинации «Частота упоминаний в опросах аграриев».

Оба награжденных гибрида относятся к высокомасличной группе и устойчивы к основным болезням подсолнечника и заразихе, повышают урожайность. В 2024 г. в регионах Центрального и Южного федеральных округов урожайность составила от 39 до 44 ц/га.

«Получение отраслевой награды – это знак признания со стороны профессионального сообщества, свидетельство успешной работы ученых-селекционеров ВНИИМК и доказательство конкурентоспособности российских гибридов», – отметила заместитель директора ВНИИМК по научной работе Марина Валериевна Трунова.

Премия «Селекционный прорыв» учреждена для популяризации достижений отечественной селекции. В 2025 г. конкурс проводился также по культурам «Соя», «Пшеница яровая» и «Ячмень яровой», победителями в этих категориях стали научные учреждения из Белгородской, Свердловской, Новосибирской, Тюменской и Самарской областей.

ВНИИМК