

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ*

Н. Н. Шулико

Омский аграрный научный центр, г. Омск, Россия

shuliko@anc55.ru

АННОТАЦИЯ. Исследования проводили на яровой мягкой пшенице в полевых опытах ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в южной лесостепи Западной Сибири с целью определения влияния применения биопрепаратов ассоциативных диазотрофов на биологические свойства ризосферы яровой мягкой пшеницы. Установлено, что прикорневая микрофлора мягкой пшеницы неоднозначно реагировала на инокуляцию биопрепаратами и зависела как от генотипических особенностей сортов, так и от применяемого препарата. Активность гидролитических ферментов в большинстве вариантов опыта имела тенденцию к увеличению относительно контроля (до 17%), однако активность окислительно-восстановительного фермента каталазы снижалась от применяемого агроприема в пределах ошибки опыта (до 4%).

Ключевые слова: ферментативная активность, плодородие, биопрепараты, пшеница.

Введение. Одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства в современных условиях является повышение урожайности на достаточном уровне с использованием подходов, направленных на получение экологически чистой продукции и сохранение плодородия сельскохозяйственных земель. В последние десятилетия одним из основных путей решения данной задачи во многих странах мира является использование микробиологических средств, обеспечивающих стимуляцию роста и развития растений, защиту от вредных организмов, утилизацию пожнивных остатков и т.п. Использование биопрепаратов при возделывании зерновых культур немного уступает по эффективности химическим фунгицидам, однако биофунгициды могут быть дешевле химических препаратов в 2–2,5 раза [1, 2].

Под влиянием бактериальных удобрений изменяется активность почвенных ферментов, образующихся в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Ферментативная активность точно и верно отражает биологические свойства почвы и их изменение под влиянием

антропогенных факторов [3, 4]. Установлено, что активность протеазных ферментов возрастает от 11 до 38% от применения природных материалов в качестве удобрений [5].

Цель исследования – определить влияние ассоциативных ризобактерий на ферментативную активность ризосферы пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Материалы и методы. Исследования проведены в южной лесостепной зоне Омского Прииртышья в 2021–2022 гг. в полевых опытах ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», (Омская область, Омский район, 55.04192 с.ш., 73.46504 в.д.). Территория относится к Приомской равнине, являющейся составной частью Барабинской неогеновой равнины.

Объектами исследований послужили лугово-черноземная почва (ризосфера) южной лесостепной зоны Западной Сибири и сорта яровой пшеницы. Почва лугово-черноземная (Chernozems, по международной классификации WRB), среднемощная, среднегумусовая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в слое 0–0,2 м – около 6,5%, рНвод – 7,0 [6, 7]. Мощность гумусового горизонта «А» – 0,45

* исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23–76–10064, <https://rscf.ru/project/23-76-10064/>.

м. Почва с поверхности – тяжелый суглинок (40–46% физической глины). Профиль имеет четырех-пятичленное строение и является типичным для южно-лесостепной почвенно-климатической зоны. Водопроницаемость, определенная через месяц после плоскорезного рыхления осенью, характеризуется как хорошая. Плотность пахотного слоя 1,07–1,14 г/см³. Содержание фосфора в 0–0,2 м слое – среднее (менее 100 мг/кг, по Чирикову), обеспеченность обменным калием – очень высокая (более 180 мг/кг почвы).

Использовали сорта яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Омского АНЦ»: Омская 42, Омская 44, Тарская 12. Выбор сортов определен высокой адаптивностью к условиям лесостепи Западной Сибири и производственными характеристиками: Омская 42 – среднеспелый, засухоустойчивый сорт, средняя урожайность в сибирском регионе – 22,8 ц/га; Омская 44 – среднеспелый сорт, проявляет устойчивость к листовым и головневым заболеваниям, средняя урожайность 29,8 ц/га; Тарская 12 – среднеранний сорт, характеризуется высоким уровнем устойчивости к бурой ржавчине, средняя урожайность – 26,9 ц/га.

Предпосевная инокуляция семян проведена согласно рекомендациям производителя препаратами комплексного действия, изготовленными во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ): Мизорин (*Arthrobacter mysorens* 7) – биопрепарат, основанный на штамме ассоциативных азотфиксаторов, оказывает стимулирующее действие, ограничивает поступление и накопление в растениях нитратов, радионуклидов и тяжелых металлов, норма внесения: 0,3–0,4 кг на гектарную норму семян; Флавобактерин (*Flavobacterium* sp. L-30) – биопестицид фунгицидно-стимулирующего действия, норма внесения 0,3 кг на гектарную норму семян.

Посев пшеницы осуществлялся с помощью сеялки ССФК-7,0 в оптимальные сроки с проведением комплекса весенне-полевых работ.

Отбор проб ризосферы осуществляли в фазы развития растений: кущение (июнь), колошение (июль), налив зерна (август). Анализ ферментативной активности почвы проводился в воздушно-сухих образцах: инвертазы по Купревичу, уреазы по Гофману, каталазы –

Таблица 1. Ферментативная активность ризосферы пшеницы в зависимости от применения биопрепаратов, в 1 г воздушно сухой почвы, 2021–2022, (n=6)

Вариант	Каталаза, O ₂ (куб. см/мин)/г почвы/24 ч	Уреаза, мг. NH ₃ / г почвы/24 ч	Инвертаза, мг инвертн. сахара/г почвы/24 ч
Омская 42			
Контроль	1,48	0,34	11,5
Мизорин	1,51	0,31	11,6
Флавобактерин	1,44	0,32	11,8
Омская 44			
Контроль	1,49	0,31	11,6
Мизорин	1,50	0,32	11,6
Флавобактерин	1,45	0,36	13,0
Тарская 12			
Контроль	1,50	0,34	12,2
Мизорин	1,49	0,35	12,0
Флавобактерин	1,44	0,31	12,0
HCP ₀₅ A, B*	0,06	0,03	0,46
HCP ₀₅ AB	0,10	0,04	0,80

* A – фактор сорт, B – фактор бактеризация, AB – взаимодействие A и B

газометрически [8]. Интенсивность микробиологических процессов трансформации азотсодержащих соединений в почве оценивали по коэффициентам минерализации (КАА/МПА) и иммобилизации (МПА/КАА) [9]. Математическую обработку полученных данных проводили методами вариационной статистики [10] (среднее арифметическое, стандартное отклонение, коэффициент вариации и критерий Фишера) с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2007.

Метеоусловия 2021–2022 лет исследований характеризовались засушливостью. Погодные условия вегетационного периода 2021 г. были неблагоприятными для роста и развития зерновых культур, ГТК=0,76 (норма 1,1). 2022 г. был недостаточно увлажненными, ГТК=0,80. Чередующиеся периоды засухи и увлажнения почвы в период вегетации растений, а также поздние заморозки обусловили колебания в численности микроорганизмов ризосферы пшеницы.

Результаты исследования и обсуждение. В ходе проведения исследований выявлена активизация уреазной и инвертазной активности ризосферы, которая выражалась в увеличении активности ее энзимов на 17 и 12% на пшенице Омская 44 вариант с Флавобактерином, в меньшей степени с Мизорином – на 5%. При этом доля влияния фактора применения бактери-

альных препаратов значительна для фермента инвертазы, составляя около 40%, на изменение активности фермента уреазы наибольшее влияние оказало взаимодействие факторов – 87%. Активность каталазы, биохимия которой сопряжена с окислительно-восстановительными реакциями и участием в процессе гумификации, снижалась практически во всех вариантах с применением биопрепарата Флавобактерин, однако мера снижения оказалась незначительной (до 3–4%) (таблица 1).

Согласно шкалам Д. Г. Звягинцева (1978), используемым для оценки степени обогащенности ферментами, изучаемая почва по активности каталазы, инвертазы и уреазы относится к бедным.

Закключение. Результаты проведенных исследований демонстрируют несущественное воздействие приема предпосевной бактериализации семян препаратами комплексного действия на ферментативную активность ризосферы. В активности гидролитических ферментов отмечена тенденция к увеличению относительно контроля до 17%, активность окислительно-восстановительного фермента каталаза снижалась от применяемого агроприема до 4% относительно контроля.

ENZYMATIC ACTIVITY OF THE RHIZOSPHERE OF GRAIN CROPS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

N. N. Shuliko

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

shuliko@anc55.ru

ABSTRACT. The research was carried out on spring soft wheat in field experiments of the Omsk Agricultural Research Center in the southern forest-steppe of Western Siberia in order to determine the effect of the use of biologics of associative diazotrophs on the biological properties of the rhizosphere of spring soft wheat. It was found that the basal microflora of soft wheat reacted ambiguously to inoculation with biological preparations and depended both on the genotypic characteristics of the varieties and on the drug used. The activity of hydrolytic enzymes in most variants of the experiment tended to increase relative to the control (up to 17%), however, the activity of the redox enzyme catalase decreased from the applied agricultural method within the experimental error (up to 4%).

Keywords: enzymatic activity, fertility, biological products, wheat

Литература

- ¹ Корчагина И. А., Юшкевич Л. В. Сорты пшеницы в интенсивном земледелии Омского Прииртышья. Омск: ФГБНУ Омский аграрный научный центр, 2023. 172 с.
- ² Эффективность защиты яровой пшеницы биопрепаратами и фунгицидами в лесостепи Приобья: II. Особенности действия в условиях недостатка влаги / Власенко Н. Г., Павлюшин В. А., Теплякова О. И., Кулагин О. В., Морозов Д. О. // Вестник защиты растений. 2022. Т. 105, № 4. С. 181–192. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2022-105-4-15357>
- ³ Влияние биопрепаратов комплексного действия на биологическую активность ризосферы и продуктивность льна-долгунца / О. Ф. Хамова, А. И. Мансапова, М. А. Горбова [и др.] // Плодородие. – 2021. – № 2(119). – С. 52–55. – DOI 10.25680/S19948603.2021.119.14. – EDN LFYARU.
- ⁴ Шулико, Н. Н. Экологическое состояние лугово-черноземной почвы при длительном орошении / Н. Н. Шулико, А. Ю. Тимохин, Е. В. Тукмачева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(55). – С. 79–85. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-79-85.
- ⁵ Козлов А. В., Куликова А. Х., Селицкая О. В., Уромова И. П. Устойчивость микробиологической активности дерново-подзолистой почвы в условиях применения диатомита и цеолита // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 26–47. <https://doi.org/10.17223/19988591/46/2>
- ⁶ Классификация и диагностика почв СССР / Егоров В. В., Фридланд В. М., Иванова Е. Н., Розов Н. Н., Носин В. А., Фриев Т. А. Москва: Колос, 1977. 221 с.
- ⁷ World reference base for soil resources: 2006: a framework for international classification, correlation and communication / E. Micheli, P. Schád, O. Spaargaren, D. Dent, F. Nachtergaele, WRB IUSS. FAO: Rome, 2006. 130 p.
- ⁸ Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252 с.
- ⁹ Муха, В. Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В. Д. Муха // Сб. науч. трудов Харьковского СХИ– Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13–16.
- ¹⁰ Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- ¹¹ Звягинцев, Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48–52.