

УДК 579.64; 631.461; 633.1

EDN SYCQOW

Тишков Н. М.¹, Тильба В. А.¹, Махонин В. Л.¹, Якубовская А. И.², Каменева И. А.²,
Шкарупа М. В.¹

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ
ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ**

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур имени В.С. Пустовойта»;

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Деградация почвенного плодородия сделала актуальной разработку приемов биологизации агротехнологий сельскохозяйственных культур, в частности подсолнечника (*Helianthus annuus* L.). Цель исследований – изучить влияние полифункциональных микробных препаратов на урожайность и качество урожая подсолнечника. Исследования проводили в 2020–2021 гг. в научном севообороте центральной экспериментальной базы ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (г. Краснодар). Почва опытного участка – чернозём выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Площадь делянки 50,0 м², учётная площадь – 25,0 м², повторность трёхкратная. Посев проводили вручную селекционными сажалками с густотой стояния растений 40–41 тыс. шт./га. Агротехника – рекомендованная для центральной природно-климатической зоны Краснодарского края. Семена среднераннего гибрида подсолнечника Тайфун инокулировали перед посевом микробными препаратами «Фосфостим-Агро», «Биопротид-Агро», «Микробиоком-Агро» и «Флавобак-Агро», разработанными в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Контрольный вариант – без обработки. Опыты, учет урожая и статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами. Содержание масла в семянках определяли по ГОСТ 8.596-2010, разработанном в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Результаты показали эффективность исследуемых микробных препаратов в погодных условиях 2020–2021 гг. Предпосевная обработка семян гибрида подсолнечника Тайфун биопрепаратами существенно увеличила диаметр корзинки (на 0,6–0,9 см), число выполненных семянок в корзинке (на 66–88 шт.) и масличность семянок (0,6–1,0 %). Благодаря положительному влиянию на элементы структуры урожая микробные препараты достоверно повысили урожайность подсолнечника на 0,17–0,23 т/га (5,6–7,6 %) и сбор масла на 0,10–0,13 т/га (7,5–9,8 %).

Ключевые слова: подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), микробные препараты, урожайность, качество, структура урожая.

Для цитирования: Тишков Н. М., Тильба В. А., Махонин В. Л., Якубовская А. И., Каменева И. А., Шкарупа М. В. Эффективность микробных препаратов полифункционального действия при возделывании подсолнечника на чернозёме выщелоченном // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 188–197. EDN: SYCQOW.

For citation: Tishkov N. M., Tilba V. A., Makhonin V. L., Yakubovskaya A. I., Kameneva I. A., Shkarupa M. V. Efficiency of microbial preparations with polyfunctional action in growing *Helianthus annuus* L. on chernozems leached // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 188–197. EDN: SYCQOW.

Введение

Технология выращивания подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) базируется на минеральной системе удобрений и применении пестицидов, чрезмерное увлечение которыми может привести к негативным последствиям: деградации почвенного плодородия, загрязнению окружающей среды, снижению качества продуктов питания и другим. Поэтому важное практическое значение приобретает биологизация земледелия. Одним из альтернативных приемов биологического земледелия является повышение эффективности растительно-микробного взаимодействия за счет интродукции с микробиологическими препаратами активных штаммов микроорганизмов.

Исследования Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы [1] показали, что применение микробных препаратов для инокуляции семян способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы на 0,21–0,60 т/га, кукурузы на 0,32–0,94 т/га, ячменя на 0,24–0,31 т/га, гороха на 0,31–0,58 т/га, подсолнечника на 0,64–0,88 т/га.

В опытах ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (2012–2015 гг.) [2] выявлено, что перспективные штаммы diaзотрофных бактерий повышали продуктивность риса, прибавки урожая зерна при инокуляции семян достигали 34,8–69,6 %, причем наиболее эффективным оказался штамм *Phyllobacterium ifriqiense* б.

В работе [3] рассмотрены вопросы о роли ассоциативной азотфиксации в повышении продуктивности агроценозов, влиянии внесённых удобрений, агрохимических показателей плодородия почвы и метеорологических условий на эффективность биопрепаратов diaзотрофов и урожайность яровых зерновых культур.

Еговцева А. Ю. и соавторы [4] в исследованиях с сортами пшеницы Ермак, Багира, Лидия в 2018–2020 гг. установили, что под влиянием бактериализации семян штаммами diaзотрофов изменяется численность микроорганизмов различных экологотрофических групп чернозёма южного ризосферы пшеницы. Выявлен наиболее отзывчивый на инокуляцию семян штаммами diaзотрофов сорт Багира, урожайность которого возрастала на 0,2–0,4 т/га (5–10 %). Показано, что на урожайность зерна наибольшее влияние оказывала численность бактерий рода *Azotobacter*.

Исследования ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» показали положительное влияние инокуляции семян льна-долгунца биопрепаратами на основе штаммов ассоциативных азотфиксаторов на численность микроорганизмов в ризосфере культуры, нитрификационную способность почвы, урожайность и качество льнопродукции. Между количеством микроорганизмов ризосферы, урожайностью соломы и волокна льна-долгунца выявлены зависимости средней степени ($r = 0,59$ и $0,49$ соответственно). Урожайность соломы составила 4,19–4,49 т/га [5]

На чернозёмах обыкновенных Ростовской области изучали эффективность применения симбиотических и ассоциативных азотфиксирующих препаратов на озимой пшенице, озимом ячмене и сое [6]. Инокуляция семян озимых зерновых культур повышала урожайность на 2,3–10,1 %, сои на 8,5–10,1 %. Выявлена видовая предрасположенность к diaзотрофам: озимой пшеницы к «Ризоагрину», озимого ячменя к «Мизоагрину».

Изучено в 2012–2014 гг. влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов со штаммами ассоциативных азотфиксаторов «ПГ-5», «Флавобактерин 17-1», «Мизорин 7» на урожайность гибридов подсолнечника Патриот и Донской 1448 [7, 8]. Установлено увеличение урожайности подсолнечника гибрида Донской 1448 при инокуляции семян «Флавобактерином» на 0,12 т/га (7,8 %), гибрида Патриот ПГ-5 – на 0,37 т/га (23,0 %) в сравнении с контролем. При внесении оптимальной дозы удобрения

N₄₀P₅₀ под гибрид Патриот и N₄₀P₁₀₀ под гибрид Донской 1448 прибавки урожая достигали 0,46 т/га (28,4 %) и 0,47 т/га (30,7 %) соответственно.

Ряд исследователей показали роль почвенных бактерий [9, 10] и микоризных грибов [11] в оптимизации фосфорного питания растений и роль биоудобрений в управлении продуктивностью сельскохозяйственных культур. Так, например, совместное применение минеральных удобрений и микробного препарата «Фитостимифос» обеспечило прибавку урожая семян фасоли овощной на 10,1–11 ц/га, бобов овощных – на 9,6–9,9 ц/га и сырого протеина [12]. Показано, что при выращивании томата гибрида Омега действие «Фитостимифоса» равнозначно действию 20 кг/га д. в. фосфора минеральных удобрений [13]. Отмечается повышение стрессоустойчивости растений к действию негативных факторов, в частности тяжелых металлов [14].

Следует отметить недостаточную изученность применения микробных препаратов при выращивании подсолнечника в Краснодарском крае.

Цель исследований – изучить влияние полифункциональных микробных препаратов на урожайность подсолнечника и качество полученной продукции.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2020–2021 гг. в научном севообороте центральной экспериментальной базы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар). Почва опытного участка – чернозём выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. В слое почвы 0–20 см обменная кислотность (рН_{KCl}) – 5,7–5,8, гидролитическая кислотность 4,3–4,4 мг-экв./100 г почвы, сумма поглощённых оснований 30,7–30,9 мг-экв./100 г почвы, нитрификационная способность – 18,4–18,6 мг NO₃/кг почвы, содержание гумуса по И. В. Тюрину – 3,45–3,59 %, подвижного фосфора – 25,7–26,4 мг/кг почвы (в вытяжке по Б. П. Мачигину), обменного калия в этой же вытяжке 408–418 мг/кг почвы. В ризосфере подсолнечника в фазы бутонизации и цветения определяли содержание аммонийного азота с реактивом Несслера, нитратного азота – потенциометрическим методом [15].

Семена среднераннего гибрида подсолнечника Тайфун инокулировали перед посевом микробными препаратами, разработанными в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма»: «Фосфостим-Агро» (продуцент – штамм фосфатмобилизирующей бактерии со стимулирующим эффектом [16]), «Биопротид-Агро» (штамм бактерий – антагонист фитопатогенов), «Микробиоком-Агро» (комплекс микробных препаратов для оптимизации азотного, фосфорного питания и контроля фитопатогенов) и «Флавобак-Агро» (на основе перспективного штамма диазотрофных бактерий). Микробные препараты применяли в количестве 20 мг/кг семян.

Площадь делянки 50,0 м², учётная площадь – 25,0 м², повторность трёхкратная. Посев проводили вручную селекционными сажалками по три семянки в гнездо с последующей прорывкой и расстановкой по одному растению в гнезде при образовании шести–восьми настоящих листьев с густотой стояния растений 40–41 тыс. шт./га.

Агротехника в опытах – рекомендованная для центральной природно-климатической зоны Краснодарского края [17]. Обработку посевов гербицидами и фунгицидами не проводили, удобрения не вносили. Предшественник – озимая пшеница, под которую применяли азотно-фосфорное удобрение (аммофос и аммонийную селитру) в дозе N₉₀P₆₀. Уборку проводили комбайном «Wintersteiger». Урожай приводили к 10 %-ной влажности и 100 %-ной чистоте семян. Перед уборкой урожая отбирали пробы растений для определения элементов структуры урожая в соответствии с разработанной во ВНИИМК методикой [18]. Содержание масла в

семянках определяли на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М по ГОСТ 8.596-2010 в отделе физических методов исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Полученные экспериментальные данные оценивали методами математической статистики [19].

Метеорологические условия периода цветения–налив семян (июль–август) в 2020–2021 гг. характеризовались дефицитом осадков в июле 2021 г. и в августе 2020 г. Среднесуточная температура воздуха была в среднем выше нормы в июле на 3,6 °С, в августе на 2,9 °С (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия по декадам периода цветения–налив семян в годы исследований (метеостанция СапoBase, г. Краснодар)

Год	Декада июля				Декада августа			
	1	2	3	месяц	1	2	3	месяц
осадки, мм								
Климатическая норма	21,0	20,0	19,0	60,0	17,0	16,0	15,0	48,0
2020	32,2	64,0	29,8	126,0	6,4	0	10,6	17,0
2021	22,0	0	1,2	23,2	11,8	75,8	0,8	88,4
Среднее за два года	27,1	32,0	15,5	74,6	9,1	37,9	5,7	52,7
среднесуточная температура воздуха, °С								
Климатическая норма	22,5	23,2	23,8	23,2	23,7	22,7	21,6	22,7
2020	28,1	25,5	25,7	26,4	26,0	23,4	24,3	24,6
2021	25,7	29,0	26,6	27,1	28,6	24,5	26,5	26,5
Среднее за два года	26,9	27,3	26,2	26,8	27,3	24,0	25,4	25,6

Результаты и их обсуждение

В 2021 г. бактериализация семян подсолнечника микробными препаратами в целом не оказывала значительного влияния на содержание нитратного и аммонийного азота в ризосфере подсолнечника. Лишь в фазе бутонизации наблюдалось повышение содержания указанных форм азота (таблица 2). Снижение аммонийного и нитратного азота в фазу цветения может свидетельствовать о стимулирующем эффекте микробных препаратов и увеличении потребления азота растениями в активную фазу развития растений.

Таблица 2 – Влияние бактериализации семян биопрепаратами на содержание нитратного и аммонийного азота в ризосфере подсолнечника (2021 г.)

Вариант	N-NO ₃ , мг/кг		N-NH ₄ , мг/кг	
	бутонизация	цветение	бутонизация	цветение
Контроль (без обработки)	9,5	10,4	6,1	6,4
«Фосфостим-Агро»	10,8	9,4	10,5	5,4
«Биопротид-Агро»	10,3	9,3	9,4	4,2
«Микробиоком-Агро»	10,9	9,8	11,0	4,1
«Флавобак-Агро»	11,2	9,7	12,0	3,1
НСР ₀₅	1,5	1,2	4,0	2,3

Применение микробных препаратов «Фосфостим-Агро», «Биопротид-Агро», «Микробиоком-Агро» и «Флавобак-Агро» для предпосевной обработки семян подсолнечника обеспечило достоверную прибавку урожайности от 0,17 до 0,23 т/га в среднем за 2020–2021 гг. (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность подсолнечника при обработке семян биопрепаратами

Вариант	Урожайность (т/га) по годам			Прибавка урожая к контролю, т/га
	2020	2021	среднее	
Контроль (без обработки)	3,24	2,84	3,04	0
«Фосфостим-Агро»	3,47	3,03	3,25	0,21
«Биопротид-Агро»	3,41	3,00	3,21	0,17
«Микробиоком-Агро»	3,44	3,04	3,24	0,20
«Флавобак-Агро»	3,49	3,05	3,27	0,23
НСР ₀₅	0,09	0,08	0,07	–

Интродукция биопрепаратов обеспечивала достоверные прибавки урожая к контролю: в 2020 г. – 0,17–0,25 т/га, в 2021 г. – 0,16–0,21 т/га. Максимальная урожайность получена в вариантах с применением «Флавобак-Агро», «Фосфостим-Агро» и составила 0,23 и 0,21 т/га соответственно.

Предпосевная обработка семян микробными препаратами способствовала увеличению содержания масла в семянках подсолнечника (таблица 4). Масличность семян повысилась к контролю в 2020 г. на 0,1–0,8 %, в 2021 г. на 0,5–1,5 %. Наибольшая эффективность выявлена при обработке семян биопрепаратами «Фосфостим-Агро» (0,9 %) и «Флавобак-Агро» (1,0 %).

Таблица 4 – Содержание масла в семянках подсолнечника в зависимости от применяемого биопрепарата

Препарат	Содержание масла в семянках (%) по годам			Разница с контролем, %
	2020 г.	2021 г.	среднее	
Контроль (без обработки)	48,1	49,0	48,6	0
«Фосфостим-Агро»	48,5	50,5	49,5	0,9
«Биопротид-Агро»	48,8	49,5	49,2	0,6
«Микробиоком-Агро»	48,2	50,5	49,4	0,8
«Флавобак-Агро»	48,9	50,3	49,6	1,0
НСР ₀₅	0,4	0,6	0,7	–

Сбор масла с урожаем достоверно возростал относительно контроля в 2020 г. на 0,08–0,14 т/га, в 2021 г. на 0,10–0,13 т/га и в среднем за два года на 0,10–0,13 т/га (таблица 5). Наибольший сбор масла выявлен при обработке семян подсолнечника биопрепаратом «Флавобак-Агро», применение которого способствовало увеличению сбора масла в сравнении с контролем на 0,13 т/га и с другими биопрепаратами на 0,02–0,03 т/га.

Таблица 5 – Сбор масла при обработке семян подсолнечника биопрепаратами

Препарат	Сбор масла (т/га) по годам			Прибавка сбора масла к контролю, т/га
	2020 г.	2021 г.	среднее	
Контроль (без обработки)	1,40	1,25	1,33	0
«Фосфостим-Агро»	1,52	1,35	1,44	0,11
«Биопротид-Агро»	1,50	1,36	1,43	0,10
«Микробиоком-Агро»	1,48	1,38	1,43	0,10
«Флавобак-Агро»	1,54	1,38	1,46	0,13
НСР ₀₅	0,042	0,044	0,035	–

Значительные различия выявлены по годам испытаний. Так, в 2020 г. масса 1000 семян составляла 85–87 г, а в 2021 г. – 64–67 г, или на 23–25 % меньше, что, вероятно, связано с погодными условиями.

Обработка семян биопрепаратами способствовала достоверному увеличению в сравнении с контролем диаметра корзинки на 0,6–0,9 см и числа выполненных семян

в корзинке на 66–88 шт. (таблица 6). Самые высокие показатели получены при использовании биопрепаратов «Фосфостим-Агро» и «Флавобак-Агро»: диаметр корзинки увеличивался в среднем на 0,9 см, число выполненных семян в корзинке на 84 и 88 штук соответственно.

Таблица 6 – Диаметр корзинки и число выполненных семян в корзинке при обработке семян подсолнечника биопрепаратами

Препарат	Диаметр корзинки (см) по годам			Разница с контролем, см	Число выполненных семян в корзинке (шт.) по годам			Разница с контролем, шт.
	2020 г.	2021 г.	среднее		2020 г.	2021 г.	среднее	
Контроль (без обработки)	20,5	18,8	19,7	0	1183	1223	1203	0
«Фосфостим-Агро»	21,3	19,9	20,6	0,9	1235	1339	1287	84
«Биопротид-Агро»	21,2	19,4	20,3	0,6	1222	1316	1269	66
«Микробиоком-Агро»	20,9	19,7	20,3	0,6	1238	1326	1282	79
«Флавобак-Агро»	21,5	19,6	20,6	0,9	1271	1320	1291	88
НСР ₀₅	0,6	0,7	0,6	–	37,4	59,8	56,1	–

Таким образом, анализ полученных данных показал, что исследуемые микробные препараты являются эффективным агротехнологическим приемом повышения продуктивности подсолнечника, что выражается в повышении урожая и содержания масла в семенах, а также увеличении диаметра корзинки и числа выполненных семян в них. Следует отметить, что в среднем за годы исследований наиболее стабильный положительный эффект отмечен при интродукции биопрепаратов «Фосфостим-Агро» и «Флавобак-Агро», что может свидетельствовать об оптимизации фосфорного и азотного питания, стимуляции роста растений. Результаты, полученные в ходе научного исследования, согласуются с литературными данными [7, 8, 20].

Выводы

Результаты научного исследования показали эффективность исследуемых микробных препаратов при выращивании подсолнечника в погодных условиях 2020–2021 гг. на чернозёме выщелоченном слабогумусном сверхмощном Краснодарского края. Предпосевная обработка семян гибрида подсолнечника Тайфун биопрепаратами способствовала достоверному увеличению диаметра корзинки (на 0,6–0,9 см), числа выполненных семян в корзинке (на 66–88 шт.) и масличности семян (0,6–1,0 %) относительно контроля.

При использовании биопрепаратов «Фосфостим-Агро», «Биопротид-Агро», «Микробиоком-Агро» и «Флавобак-Агро» благодаря положительному влиянию на элементы структуры урожая и показатели качества семян урожайность подсолнечника достоверно превышала показатели контроля на 0,17–0,23 т/га (5,6–7,6 %) и сбор масла на 0,10–0,13 т/га (7,5–9,8 %).

Литература

1. Турусов В. И., Новичихин А. М., Богатых О. А., Бочарникова Е. Г. Биологические приемы повышения плодородия почвы и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 10. С. 27–31.
2. Якубовская А. И., Каменева И. А., Григичин М. В., Мельничук Т. Н. Эффективность интродукции ассоциативных бактерий в ризосферу риса (*Oryza sativa* L.) // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 2(18). С. 110–116. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-110-116.
3. Завалин А. А., Алферов А. А., Чернова Л. С. Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2019. № 8. С. 83–96. DOI: 10.1134/S0002188119080143.
4. Еговцева А. Ю., Мельничук Т. Н., Абдурашитов С. Ф., Андронов Е. Е., Абдурашитова Э. Р., Радченко А. Ф., Ганоцкая Т. Л., Радченко Л. А. Влияние штаммов, ассоциативных с *Triticum aestivum* L., на микробоценоз чернозема Южного ризосферы пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 4(24). С. 49–61. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-49-61.
5. Хамова О. Ф., Мансапова А. И., Горбова М. А., Шулико Н.Н., Тукмачева Е.В. Влияние биопрепаратов комплексного действия на биологическую активность ризосферы и продуктивность льна-долгунца // Плодородие. 2021. № 2(119). С. 52–55. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.14.
6. Гужвин С. А., Турчин В. В., Кумачева В. Д., Цыкора А. А. Применение азотфиксирующих биопрепаратов под полевые культуры на черноземе обыкновенном // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2020. № 4-1(38). С. 74–80.
7. Ващенко А. В., Каменев Р. А., Севостьянова А. А. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность подсолнечника в условиях Нижнего Дона // Аграрная наука. 2020. № 2. С. 64–66. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-335-2-64-66.
8. Ващенко А. В., Каменев Р.А., Солодовников А. П., Жук А. П. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 4–8. DOI: 10.28983/asj.y2020i1pp4-8.
9. Kumar A., Kumar A., Patel H. Role of microbes in phosphorus availability and acquisition by plants // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2018. Vol. 7 (5). P. 1344–1347. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.705.161.
10. Thakur D., Kaushal R., Shyam V. Phosphate solubilizing microorganisms: role in phosphorus nutrition of crop plants – a review // Agricultural Reviews. 2014. Vol. 35 (3). P. 159–171. DOI: 10.5958/0976-0741.2014.00903.9.
11. Камельчук Я. С. Микоризные грибы: современные представления значимости их в минеральном питании растений и как натуральных биоудобрений // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. 2020. № 1. С. 24–40.
12. Босак В. Н., Сафронова Г. В., Алещенкова З. М., Минюк О. Н. Способ оптимизации фосфатного режима почвы при возделывании сельскохозяйственных культур // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Сборник научных трудов. 2016. Т. 8. С. 148–161.
13. Кошман М. Е., Босак В. Н. Особенности применения минеральных удобрений и биопрепарата фитостимифос при возделывании томата // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 41. С. 40–43.
14. Баранская М. И., Чайковская Л.А., Овсиенко О. Л., Клименко Н.Н. Влияние микробных препаратов на содержание хлорофиллов в листьях пшеницы озимой при стрессовом воздействии тяжелых металлов // Universum: химия и биология. 2017. № 4 (34). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mikrobnih-preparatov-na-soderzhanie-hlorofillov-v-listyah-pshenitsy-ozimoy-pri-stressovom-vozdeystvii-tyazhelyh-metallor> (дата обращения: 20.07.2022).
15. Практикум по агрохимии // Под ред. Минеева В. Г. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
16. Патент РФ №2676926. Фосфатмобилизующий штамм почвенных бактерий *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и биопрепарат на его основе для оптимизации минерального питания растений, стимуляции роста и повышения урожайности // Авторы: Чайковская Л. А., Мельничук Т.Н., Каменева И. А., Баранская М. И., Овсиенко О. Л. Патентообладатель ФГБУН «НИИСХ Крыма». 11.01.2019.
17. Инновационные технологии возделывания масличных культур // Под общ. ред. В.М. Лукомца. Краснодар: Просвещение-Юг, 2017. 256 с.
18. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Семеренко С. А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. С. 434–444.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс, 2014. 352 с.
20. Лухменёв В. П. Влияние удобрений, фунгицидов и регуляторов роста на продуктивность подсолнечника // Известия ОГАУ. 2015. № 1 (51). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-udobreniy-fungitsidov-i-regulyatorov-rosta-na-produktivnost-podsolnechnika> (дата обращения: 18.08.2022).

References

1. Turusov V. I., Novichikhin A. M., Bogatykh O. A., Bocharnikova E. G. Biological methods of improving soil fertility and increasing the productivity of agricultural crops // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2017. Vol. 31. No. 10. P. 27–31.
2. Yakubovskaya A. I., Kameneva I. A., Gritchin M. V., Melnichuk T. N. Efficiency of the introduction of associative bacteria in rice rhizosphere (*Oryza sativa* L.) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2019. No. 2(18). P. 110–116. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-110-116.
3. Zavalin A. A., Alferov A. A., Chernova L. S. Associative nitrogen fixation and the practice of application of biological products in agricultural crops // Agrohimia. 2019. No. 8. P. 83–96. DOI: 10.1134/S0002188119080143.
4. Egovtseva A. Yu., Melnichuk T. N., Abdurashitov S. F., Andronov E. E., Abdurashitova E. R., Radchenko A. F., Ganotskaya T. L., Radchenko L. A. Influence of strains associated with *Triticum aestivum* L. on microbiocenosis in the rhizosphere of winter wheat of chernozem southern // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 4(24). P. 49–61. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-49-61.
5. Khamova O. F., Mansapova A. I., Gorbova M. A., Shuliko N.N., Tukmacheva E.V. Influence of biopreparations of integrated action on the biological activity of the rhizosphere and productivity of dolluna flax // Plodorodie. 2021. No. 2(119). P. 52–55. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.14.
6. Guzhvin S. A., Turchin V. V., Kumacheva V. D., Tsykora A. A. Application of nitrogen-fixing biologicals for field crops in common chernozem // Bulletin of Don State Agrarian University. 2020. No. 4-1(38). P. 74–80.
7. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Sevostyanova A. A. Influence of mineral fertilizers and bacterial preparations on sunflower yield in the conditions of the Lower Don // Agrarian Science. 2020. No. 2. P. 64–66. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-335-2-64-66.
8. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P., Zhuk A. P. Application of mineral fertilizers and bacterial preparations under sunflower on ordinary chernozem // The Agrarian Scientific Journal. 2020. No. 1. P. 4-8. DOI: 10.28983/asj.y2020i1pp4-8.
9. Kumar A., Kumar A., Patel H. Role of microbes in phosphorus availability and acquisition by plants // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2018. Vol. 7(5). P. 1344–1347. DOI: 10.20546/ijemas.2018.705.161.
10. Thakur D., Kaushal R., Shyam V. Phosphate solubilizing microorganisms: role in phosphorus nutrition of crop plants – a review // Agricultural Reviews. 2014. Vol. 35(3). P. 159–171. DOI: 10.5958/0976-0741.2014.00903.9.
11. Kamelchuk Ya. S. Mycorrhizal fungi: their role modern and significance in mineral nutrition of plants, agriculture, potential for gardening as a natural biofertilizers // Bulletin of Polesky State University. Series in natural sciences. 2020. No. 1. P. 24–40.
12. Bosak V. N., Safronova G. V., Aleshchenkova Z. M., Minyuk O. N. Method for optimizing the phosphate regime of soil to cultivate agricultural crops // Microbial Biotechnologies: Fundamental and Applied Aspects. Collection of scientific papers. 2016. Vol. 8. P. 148–161.
13. Koshman M. E., Bosak V. N. Features of the application of the fertilizers and biologics fitostimofos the cultivation of tomato // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2015. No. 41. P. 40–43.
14. Baranskaya M. I., Chaikovskaya L. A., Ovsienko O. L., Klimenko N. N. Influence of microbial preparations on the content of chlorophylls in the leaves of winter wheat under adverse impact to heavy metals // Universum: chemistry and biology. 2017. No. 4 (34). [Electronic resource]: Access point: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mikrobnih-preparatov-na-soderzhanie-hlorofillov-v-listyah-pshenitsy-ozimoy-pri-stressovom-vozdeystvii-tyazhelyh-metallov> (reference's date 20.07.2022).
15. Workshop on agricultural chemistry // Ed. by Mineev V. G. Moscow: Moscow State University Publ., 2001. 689 p.
16. Patent No. № 2676926. Phosphate mobilizing strain of soil bacteria *Lelliottia nimipressuralis* CCM32-3 and a biological product based on it for optimizing the mineral nutrition of plants, stimulating growth and increasing productivity // Author's: Chaikovskaya L. A., Melnichuk T. N., Kameneva I. A., Baranskaya M. I., Ovsienko O. L. Patentee: FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea" 11.01.2019.
17. Innovative technologies for the cultivation of oilseeds // Ed. by Lukomets V.M. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2017. 256 p.
18. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Semerenko S. A. Methodology of agrotechnical research in experiments with the main field crops. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2022. P. 434–444.
19. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance, 2014. 352 p.
20. Lukhmenov V. P. Influence of fertilizers, fungicides and growth regulators on sunflower yields // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2015. No. 1 (51). [Electronic resource]: Access point: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-udobreniy-fungitsidov-i-regulyatorov-rosta-na-produktivnost-podsolnechnika> (reference's date 18.08.2022).

UDC 579.64; 631.461; 633.1

Tishkov N. M., Tilba V. A., Makhonin V. L., Yakubovskaya A.I., Kameneva I. A.,
Shkarupa M. V.

**EFFICIENCY OF MICROBIAL PREPARATIONS WITH POLYFUNCTIONAL
ACTION IN GROWING *HELIANTHUS ANNUUS* L. ON CHERNOZEMS
LEACHED**

Summary. Degradation of soil fertility has made the development of methods for biologization of agriculture, in particular, biologization of sunflower growing, relevant. The purpose of the research was to study the effect of polyfunctional microbial preparations on the yield and quality of sunflower seeds. The studies were carried out in 2020–2021 on the trial fields of the central experimental base of FSBSI “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops” (VNIIMK) (Krasnodar). Soil – chernozem leached low-humus deep heavy loamy. The area of the plot – 50.0 m², accounting area – 25.0 m², triple replication. Sowing was carried out manually with selective planters; plant density – 40–41 thousand seeds/ha. Agricultural technology – recommended for the central natural and climatic zone of the Krasnodar Territory. Before sowing, seeds of the mid-early sunflower hybrid ‘Typhoon’ were inoculated with microbial preparations “Phosphostim-Agro”, “Bioprofid-Agro”, “Microbiocom-Agro” and “Flavobak-Agro” developed in the Department of Agricultural Microbiology of FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”. Control – variant without inoculation. Experiments, crop accounting and statistical data processing were carried out by generally accepted methods. Oil content in the achenes was determined according to GOST 8.596-2010 developed at FSBSI “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops” (VNIIMK). The results showed that all the studied microbial preparations were effective under weather conditions of 2020-2021. Presowing seed treatment with biologics significantly increased the diameter of the sunflower head (by 0.6–0.9 cm), number of completed seeds per head (by 66-88 pcs.) and oil content of the seeds (0.6–1.0 %). Due to the positive effect on the elements of the crop structure, microbial preparations significantly increased seed and oil yield by 0.17–0.23 t/ha (5.6–7.6 %) and 0.10–0.13 t/ha (7.5–9.8 %), respectively.

Keywords: sunflower (*Helianthus annuus* L.), microbial preparations, yield, quality, crop structure.

Тишков Николай Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии агротехнологического отдела, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»; 350038 Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, 17; e-mail: agrohim@vniimk.ru.

Тильба Владимир Арнольдович, доктор биологических наук, академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии агротехнологического отдела, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»; 350038 Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, 17; e-mail: agrohim@vniimk.ru.

Махонин Василий Леонидович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии агротехнологического отдела, ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»; 350038 Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, 17; e-mail: soyagro15@yandex.ru.

Якубовская Алла Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и экологии микроорганизмов, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru.

Каменева Ирина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии и экологии микроорганизмов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295053, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru

Шкарупа Маргарита Вячеславовна, младший научный сотрудник лаборатории агрохимии агротехнологического отдела, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»; 350038 Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова,17; e-mail: agrohim@vniimk.ru.

Tishkov Nikolay Mikhailovich, Dr. Sc. (Agr.), chief researcher, Laboratory of agrochemistry, Agrotechnological Department, FSBSI “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops”; 17, Filatova str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350038, Russia; e-mail: agrohim@vniimk.ru.

Tilba Vladimir Arnoldovich, Dr. Sc. (Biol.), Academician of the Russian Academy of Sciences, chief researcher, Laboratory of agrochemistry, Agrotechnological Department, FSBSI “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops”; 17, Filatova str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350038, Russia; e-mail: agrohim@vniimk.ru.

Makhonin Vasily Leonidovich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, head of the Laboratory of agrochemistry, Agrotechnological Department, FSBSI “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops”; 17, Filatova str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350038, Russia; e-mail: soyagro15@yandex.ru.

Yakubovskaya Alla Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher, Laboratory of physiology and ecology of microorganisms, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru.

Kameneva Irina Alekseevna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, Laboratory of physiology and ecology of microorganisms, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295053, Russia; e-mail: irina.kameneva.7@mail.ru.

Shkarupa Margarita Vyacheslavovna, junior researcher, Laboratory of agrochemistry, Agrotechnological Department, FSBSI “Federal Research Center “V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops”; 17, Filatova str., Krasnodar, Krasnodar Region, 350038, Russia; e-mail: agrohim@vniimk.ru.

Дата поступления в редакцию – 18.04.2022.

Дата принятия к печати – 25.07.2022.