

Валентина Сергеевна Курсакова<sup>1</sup>, Лилия Александровна Ступина<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

<sup>1</sup>kursakova-v@mail.ru

<sup>2</sup>stupina-liliya@mail.ru

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА КАРТОФЕЛЕ В ПРИОБСКОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Цель исследования – изучить качественный и количественный состав микробного ценоза чернозема выщелоченного при возделывании картофеля с использованием микробиологических препаратов в условиях Приобской зоны Алтайского края. На опытном поле Алтайского ГАУ в 2017–2019 гг. в мелкоделяночном опыте площадью 108 м<sup>2</sup> в трех повторениях изучено действие предпосадочной инокуляции клубней картофеля сортов Розара и Гала активными штаммами азотфиксирующих бактерий («Ризоагрин», «Мобилин» и штамм 2П-5) на микробиологическую активность и урожайность. Площадь под каждым сортом составляла 54 м<sup>2</sup>, площадь учетной делянки каждого варианта – 8,4 м<sup>2</sup>. Расположение делянок рендомизированное. Участок расположен в условиях умеренно засушливой и колочной степи. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса – 3,51 %. Посадку проводили в середине мая на глубину 8–10 см по схеме 30 × 70 см. Перед посадкой клубни инокулировали бактериальными препаратами «Ризоагрин», «Мобилин» и 2П-5 рекомендованными дозами. Контролем служил вариант без инокуляции. Препараты на основе штаммов бактерий повысили общую численность микробного ценоза в 1,3–1,8 раза, подавили развитие грибов в фазу цветения в 1,1–1,3 раза, повысили активность целлюлозолитических бактерий в 1,4–2,0 раза и увеличили процессы минерализации. Наибольшая микробиологическая активность чернозема выщелоченного проявилась при использовании «Мобилина» для обработки клубней перед посадкой. Численность микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота, и общая биогенность почвы в прикорневой зоне картофеля как при весеннем отборе, так и в фазу цветения и уборки зависят от взаимодействия факторов – препарат × год. А численность грибов в фазу цветения на 59,17 % зависит от действия биопрепаратов. Урожайность картофеля тесно коррелировала с численностью почвенной микрофлоры во все фазы развития культуры ( $r = 0,89–0,99$ ) и имела тесную отрицательную коррелятивную связь с численностью грибов ( $r = -0,31…-0,99$ ).

**Ключевые слова:** биологическая активность, чернозем выщелоченный, микробиологические препараты, картофель, урожайность, микробный ценоз

**Для цитирования:** Курсакова В.С., Ступина Л.А. Биологическая активность чернозема выщелоченного в зависимости от применяемых биопрепаратов на картофеле в Приобской зоне Алтайского края // Вестник КрасГАУ. 2024. № 11. С. 77–85. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-77-85.

**Благодарности:** авторы выражают благодарность Андрею Петровичу Кожемякову, кандидату биологических наук Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии за предоставленные препараты на основе азотфиксирующих бактерий.

Valentina Sergeevna Kursakova<sup>1</sup>, Lilia Alexandrovna Stupina<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

<sup>1</sup>kursakova-v@mail.ru

<sup>2</sup>stupina-liliya@mail.ru

## BIOLOGICAL ACTIVITY OF LEACHED CHERNOZEM DEPENDING ON BIOLOGICAL PRODUCTS APPLIED ON POTATOES IN THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA

The research goal is to investigate the qualitative and quantitative composition of the microbial cenosis of leached chernozem during potato cultivation using microbiological preparations in the conditions of the Altai Region's Ob River area. In the experimental field of the Altai State Agrarian University in 2017–2019, in a small-plot experiment with an area of 108 m<sup>2</sup>, the effect of pre-planting inoculation of potato tubers of the Rosara and Gala varieties with active strains of nitrogen-fixing bacteria (Rizoagrin, Mobilin and strain 2P-5) on the microbiological activity and yield was studied in three repetitions. The area under each variety was 54 m<sup>2</sup>, the area of the accounting plot of each variant was 8.4 m<sup>2</sup>. The location of the plots was randomized. The site is located in conditions of moderately arid and kolochnaya steppe. The soil is leached chernozem, medium-deep, low-humus, medium-loamy. Humus content is 3.51 %. Planting was carried out in mid-May to a depth of 8–10 cm according to the 30 × 70 cm scheme. Before planting, the tubers were inoculated with the bacterial preparations Rizoagrin, Mobilin and 2P-5 in the recommended doses. The variant without inoculation served as a control. Preparations based on bacterial strains increased the total number of microbial cenosis by 1.3–1.8 times, suppressed the development of fungi during the flowering phase by 1.1–1.3 times, increased the activity of cellulolytic bacteria by 1.4–2.0 times and increased mineralization processes. The highest microbiological activity of leached chernozem was manifested when using Mobilin to treat tubers before planting. The number of microorganisms using organic and mineral forms of nitrogen and the overall biogenicity of the soil in the root zone of potatoes, both during spring selection and during the flowering and harvesting phases, depend on the interaction of factors – preparation × year. And the number of fungi in the flowering phase depends on the action of biopreparations by 59.17 %. Potato yield closely correlated with the number of soil microflora in all phases of crop development ( $r = 0.89–0.99$ ) and had a close negative correlation with the number of fungi ( $r = -0.31...-0.99$ ).

**Keywords:** biological activity, leached chernozem, microbiological preparations, potatoes, yield, microbial cenosis

**For citation:** Kursakova V.S., Stupina L.A. Biological activity of leached chernozem depending on biological products applied on potatoes in the Altai Region's Ob River area // Bulliten KrasSAU. 2024;(11): 77–85 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-77-85.

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude to Andrey Petrovich Kozhemyakov, candidate of biological sciences at the All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology, for providing preparations based on nitrogen-fixing bacteria.

**Введение.** Биологическая активность почвы является важным показателем ее плодородия. Чем выше численность полезного микробного комплекса, количество выделяемых ими ферментов, степень разложения целлюлозы в пожнивных остатках, количество выделяемого углекислого газа из почвы и др., тем почва более плодородная, тем активнее в ней идут микробиологические процессы по созданию доступных для растений элементов питания и гумуса. На активность микрофлоры влияют факторы, которыми человек может управлять, повышая или понижая активность микроорганизмов. В первую очередь это питание, увлажнение, pH, воздушный режим [1]. Одним из важных факторов является обработка почвы и средства химизации. Например, в лугово-черноземной почве Омской области минимальная обработка почвы по сравнению с вспашкой способствовала по-

вышению микробного ценоза на 68,5 %, а комплексная химизация увеличивала количество нитрификаторов [2].

В последние десятилетия многие страны мира, и Россия в том числе, переходят на органическое земледелие, заменяя или дополняя агрохимикаты биологическими препаратами, в основе действия которых лежат полезные микроорганизмы. Замена химических методов с использованием минеральных удобрений и пестицидов разного назначения на биологические имеет ряд преимуществ. Это снижение токсичной нагрузки на почвы, микрофлору, полезную фауну, воспроизводство почвенного плодородия, уменьшение производственных затрат, так как биопрепараты значительно дешевле химических препаратов, и получение полезной безопасной продукции [3, 4].

Кроме того, большинство применяемых биологических препаратов выполняют целый ряд полезных функций для растений, обладая комплексом важных для них свойств. Они регулируют и ускоряют рост и развитие растений, обеспечивают минеральными элементами питания, обладая минерализующей или фиксирующей активностью, обеспечивают защиту от заболеваний, вызываемых патогенными микроорганизмами, повышают иммунитет растений, устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Поэтому нет необходимости вносить высокие дозы минеральных удобрений, дополнительно применять ядохимикаты для защиты от болезней и вредителей. Эту функцию берут на себя микроорганизмы в составе препаратов [3–6].

Картофель является важнейшей продовольственной и технической культурой, состав которой отличается оптимальным соотношением в клубнях органических и минеральных веществ, необходимых человеку, богат витамином С [7]. И может возделываться для переработки на чипсы, фри, хрустящий картофель [8]. Современные сорта картофеля обладают высоким потенциалом продуктивности, который достигает 80 т/га и выше, а на самом деле урожайность не выше 25 т/га [9], но причиной низкой урожайности в производстве часто является неправильно выбранные или невыдержанные технологические операции, низкая оснащенность современной техникой, а также неблагоприятные природные условия. Внедрение новых технологий с использованием биопрепаратов позволит повысить урожайность картофеля.

В литературе имеется много сведений о применении биопрепаратов для увеличения урожайности многих культурных растений. Эффективность их достаточно высокая. Например, препараты, созданные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, увеличивают урожайность на 20–50 % и более [10]. Эти препараты содержат в своем составе азотфиксирующие бактерии, обладающие комплексным воздействием на растения. Многие авторы признают положительную роль микробных препаратов в увеличении полезной микрофлоры в различных типах почв [11–15], однако препаратов в настоящее время достаточно много и в конкретных условиях они ведут себя неодинаково, поэтому изучение их влияния на почвенную микробиоту всегда актуально.

**Цель исследования** – изучить качественный и количественный состав микробного ценоза чернозема выщелоченного при возделывании картофеля с использованием микробиологических препаратов в условиях Приобской зоны Алтайского края.

**Объекты и методы.** В мелкоделяночном опыте площадью 108 м<sup>2</sup> в трех повторениях в 2017–2019 гг. изучали действие биопрепаратов, содержащих чистые культуры бактерий, на сортах картофеля Розара и Гала. Площадь под каждым сортом составляла 54 м<sup>2</sup>, площадь учетной делянки каждого варианта 8,4 м<sup>2</sup>. Расположение делянок рендомизированное. Участок расположен в условиях умеренно засушливой и колочной степи на учебно-опытном поле Алтайского ГАУ. Почва – чернозем выщелоченный среднемогучный малогумусный среднесуглинистый. Содержание гумуса – 3,51 %. Обеспеченность нитратным (1,43 мг/100 г) и аммонийным азотом (0,96 мг/100 г) низкая; подвижным фосфором и обменным калием, определяемая методом Чirikова, высокая (22,46 и 16,50 мг/100 г почвы соответственно) [16]. Посадку проводили в середине мая на глубину 8–10 см по схеме 30 × 70 см. Перед посадкой клубни инокулировали бактериальными препаратами: «Ризоагрин», «Мобилин» и 2П-5 рекомендованными дозами [10]. Контролем служил вариант без инокуляции.

Препарат «Ризоагрин» содержит в своем составе чистую культуру бактерий *Agrobacterium radiobacter*, «Мобилин» – *Klebsiella mobilis*, 2П-5 – бактерии *Pseudomonas sp.* Препараты были переданы нам для исследования в Географической сети испытаний коллегами из Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии.

В опыте использовали одни и те же биопрепараты, поэтому микробиологический анализ мы проводили на смешанных образцах почвы, отобранных в ризосфере обоих сортов с глубины 0–20 см в гребне около гнезда с картофелем три раза за сезон: в фазу всходов, цветения и перед уборкой.

Проведение опыта и математическая обработка результатов исследования осуществлялись согласно методике Б.А. Доспехова [17].

Биологическую активность почв изучали по численности разных групп микроорганизмов, растущих на МПА, КАА и среде Чапека, по степени разложения льняного полотна [18]. Глубинный посев на питательные среды МПА и

КАА проводили из разведения ( $10^{-6}$ ), на среду Чапека – из ( $10^{-3}$ ). Микробиологический анализ проводили на смешанных образцах почвы под обоими сортами, отобранных в ризосфере с глубины 0–20 см около гнезда с картофелем три раза за сезон.

Погодные условия лет исследования различались по водному и температурному режимам. При среднемноголетнем гидротермическом коэффициенте (ГТК) за май – июнь, равном 1,15, и ГТК за май – август (ГТК<sub>2</sub>), равном 1,05, наиболее благоприятным для возделывания картофеля был вегетационный период 2018 г., где отмечалось достаточно высокое выпадение осадков. В 2017 г. ГТК за май – июнь составил 1,09; за май – август – 1,46. Вегетационный период 2018 г. был увлажненный, особенно в первой половине вегетации – ГТК<sub>1</sub> составил 2,23, а за май – август – 1,18. В 2019 г. ГТК за май – июнь – 0,89, за май – август – 0,74. Это повлияло не только на развитие картофеля, но и на активность зимогенной микрофлоры в агроценозе.

**Результаты и их обсуждение.** Ранее нами установлено повышение урожайности и качества клубней картофеля сортов Розара и Гала от инокуляции биопрепаратами корневых diaзотрофов, более высокие прибавки отмечены при бионарном сочетании diaзотрофов с микоризой [19].

Первый отбор образцов почвы проводили в фазу всходов картофеля. Результаты микробиологического анализа в этот период показали довольно сходные значения по годам и вариантам опыта. В исследуемые годы наибольшая численность микробного сообщества отмечалась в 2018 г. при достаточной влажности почвы. В среднем за три года на всех делянках колебания общей биогенности составили от 20,654 млн до 26,743 млн КОЕ/г почвы (табл. 1). Установлено, что на численность всех групп микроорганизмов и их общую биогенность в фазу всходов в большей степени оказало влияние взаимодействие факторов АВ (год × препарат). Доля влияния составила 59,16–78,77 %. Доля влияния фактора А (вариант опыта) составила от 12,18 до 24,76 % (табл. 2). Изменения численности микроорганизмов на средах МПА и КАА в этот период также были незначительные, как от применения препаратов, так и по годам. Наибольшее их количество отмечалось в 2018 г. Бактерий и бацилл на МПА было от 13,40 млн до 15,22 млн КОЕ/г, а бактерий и актиномицет, растущих на КАА, – от 14,12 млн до 17,58 млн КОЕ/г. Численность бактерий на МПА и КАА от инокуляции биопрепаратами уже в фазу всходов начала увеличиваться. В среднем за годы исследований увеличение составляло от 2,44 млн до 6,10 млн КОЕ/г. Более активно микробиоценоз развивался от применения «Мобилина» (рис. 1).

Таблица 1

## Динамика биологической активности почвы под картофелем (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант	Всходы		Цветение			Уборка		
	Биогенность, КОЕ · 10 <sup>6</sup>	КАА/МПА	Биогенность, КОЕ · 10 <sup>6</sup>	КАА/МПА	Разложение полотна, %	Биогенность, КОЕ · 10 <sup>6</sup>	КАА/МПА	Разложение полотна, %
Контроль	20,654	1,14	30,420	1,32	19,60	18,277	0,97	35,13
Ризоагрин	24,277	1,23	41,670	1,56	29,00	25,703	1,05	52,07
Мобилин	26,743	1,27	54,343	1,74	38,63	29,961	1,14	51,67
Штамм 2П-5	23,083	1,17	40,136	1,36	26,80	23,571	1,07	42,40

Различия по численности грибов в фазу всходов больше зависели от года исследования и увлажнения. Доля влияния этого фактора составила 12,18 %. По годам численность грибов на контроле колебалась от 18,11 тыс. КОЕ/г в 2017 г. до 33,26 тыс. КОЕ/г в 2019 г., когда наблюдалась сильная засуха. По вариантам опыта больших колебаний грибной микрофлоры в этот период не выявлено, но отмечается тенденция к снижению их численности при использовании биопрепаратов корневых diaзотрофов.

Коэффициенты минерализации, определяемые отношением микроорганизмов на КАА к МПА, в этот период были больше 1, в среднем за три года – 1,14–1,27, что свидетельствует о хорошей минерализующей активности с начала вегетации (см. табл. 1).

В период цветения картофеля наблюдалось увеличение общей биогенности почв в 1,5–2,0 раза по сравнению с весенним периодом (см. табл. 1). Существенно увеличивалось количество аммонифицирующих бактерий на среде

МПА (в среднем в 1,36–1,66 раза), а также количество бактерий и актиномицет на среде КАА (1,58–2,33 раза). Максимальное увеличение численности полезной микрофлоры отмечалось на фоне обработки клубней препаратом «Мобилин» за счет микроорганизмов, усваивающих минеральные соединения азота, что является

косвенным показателем его более высокой азотфиксирующей способности.

В период цветения на фоне биопрепаратов наблюдалось некоторое снижение численности грибной микрофлоры (среда Чапека) по сравнению с весенним отбором и контролем. Наибольшее их снижение отмечено от действия «Мобилина» и «Ризоагрина» (рис. 2).

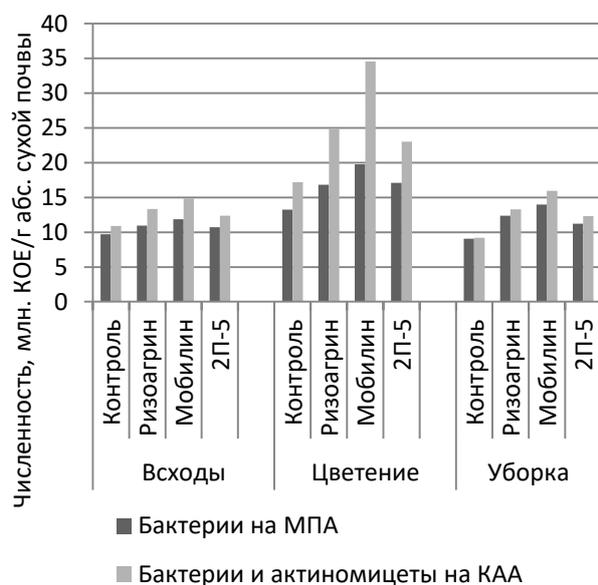


Рис. 1. Численность микроорганизмов от использования биопрепаратов, среднее за 2017–2019 гг.

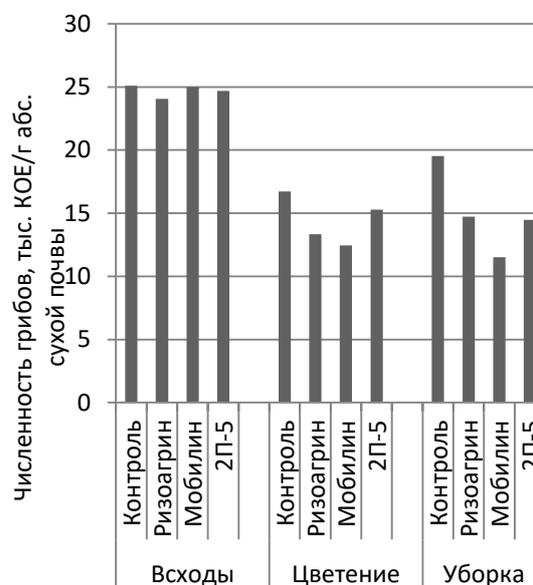


Рис. 2. Численность грибов на среде Чапека от использования биопрепаратов, среднее за 2017–2019 гг.

Установлено, что в период цветения картофеля численность микроорганизмов, растущих на МПА и КАА, и общая биогенность зависели на 57,06–76,42 % от совместного действия факторов – год x препарат, а численность грибов – на 59,17 % от действия биопрепаратов – фактор А (табл. 2).

повышение коэффициента минерализации при обработке биологическим препаратом на основе *Basillus atrophaeus* установлено Д.Г. Баубековой в почвах Астраханской области [13].

В фазу цветения коэффициент минерализации от биопрепаратов существенно увеличивался – до 1,36–1,74 против 1,32 на контроле (см. табл. 1), что свидетельствует об увеличении биологической активности почвы. Аналогичное

Процент разложения целлюлозы в период цветения картофеля на вариантах с препаратами корневых diazotrophов составил 26,80–38,63 % против 19,60 % на контроле. Максимальная биоактивность целлюлозоразрушающих бактерий, как и коэффициента минерализации, проявлялась на варианте с использованием «Мобилина» и составляла в среднем 38,63 %.

Таблица 2

**Доля влияния факторов на численность микроорганизмов (м. о.) в черноземе в разные фазы развития картофеля**

Показатель	Доля влияния факторов, %			
	Фактор А	Фактор В	АВ взаимодействие	Случайные
1	2	3	4	5
Vsходы				
Численность м.о. на МПА	24,76	6,47	59,16	9,60
Численность м.о. на КАА	15,86	3,93	62,48	17,74

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Численность грибов	5,33	12,18	78,77	3,72
Общая биогенность	20,12	5,31	65,92	8,66
Цветение				
Численность м.о. на МПА	28,96	7,99	57,06	5,99
Численность м.о. на КАА	17,48	2,48	76,42	3,63
Численность грибов	59,17	4,55	29,19	7,08
Общая биогенность	21,64	4,18	71,57	2,62
Перед уборкой				
Численность м.о. на МПА	31,29	6,98	55,93	5,80
Численность м.о. на КАА	27,44	4,93	62,47	5,17
Численность грибов	16,87	3,71	64,65	14,78
Общая биогенность	29,33	5,39	61,58	3,71
Урожайность	16,18	9,33	70,72	3,77
Для факторов Fф > Fт				

Примечание: фактор А – вариант опыта (препарат); фактор В – год.

В период уборки картофеля отмечалось некоторое затухание микробиологической деятельности даже на инокулированных вариантах. Уменьшалась численность микрофлоры на средах МПА и КАА, что приводило к снижению минерализующей активности почвы. Коэффициент минерализации в среднем составил 0,97–1,14, с самым высоким значением на «Мобилине». Численность грибов по сравнению с весенним отбором существенно снижалась – в 1,3–2,2 раза, а на инокулированных вариантах – в 1,3–1,7 раза благодаря фунгицидной активности ассоциативных бактерий в составе препаратов. Степень разложения полотна на фоне препаратов была выше и составила 42,4–52,07 против 35,13 % на контроле. Наибольшее влияние на формирование микробного ценоза в период уборки картофеля оказало взаимодействие факторов год + препарат. Доля влияния –

55,93–64,65 %. Сочетание этих факторов оказало влияние и на урожайность картофеля – 70,72 %, фактор А – препарат оказал влияние до 16,18 %, а год – 9,33 %. Установлено, что урожайность картофеля имеет тесную положительную связь с численностью полезной микрофлоры, растущей на МПА и КАА, а также общей биогенностью во все фазы вегетации  $r = 0,89–0,99$ , а коррелятивная связь продуктивности с численностью грибной микрофлоры имеет тесный отрицательный характер –  $r = -0,31...-0,99$ .

Установлено существенное повышение численности микроорганизмов перед уборкой от использования биопрепаратов во все годы исследования (табл. 3). Это положительно отражается на урожайности картофеля и позволяет получить достоверные прибавки.

Таблица 3

**Численность микроорганизмов перед уборкой и урожайность картофеля  
в годы проведения опыта**

Вариант	Биогенность перед уборкой, млн КОЕ/г сухой почвы			Урожайность картофеля, т/га		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Контроль	18,34	28,04	8,45	37,13	38,57	29,93
Ризоагрин	27,22	35,82	14,07	49,38	50,07	43,23
Мобилин	31,35	38,03	20,53	44,78	59,63	49,73
Штамм 2П-5	23,98	33,56	13,17	64,95	46,07	43,83
НСР <sub>05</sub>	4,81	4,09	3,47	2,69	2,42	6,23

### Заключение

1. Применение микробиологических препаратов на основе штаммов азотфиксирующих бактерий для инокуляции картофеля способствует увеличению биологической активности чернозема выщелоченного. К фазе цветения картофеля общая численность микробного сообщества повышается в 1,5–2,0 раза, особенно за счет микроорганизмов, использующих минеральные формы азота. Биопрепараты увеличивают общую численность микроорганизмов в 1,3–1,8 раза. При этом заметно снижается численность микромицетов. Коэффициент минерализации увеличивается с 1,32 до 1,36–1,74. Степень разложения льняного полотна превышает контроль в 1,37–1,97 раза. Наибольшей стимулирующей активностью обладает препарат «Мобилин».

2. Численность зимогенной микрофлоры в прикорневой зоне во все фазы развития картофеля значительно зависит от взаимодействия факторов АВ – препарат и год вегетации. В фазу цветения численность грибной микрофлоры на 59,17 % зависит от биопрепаратов на основе корневых диазотрофов, что доказывает их фунгицидное действие. Установлено, что урожайность картофеля тесно коррелирует с численностью почвенной микрофлоры во все фазы развития культуры и имеет тесную отрицательную коррелятивную связь с численностью грибов.

### Список источников

1. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 342 с.
2. Биологическая активность лугово-черноземной почвы в зависимости от системы обработки почвы и применения средств химизации / Н.Н. Шулико [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7. С. 12–21. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-12-21.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Изд-во ВНИИА, 2005. 302 с.
4. Тихонович И.А., Завалин А.А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ // Плодородие. 2016. № 5. С. 28–32.
5. Курсакова В.С., Ступина Л.А., Чернецова Н.В. Эффективность микробных препаратов на картофеле в степной зоне Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. мат-лов XIII Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2018. Кн. 1. С. 336–338.
6. Еремин Д.И., Попова О.Н. Бактериальные удобрения, как неотъемлемый компонент биологического земледелия (аналитический обзор) // Молодой ученый. 2016. № 6.5 (110.5). С. 144–146.
7. Карманов С.Н., Серебренников В.С. Картофель. М.: Росагропромиздат, 1991. 64 с.
8. Халипский А.Н., Чураков А.А., Попова Н.М. Урожайность и основные показатели качества образцов картофеля в конкурсном испытании // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 70–76. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-70-76.
9. Лапишинов Н.А. Особенности семеноводства картофеля в Кемеровской области. Кемерово: Книгоиздат, 2007. 78 с.
10. Тихонович И.А., Кожемяков А.П. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / под ред. И.А. Тихоновича, Ю.В. Круглова. М.: Россельхозакадемия, 2005. 154 с.
11. Бондаренко Н.А., Антонова О.И. Приемы повышения разложения соломы и обеспечения питательными веществами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (199). С. 11–16.
12. Биологическая активность почвы, урожайность и качество картофеля в зависимости от использования микробиологических препаратов / С.В. Жевора [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 4. С. 31–35.
13. Баубекова Д.Г. Влияние биологических методов защиты растений на микробиологическую активность почв при выращивании картофеля в Астраханской области // Экобиотех. 2019. Т. 2, № 3. С. 351–355. DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-351-355.
14. Целесообразность применения биосредств под картофель и их влияние на отдельные показатели дерново-подзолистой осушаемой почвы / Т.С. Зинковская [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 4. С. 40–43. DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/40-43.

15. Влияние микробиологических препаратов на биологическую активность почв / В.И. Олонгов [и др.] // Экологические и социальные проблемы Байкальского региона и прилегающих территорий: мат-лы VIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Улан-Удэ, 2022. С. 165–171.
16. Бурлакова Л.М., Татаринцев Л.М., Рассыпнов В.А. Почвы Алтайского края. Барнаул, 1988. 72 с.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
18. Тенпер Е.З., Шильникова В.К. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.К. Шильниковой. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
19. Курсакова В.С. Золотухина Ю.А. Изучение влияния препаратов корневых diaзотрофов и микоризы на урожайность и качество картофеля в степной зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. № 11 (169). С. 14–18.
6. Eremin D.I., Popova O.N. Bakterial'nye udobreniya, kak neot'emlemyj komponent biologicheskogo zemledeliya (analiticheskij obzor) // Molodoj uchenyj. 2016. № 6.5 (110.5). S. 144–146.
7. Karmanov S.N., Serebrennikov V.S. Kartoffel'. M.: Rosagropromizdat, 1991. 64 s.
8. Halipskij A.N., Churakov A.A., Popova N.M. Urozhajnost' i osnovnye pokazateli kachestva obrazcov kartofelya v konkursnom ispytanii // Vestnik KrasGAU. 2022. № 11. S. 70–76. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-70-76.
9. Lapshinov N.A. Osobennosti semenovodstva kartofelya v Kemerovskoj oblasti. Kemerovo: Knigoizdat, 2007. 78 s.
10. Tihonovich I.A., Kozhemyakov A.P. Biopreparaty v sel'skom hozyajstve. Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve / pod red. I.A. Tihonovicha, Yu.V. Kruglova. M.: Rossel'hozokademiya, 2005. 154 s.
11. Bondarenko N.A., Antonova O.I. Priemy povysheniya razlozheniya solomy i obespechennosti pitatel'nymi veschestvami // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 5 (199). S. 11–16.
12. Biologicheskaya aktivnost' pochvy, urozhajnost' i kachestvo kartofelya v zavisimosti ot ispol'zovaniya mикробиологических препаратов / S.V. Zhevorа [i dr.] // Rossijskaya sel'sko-hozyajstvennaya nauka. 2019. № 4. S. 31–35.
13. Baubekova D.G. Vliyanie biologicheskikh metodov zaschity rastenij na mикробиологическую aktivnost' pochv pri vyraschivanii kartofelya v Astrahanskoj oblasti // `Ekobioteh. 2019. T. 2, № 3. S. 351–355. DOI: 10.31163/2618-964H-2019-2-3-351-355.
14. Celesoobraznost' primeneniya biosredstv pod kartofel' i ih vliyanie na otdel'nye pokazateli derno-podzolistoj osushaemoj pochvy / T.S. Zinkovskaya [i dr.] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2021. № 4. S. 40–43. DOI: 10.30850/vrsn/ 2021/4/40-43.
15. Vliyanie mикробиологических препаратов na biologicheskuyu aktivnost' pochv / V.I. Olongov [i dr.] // `Ekologicheskie i social'nye problemy Bajkal'skogo regiona i prilgayuschih territorij: mat-ly VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. конф. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Ulan-Ud`e, 2022. S. 165–171.

### References

1. Mishustin E.N. Mikroorganizmy i produktivnost' zemledeliya. M.: Nauka, 1972. 342 s.
2. Biologicheskaya aktivnost' lugovo-chernozemnoj pochvy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy i primeneniya sredstv himizacii / N.N. Shuliko [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 7. S. 12–21. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-7-12-21.
3. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj. M.: Izd-vo VNIIA, 2005. 302 s.
4. Tihonovich I.A., Zavalin A.A. Perspektivy ispol'zovaniya azotfiksiruyuschih i fitostimuliruyuschih mikroorganizmov dlya povysheniya `effektivnosti agropromyshlennogo kompleksa i uluchsheniya agro`ekologicheskoy situacii v RF // Plodorodie. 2016. № 5. S. 28–32.
5. Kursakova V.S., Stupina L.A., Chernecova N.V. `Effektivnost' mikrobnyh preparatov na kartofele v stepnoj zone Altajskogo kraya // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sb. matlov XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. конф. Barnaul, 2018. Kn. 1. S. 336–338.

16. *Burlakova L.M., Tatarincev L.M., Rassypnov V.A.* Pochvy Altajskogo kraja. Barnaul, 1988. 72 s.
17. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
18. *Tepper E.Z., Shil'nikova V.K.* Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlya vuzov / pod red. V.K. Shil'nikovoj. M.: Drofa, 2004. 256 s.
19. *Kursakova V.S. Zolotuhina Yu.A.* Izuchenie vliyaniya preparatov kornevyh diazotrofov i mikorizy na urozhajnost' i kachestvo kartofelya v stepnoj zone Altajskogo kraja // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2018. № 11(169). S. 14–18.

Статья принята к публикации 09.10.2024 / The paper accepted for publication 09.10.2024.

Информация об авторах:

**Валентина Сергеевна Курсакова**<sup>1</sup>, профессор кафедры плодовоовощеводства, ботаники и биотехнологии растений, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**Лилия Александровна Ступина**<sup>2</sup>, доцент кафедры плодовоовощеводства, ботаники и биотехнологии растений, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Data on authors:

**Valentina Sergeevna Kursakova**<sup>1</sup>, Professor at the Department of Horticulture, Botany and Plant Biotechnology, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

**Lilia Alexandrovna Stupina**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of Fruit and Vegetable Growing, Botany and Plant Biotechnology, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

