

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТОВ КОРНЕВЫХ ДИАЗОТРОФОВ И МИКОРИЗЫ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ****STUDYING THE EFFECT OF ROOT DIAZOTROPH PREPARATIONS AND MYCORRHIZA  
ON POTATO YIELD AND QUALITY IN THE STEPPE ZONE OF THE ALTAI REGION**

**Ключевые слова:** *корневые diaзотрофы, бактериальные препараты, картофель, инокуляция, азотфиксация, мобилин, микориза.*

В 2017-2018 гг. изучали влияние препаратов ризосферных азотфиксирующих бактерий – Ризоагрин, Мобилин и 2П-5, а в 2018 г. – и грибного препарата «Микориза» в чистом виде и в бинарных сочетаниях с препаратами азотфиксирующих бактерий на урожайность сортов картофеля Гала и Розара германской селекции. Исследования проведены на черноземе выщелоченном. Инокуляция семян картофеля био-препаратами корневых diaзотрофов и микоризы способствовала увеличению урожайности сортов в оба года исследований на 15,33-108,4%. Максимальная прибавка получена от инокуляции Мобилином. На фоне Микоризы эффективность инокуляции повышалась по сравнению с чистым и монопрепаратами ассоциативных бактерий. Максимальная урожайность 35,49 т/га получена у сорта Гала на бинарной смеси препарата 2П-5 и Микоризы, а у сорта Розара – 34,78 т/га на смеси Микоризы с Мобилином. Инокуляция способствовала также улучшению качества клубней картофеля. У обоих сортов содержание сухого вещества, крахмала и витамина С увеличивалось по сравнению с контролем.

**Keywords:** *root diazotroph, bacterial preparations, potato, inoculation, nitrogen fixation, Mobilin, mycorrhiza.*

In 2017 and 2018 we studied the effect of the preparations of rhizosphere nitrogen-fixing bacteria – Rizoagrin, Mobilin and 2P-5; and in 2018, also the effect of the fungal preparation Mycorrhiza in pure form and in binary combinations with the preparations of nitrogen-fixing bacteria on the yield of potato varieties Gala and Rosara of German selection. The studies were conducted on leached chernozem. The inoculation of potato seeds with root diazotrophs and mycorrhizal bio-preparations increased the yield of the varieties on both years of research by 15.33-108.4%. The maximum increase was obtained by the inoculation with Mobilin. Against the background of Mycorrhiza, the efficiency of inoculation increased as compared to pure mono-preparations of associative bacteria. The maximum yield of 35.49 t ha was obtained from the Gala variety with the use of a binary mixture of 2P-5 and Mycorrhiza, and from the Rosara variety (34.78 t ha) with the mixture of Mycorrhiza with Mobilin. Inoculation also improved the quality of potato tubers. In both varieties, the content of dry matter, starch and vitamin C increased as compared to that of the control.

**Курсакова Валентина Сергеевна**, д.с.-х.н., проф. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

**Золотухина Юлия Алексеевна**, магистрант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: j.zolotukhina@mail.ru.

**Kursakova Valentina Sergeyevna**, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

**Zolotukhina Yuliya Alekseyevna**, master's degree student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: j.zolotukhina@mail.ru.

В современных условиях ведения сельского хозяйства произошло некоторое снижение техногенной нагрузки и интенсивность воздействия на агробиоценозы, вследствие резкого сокращения внесения органических и минеральных удобрений. Однако долгий период химизации земледе-

лия способствовал существенному снижению почвенного плодородия, широкому распространению вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений. Поэтому возникла необходимость восстановления природных экосистем, сохранения их биологического разнообра-

зия, а также защиты агроэкосистем от деградации.

В связи с вышеизложенным актуальным является внедрение биологических систем земледелия с использованием новейших биотехнологий, основанных преимущественно на использовании микробных препаратов, способных содействовать получению высококачественной экологически безопасной продукции растениеводства, а также защиты растений от болезней, улучшению их питания и повышению урожайности. Микроорганизмы в составе препаратов оказывают комплексное положительное действие на растения, включающее фиксацию атмосферного азота, подавление развития фитопатогенных микроорганизмов, стимуляцию роста и развития, улучшение их минерального питания и влагообмена, повышение устойчивости к стрессам [1, 2].

Биопрепараты повышают биологическую активность почвы, улучшают ее агротехнические и экологические свойства, ускоряют накопление гумуса, разложение накопленных ранее пестицидов, тяжелых металлов и других ядохимикатов [3].

Механизм защитного действия биопрепаратов комплексного действия на растения обусловлен рядом факторов: синтезом и выделением антибиотиков для подавления фитопатогенов, стимуляцией развития взаимопользующих микроорганизмов, выделением веществ-иммунизаторов растений и стимуляцией их роста и развития фитогормонами, что повышает иммунитет и болезнестойкость последних. Высокая экологичность биопрепаратов, малая энергоемкость производства делают их конкурентоспособными по сравнению с дорогостоящими токсическими средствами химизации в сельском хозяйстве. Это особенно важно при выращивании продуктов детского и диетического питания [4].

Многолетние испытания микробных препаратов показывают их высокую эффективность на различных культурах в различных почвенно-климатических зонах. Урожайность сельскохозяйственных растений на инокулированном препаратами фоне сравнима или зачастую даже превосходит урожайность на полном минеральном

удобрении NPK с дозой действующих веществ 60 кг/га. Урожайность при этом повышается в среднем на 20-40% [3].

В последние годы, в связи с ростом цен на энергоносители, хозяйствам стало экономически невыгодно внесение органических удобрений. Использование минеральных удобрений в полном объеме сохранилось в основном только под картофель. Это отрицательно сказывается на качестве картофеля и экологии агроэкосистем. В то же время картофель является одной из основных культур, которую можно возделывать по биологизированным технологиям. Ему отводят важнейшую роль в решении глобальных проблем земледелия, а именно, в повышении почвенного плодородия, увеличении производства кормов, крахмала и другой продукции [5, 6].

Применение бактериальных удобрений позволяет не только повысить урожайность большинства культур, но и резко снизить нормы внесения минеральных удобрений. Поэтому продукция, выращенная с использованием биопрепаратов, обогащена витаминами, микроэлементами, содержит больше белка, нитратов 2-2,5 раза меньше, чем на удобренных фонах, экологически чистая [6].

**Цель** исследований – изучить влияние препаратов корневых diaзотрофов и грибного препарата «Микориза» на урожайность и качество сортов картофеля в степной зоне Алтайского края.

#### **Методы исследования**

Изучение влияния биопрепаратов на урожайность картофеля проведено в 2017-2018 гг. на опытном поле Алтайского ГАУ. Вегетационные периоды различались по погодным условиям. 2017 г. отличался высокой увлажненностью и теплообеспеченностью, а 2018 г. – недостаточным увлажнением при высоких летних температурах. Исследования проводили на черноземе выщелоченном среднегумусном в мелкоделяночном опыте на площади 200 м<sup>2</sup> в трех повторностях. В оба года изучали влияние на урожайность раннеспелых сортов картофеля Гала и Розара германской селекции препаратов ризосферных азотфиксирующих бактерий – Ризоагрин, Моби-

лин и 2П-5, а в 2018 г. – и грибного препарата «Микориза» в чистом виде и в бинарных сочетаниях с препаратами азотфиксирующих бактерий.

Семена инокулировали препаратами перед посадкой из расчета 2500 г на гектарную норму семян. Картофель высевали по схеме 70х30 см на глубину 10 см. Препарат «Ризоагрин» содержит чистую культуру бактерий *Agrobacterium radiobacter*, штамм 204; препарат 2П-5 – *Pseudomonas* sp.; Мобилин – *Klebsiella mobilis*; Микориза – гриб рода *Glomus*, штамм 8. Все препараты получены нами из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, г. Пушкин. Данные по урожайности обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа [7]. Химический состав клубней картофеля определяли по следующим методикам: содержание сухого вещества (ГОСТ 27548-97), крахмала (ГОСТ 7194-81), определение аскорбиновой кислоты (витамина С) – по методу И.К. Мурри титрованием с реактивом Тильманса – 2,6-дихлорфенолиндофенолят натрия (ГОСТ 24556-89) [8].

**Результаты исследований**

Учёт урожая проводили со всей площади делянки в трёхкратной повторности в конце августа. Данные по урожайности и качеству клубней картофеля представлены в таблицах 1, 2.

В 2017 г. урожайность обоих сортов картофеля была достаточно высокой и составила на контроле 31,13 и 32,43 т/га, что обусловлено хорошей влагообеспеченностью в период вегетации. Препараты азотфиксирующих бактерий способствовали увеличению урожайности клубней у обоих сортов на 4,97-33,82 т/га, или на 15,33-108,64%. Более высокие прибавки получены у сорта Гала, что свидетельствует о более эффективном симбиозе сорта с ассоциативными азотфиксаторами. Прибавки составили 14,64-33,82 т/га, или 47,06-108,64%. Максимальную прибавку у обоих сортов обеспечил препарат «Мобилин» – 46,97-108,64%.

Содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля под действием препаратов изменялось незначительно, а изменение содержания витамина С было более существенным от всех препаратов, но оставалось не очень высоким и находилось в пределах нормы, за исключением контрольных вариантов. Однако при невысоком содержании аскорбиновой кислоты в картофеле при сравнительно большом потреблении его для питания на протяжении всего года он нередко является основным источником витамина С для жителей в условиях Алтайского края.

Таблица 1

**Урожайность и качество клубней картофеля (2017 г.)**

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг, %
		т/га	%			
<b>Гала</b>						
Контроль	31,13	-	-	19,6	11,3	8,71
2П-5	49,38	18,25	58,62	20,8	11,5	10,89
Мобилин	64,95	33,82	108,64	21,0	12,1	10,90
Ризоагрин	45,78	14,65	47,06	21,5	12,4	13,07
НСР <sub>05</sub>		7,88				
<b>Розара</b>						
Контроль	32,43	-	-	19,8	11,8	8,71
2П-5	39,57	7,14	22,02	20,1	12,7	12,74
Мобилин	47,66	15,23	46,97	21,7	11,6	10,89
Ризоагрин	37,40	4,97	15,33	19,8	12,2	13,07
НСР <sub>05</sub>		7,10				

## Урожайность и качество клубней картофеля (2018 г.)

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг, %
		т/га	%			
Гала						
Контроль	21,50	-	-	21,4	12,2	17,8
2П-5	34,18	12,68	59,0	22,1	14,4	20,7
Мобилин	35,25	13,75	64,0	22,6	14,2	25,3
Ризоагрин	32,43	10,93	50,8	23,8	16,1	25,1
Микориза	30,08	8,58	39,9	21,6	15,4	26,1
Микориза + 2П-5	35,49	13,99	65,1	22,3	13,0	24,6
Микориза + Мобилин	34,20	12,70	59,1	22,1	15,2	22,4
Микориза + Ризоагрин	33,02	11,52	53,6	23,8	13,7	26,4
НСР <sub>05</sub>		2,7				
Розара						
Контроль	20,21	-	-	20,5	14,1	18,2
2П-5	31,02	10,81	53,5	21,3	14,5	19,4
Мобилин	32,43	12,22	60,5	23,4	15,6	21,4
Ризоагрин	28,20	7,99	39,5	21,7	15,5	19,9
Микориза	29,61	9,40	46,5	22,2	15,0	23,0
Микориза + 2П-5	32,00	11,79	58,3	22,9	15,9	24,2
Микориза + Мобилин	34,78	14,57	72,1	24,1	16,2	23,1
Микориза + Ризоагрин	32,90	12,69	62,8	21,6	15,6	24,4
НСР <sub>05</sub>		3,4				

В 2018 г. в условиях засушливого вегетационного периода урожайность картофеля была существенно ниже по сравнению с предыдущим годом (табл. 2). На контрольных вариантах она составила 20,21-21,50 т/га. Применение микробных препаратов обеспечило более высокую урожайность обоих сортов, что связано не только с улучшением минерального питания, но и с увеличением устойчивости картофеля к недостатку влаги под влиянием препаратов. Инокуляция препаратами в чистом виде обеспечила достоверные прибавки урожая сортов Гала и Розара на 39,9-64,0 и 39,5-60,5% соответственно. Максимальные прибавки у обоих сортов получены от инокуляции Мобили-

ном, как и в прошлом году, и составили 64,0-60,5%.

Микориза в чистом виде увеличивала урожай клубней в меньшей степени – на 39,9-46,5%. Однако в бинарных сочетаниях с препаратами азотфиксирующих бактерий эффективность инокуляции была более высокой – 53,6-72,1%. Максимальные прибавки получены на смеси Микоризы с Мобилином у сорта Розара – 72,1% и на смеси Микоризы с препаратом 2П-5 у сорта Гала – 65,1%.

Качественные показатели клубней картофеля обоих сортов с применением микробных препаратов также были выше контрольного варианта.

Наблюдалось закономерное увеличение содержания сухого вещества, крахмала и витамина С как от инокуляции чистыми препаратами, так и на бинарных смесях. Максимальное увеличение химических показателей качества наблюдалось на бинарных смесях препаратов с Микоризой.

Таким образом, инокуляция семян картофеля биопрепаратами способствовала увеличению урожайности сортов Гала и Розара на 15,33-108,4% в зависимости от сорта и условий вегетационного периода. Максимальная прибавка у обоих сортов в оба года исследований получена от инокуляции Мобилином – 64,0-60,5%. На фоне Микоризы эффективность инокуляции повышалась по сравнению с монопрепаратами ассоциативных бактерий. Максимальная урожайность получена у сорта Гала от бинарной смеси Микоризы с препаратом 2П-5 – 35,49 т/га, у сорта Розара – от бинарной смеси Микоризы с Мобилином – 34,78 т/га. Инокуляция также способствовала улучшению качества клубней картофеля. У обоих сортов содержание сухого вещества, крахмала и витамина С увеличивалось по сравнению с контролем.

#### Библиографический список

1. 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.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика использования микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / под ред. И.А. Тихоновича, Ю.В. Круглова. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
4. Кожемяков А.П., Тимофеева С.В., Попова Т.А. Разработка и перспективы использования биопрепаратов комплексного действия // Защита и карантин растений. – 2008. – №2. – С. 42-43.

5. Савельев В.А. Растениеводство: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2016. – 316 с.

6. Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений // Плодородие. – 2011. – № 3 (60). – С. 9-13.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

8. Антонова О.И. Практикум по агрохимии: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – 85 с.

#### References

1. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A. Perspektivy ispolzovaniya azotfiksiruyushchikh i fitostimuliruyushchikh mikroorganizmov dlya povysheniya effektivnosti agropromyshlennogo kompleksa i uluchsheniya agroekologicheskoy situatsii v RF // Plodorodie. – 2016. – No. 5. – S. 28-32.
2. Biopreparaty v selskom khozyaystve. Metodologiya i praktika ispolzovaniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve / pod red. I.A. Tikhonovicha, Yu.V. Kruglova. – M.: Rosselkhozakademiya, 2005. – 154 s.
3. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhay. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
4. Kozhemyakov A.P., Timofeeva S.V., Popova T.A. Razrabotka i perspektivy ispolzovaniya biopreparatov kompleksnogo deystviya // Zashchita i karantin rasteniy. – 2008. – No. 2. – S. 42-43.
5. Savelev V.A. Rastenievodstvo: ucheb. posobie. – SPb.: Lan, 2016. – 316 s.
6. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kozhemyakov A.P. Ispolzovanie biopreparatov – dopolnitelnyy istochnik elementov pitaniya rasteniy // Plodorodie. – 2011. – No. 3 (60). – S. 9-13.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
8. Antonova O.I. Praktikum po agrokhimii: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – 85 s.

