

ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОЛЕЗНУЮ МИКРОФЛОРУ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ**Черемисин А.И., Кумпан В.Н.**

Реферат. В полевых опытах (2016-2017 гг.) изучалась предпосевная обработка клубней картофеля биопрепаратами комплексного действия на основе ассоциативных ризобактерий, стимуляторов роста и микроудобрений. Прибавка урожайности в среднем составила 5,1-8,0 т/га при снижении пораженности клубней грибными болезнями. Эффективность биопрепаратов варьировала по годам в зависимости от активности азотфиксирующих микроорганизмов и внешних условий. Численность микроорганизмов усваивающих азот в минеральной форме, увеличивалась в вариантах с препаратами Гуми 20 и Мивал-Агро на 71-100%, олигонитрофилов – в 2-3 раза относительно контроля. Существенно в сравнении с контролем при внесении препаратов возросло количество почвенных грибов – в 1,5-6,5 раз. Обработка клубней биопрепаратами способствует увеличению количества семенных клубней в урожае, более высокий коэффициент размножения – 1:8, получен на вариантах с препаратами Ризоагрин, Мивал-Агро. Наибольший эффект был получен от использования гуминовых удобрений и кремний органического биостимулятора Мивал-Агро. Товарность клубней повышалась на 1,5-6,5%. Под влиянием биоудобрений наблюдалось увеличение численности микроорганизмов в ризосфере картофеля на 42-92% по отношению к контролю.

Ключевые слова: картофель, биопрепараты, полезная микрофлора, гуминовые удобрения, бактериализация клубней., продуктивность.

Введение. Интенсификация сельскохозяйственного производства и повышение урожайности в настоящее время основано на внесении повышенных доз минеральных удобрений и применении все новых и разнообразных средств защиты растений от вредителей и болезней. Приоритетным для сельхозпредприятий является достижение быстрого и максимального эффекта от применения химических препаратов. При этом не учитываются негативные последствия применения пестицидов и несбалансированных доз удобрений, что приводит к усилению пестицидного пресса и нарушению биологического равновесия в агроценозах. Наиболее перспективным направлением для оптимизации фитосанитарного состояния и эффективности производства картофеля может стать рациональное применение средств химизации с расширением использования биологических препаратов [1,2,3]. Микробные препараты оказывают положительное влияние на плодородие почв, увеличивают продуктивность возделываемых культур при более низких дозах минеральных удобрений, снижают агрохимическую нагрузку на растения, обеспечивают экологически безопасное земледелие, не вызывая загрязнений внешней среды и продукции, а также вредного воздействия на полезных насекомых, опылителей растений и диких млекопитающих [4].

Положительное влияние на развитие растений оказывают стимуляторы роста на основе гуминовых кислот, обладающих антистрессовыми и иммуномодулирующими свойствами, способствуя тем самым повышению продуктивности и устойчивости к биотическим и

абиотическим факторам. Такие препараты способны стимулировать иммунную систему, снижать накопление нитратов и солей тяжелых металлов, улучшать клубнеобразование, повышать содержание крахмала, а также устойчивость к патогенам. Использование в сельском хозяйстве эффективных и экологически безопасных биологических препаратов является существенным фактором регулирования почвенного плодородия при орошаемом земледелии в условиях Западной Сибири.

Целью исследований является изучение влияния стимуляторов роста и удобрений на усиление микробиологических процессов и повышение продуктивности черноземных почв.

Условия и методика проведения исследований. Опыты проводились на черноземной среднесуглинистой среднегумусовой почве на опытном участке в условиях орошения, реакция среды нейтральная, содержание гумуса 6,0-6,5 % (по Тюрину), обеспеченность подвижным фосфором – средняя (100-130 мг/кг), обменным калием – высокая (> 200 мг/кг) по Чирикову. Предшественник - яровая пшеница; основная обработка – зяблевая вспашка; дата посадки – 17-22 мая. Все полевые работы проводились по общепринятой технологии и согласно схемы опытов.

В опытах были использованы препараты ассоциативных азотфиксаторов производства ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (ВНИИСХМ) на основе бактерий, выделенных из различных почв и ризосферы растений на торфяном субстрате[5]: Ризоагрин, Азоризин. Стимуляторы роста: кремний органический

биостимулятор Мивал-агро, мелиоративный углеродный препарат Агробиионов, 300 кг/га, производимый в ООО «АгроБиоТехновации» [6].

Концентрированное микроудобрение - Гуми 20; расчетные дозы минеральных удобрений $N_{40}P_{108}$ и N_8P_{22} (1/5 от расчетной дозы) в сочетании с Агробиионов, 100кг/га.

Семенные клубни картофеля обрабатывались препаратами непосредственно перед посадкой, удобрения вносились в борозды одновременно с посадкой. Численность микроорганизмов определяли на твердых питательных средах общепринятыми методами по стандартным методикам [7,8]. Отбор почвенных проб в посадках картофеля проводился в период цветения в конце июля. Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили методом дисперсионного и вариационного анализов [9].

Погодные условия вегетационного периода 2016 года можно характеризовать как умеренные по температуре и влажности. В мае-июне преобладала сухая погода, а основная сумма выпавших осадков – около 100мм, приходилась на II-III декады июля, что на 50% превысило среднеголетние показатели. Высокая влажность приземного слоя в сочетании с ежедневными росами способствовали проявлению эпифитотии фитофтороза. Август характеризовался дефицитом осадков в сочетании с высокими среднесуточными температурами воздуха. В 2017 году весной преобладала теплая погода с недобором осадков. Основная сумма осадков ливневого характера выпала в первой декаде мая - 210% от среднеголетних данных, из них 25,6 мм (81,0% от нормы) выпало в течение суток (9 июня). Вторая и третья декады проходили с повышенными среднесуточными температурами и недобором осадков. В июле преобладала пониженная температура с повышенной нормой осад-

ков. В целом август характеризовался как засушливый, температура воздуха 18,2 °С была на 1,8 °С выше нормы, а осадков выпало на 41,4 мм меньше нормы.

Анализ и обсуждение результаты исследований. В зависимости от погодных условий общая численность микроорганизмов существенно варьировала по годам. В 2016 году результаты микробиологического анализа показали, что количество КОЕ (колониеобразующих единиц) в чашках Петри в сравнении с контролем было выше по всем изучаемым вариантам опыта. Наибольшее суммарное количество микроорганизмов - 243,5 млн. КОЕ/г отмечалось при внесении расчетной дозы минеральных удобрений в сочетании с обработкой клубней углеродсодержащим препаратом Агробиионов за счет значительного увеличения олигонитрофилов. Обработка клубней раствором микроудобрений Гуми 20 способствовала увеличению полезной микрофлоры на 173 % к контролю, вследствие увеличения количества бактерий, растущих на МПА(табл. 1).

Воздействие препаратов Азоризина и Мивал-Агро по результатам периода вегетации оказало менее существенное воздействие на увеличение полезной микрофлоры в ризосфере картофеля. По всем вариантам опыта увеличилось количество олигонитрофилов.

Вегетационный период 2017 года несколько отличался от предыдущего 2016 года, как по температурным показателям, так и по распределению осадков. Соответственно, наблюдается различие и по протеканию микробиологических процессов в почве. Положительный эффект бактериальных обработок сопровождался увеличением в структуре сообществ бактериальных и грибных эндофитов [10,11,12]. Под воздействием кремний органического биостимулятора Мивал-Агро общее количество микроорганизмов увеличилась на

Таблица 1 – Результаты микробиологического анализа почвенных образцов, (в пересчете на 1 г абсолютно сухой почвы), 2016г.

Препараты	Бактерии, растущие на МПА, млн. КОЕ/г	Бактерии, растущие на КАА, млн. КОЕ/г	Олигонитрофилы, млн. КОЕ/г	Грибы, тыс. КОЕ/г	Общее кол-во Микроорганизмов (условно)	
					млн. КОЕ/г	% к контролю
Контроль	13,3	5,6	24,4	5,0	43,3	-
Азоризин	13,0	9,0	25,1	5,1	47,1	8,8
Ризоагрин	26,1	13,9	55,8	13,0	95,8	121,2
Гуми 20	34,5	26,0	58,1	12,0	118,6	173,9
Мивал-агро	12,7	7,1	34,4	15,9	54,2	25,0
Агробиионов	15,3	13,3	46,0	40,3	92,5	82,7
Агробиионов + N_8P_{22}	32,8	28,9	131,2	29,0	243,5	367,3
$N_{40}P_{108}$	29,7	20,3	31,9	20,2	107,9	107,0
Среднее	22,2	15,5	46,9	17,6	95,5	-

285 % и Гуми 20 на 237% по сравнению с контролем. Численность сапрофитных бактерий на МПА, утилизирующих органические соединения азота увеличилась под влиянием препаратов на 18-25% к контролю. В варианте, где были внесены только минеральные азотно-фосфорно-калийные удобрения, количество сапрофитов на МПА оказалось на уровне контрольного варианта. Следует отметить аналогичные изменения при применении препаратов и минеральных удобрений с численностью других групп микроорганизмов, что отразилось на общем (суммарном) количестве определяемых микробов. Так, при внесении под картофель минеральных удобрений общая численность микроорганизмов составляла 71,2 млн КОЕ/г или 85% к контролю, в варианте Агробионов она возросла до 226 млн КОЕ/г, увеличившись в три раза по отношению к контролю. Наибольшее количество микроорганизмов всех определяемых групп было в варианте Мивал-Агро, увеличиваясь более чем в 3 раза в сравнении с контролем. Численность микроорганизмов на КАА, усваивающих азот в минеральной форме, увеличивалась в вариантах с препаратами Гуми 20 и Мивал-Агро на 71-100%, олигонитрофилов –

в 2-3 раза относительно контроля. (табл.2).

Существенно в сравнении с контролем при внесении препаратов возросло количество почвенных грибов – в 1,5-6,5 раз. Внесение удобрений, в частности азотных, сужало соотношение С:N в почве варианта с препаратом Агробионов, что способствовало усилению минерализационных процессов, положительно воздействовало на почвенную микрофлору. Применение биопрепаратов в условиях полива обеспечило получение прибавки урожая на 10 – 42%. Достоверная наибольшая прибавка получена от применения полной дозы удобрений N₄₀P₁₀₈, обработки Агробионов совместно с дозой удобрений N₈P₂₂ и микроудобрений Гуми 20. Клубневой анализ свидетельствует о повышении товарности урожая на вариантах опыта до 97-98 %, по раннеспелому сорту Алена. Обработка клубней биопрепаратами способствует увеличению количества семенных клубней в урожае, поскольку помимо изучения влияния препаратов на величину урожая важным показателем для семеноводства является получение максимального количества клубней, необходимого для увеличения коэффициента размножения в питомниках с раннеспелым сортом Алена, характеризую-

Таблица 2 – Результаты микробиологического анализа почвенных образцов, (в пересчете на 1 г абсолютно сухой почвы), 2017г

Препараты	Бактерии, растущие на МПА, млн. КОЕ/г	Бактерии, растущие на КАА, млн. КОЕ/г	Олигонитрофилы, млн. КОЕ/г	Грибы, тыс. КОЕ/г	Общее кол-во Микроорганизмов (условно)	
					млн. КОЕ/г	% к контролю
Контроль	16,5	17,0	19,8	4,6	75,7	-
Азоризин	19,2	19,7	17,2	13,9	74,7	-1,3
Ризоагрин	24,3	24,8	31,0	13,9	103,9	137
Гуми 20	33,3	37,5	58,5	20,6	179,5	237
Мивал-агро	26,5	28,3	80,2	57,6	216,1	285
Агробионов	20,1	21,6	37,2	22,6	103,6	137
Агробионов + N ₈ P ₂₂	22,6	33,2	63,7	10,6	171,4	226
N ₄₀ P ₁₀₈	16,1	16,4	14,6	7,3	71,2	-6
Среднее	22,3	24,8	40,3	18,9	125,3	-

Таблица 3 – Влияние биопрепаратов на продуктивность и урожайность картофеля, среднее за 2016-2017гг

Вариант	Средняя масса 1-го клубня, г	Количество клубней, шт./куст	Товарность %	Продуктивность, г/куст	Урожайность, т/га
Контроль	89	6,6	90	655	25,4
Мивал-Агро	92	8,0	92	772	30,1
Гуми 20	110	7,4	96	820	33,0
Азоризин	90	7,4	95	670	27,0
Ризоагрин	78	8,2	94	690	26,8
Агробионов	94	7,9	93	750	29,7
Агробионов + N ₈ P ₂₂	93	8,1	93	790	31,0
N ₄₀ P ₁₀₈	117	7,0	97	850	32,5
НСР 05					2,5

щимся крупноклубневостью и небольшим количеством клубней в кусте. Более высокий коэффициент размножения –1:8, получен на вариантах с препаратами Ризоагрин, Мивал-Агро (табл.3).

Наибольшая прибавка к контролю - 5,8т/га, получена на варианте с обработкой клубней микроудобрением на основе гуминовых кислот Гуми-20. Высокая товарность урожая подтверждается и другим показателем продуктивности – средней массой клубня [13]. По этому показателю выделились варианты с участием минеральных удобрений $N_{40}P_{108}$, Агробионов + N_8P_{22} и гуминовых кислот Гуми 20.

Учет урожая свидетельствует о получении существенной прибавки 2,8 т/га от совместного внесения удобрений дозой N_8P_{22} и обработки клубней препаратом Агробионов, что практически сопоставимо с внесением полной расчетной дозы удобрений $N_{40}P_{108}$. На фоне с полной расчетной дозой удобрений отмечена высокая товарность урожая за счет более крупной массы клубня – 125г, тогда как на контроле этот показатель был на уровне 89г.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что эффективность биопрепаратов варьировала по годам в зависимости от активности азотфиксирующих микроорганизмов и внешних условий. Прибавка урожайности в среднем составила 5,1-8,0 т/га при снижении пораженности клубней грибными болезнями.

Наибольший эффект был получен от использования гуминовых удобрений и кремнийорганического биостимулятора Мивал-Агро. Товарность клубней повышалась на 1,5-6,5%. Под влиянием биоудобрений наблюдалось увеличение численности микроорганизмов в ризосфере картофеля на 42-92% по отношению к контролю.

На основании вышеизложенного можно сделать заключение о целесообразности обработки семенного материала биопрепаратами и микроудобрениями наряду с химическими протравителями клубней и внесением минеральных удобрений.

Литература

1. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА. - 2005. – 302 с.
2. Мостякова А.А. Управление продуктивностью посадок картофеля с использованием регуляторов роста в условиях лесостепи Среднего Поволжья/А.А.Мостякова, П.А.Чекмарев, Л.П.Владимиров//Вестник Казанского ГАУ. -2015. №3(37). - с.125-129.
3. Kloepper, I. W. Plant growth-promoting rhizobacteria on canola (rapeseed) / I.W. Kloepper, D.I. Hume, F.M. Scher et al. // Plant Disease Rep. – 1998. – Vol.72, № 1. – P. 42-46.
4. Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов. Автореф дис... д-ра биол. наук. СПб. – 2008. – 35 с.
5. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / Под ред. А.А. Завалина, А.П. Кожемякова – СПб: ХИМИЗДАТ. – 2010. – 64 с.
6. Сарсенова А. А. Влияние углеродного мелиоративного препарата на микробиологические свойства лугово-черноземной почвы и урожайность картофеля/ А.А.Сарсенова, А.И.Черемисин, О.Ф.Хамова // Вестник Алтайского аграрного университета, № 12(158), с. 32-37.
7. Аристовская Т.Е., Владимирская М.Е., Голлербах М.М. и др. Большой практикум по микробиологии. М.: Высш. шк. 1962. 490 с.
8. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применение препаратов на их основе. Л., 1991. – 60 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985, - 416 с.
10. Liu S.-D. Mechanism of biological control in soil suppressive to *Rhizoctonia solani* / S.-D. Liu, R. Baker // Phytopathology. – 1980. – v. 70. – 404-412.
11. Кожемяков А.П., Тихонович И.А. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве // Доклады Россельхозакадемии, 1998. – №6. – С.7-10.
12. Carling D.E. Symptoms, signs yield reduction association with *Rhizoctonia* disease on potato induced by tuber borne inoculum *Rhizoctonia* AG-3/ D.E. Carling, R.H. Leiner, P.C. Westphale // American Potato J., 1989, vol. 66, p. 693-701.
13. Черемисин А.И. Применение биопрепаратов комплексного действия и биоудобрений в оригинальном семеноводстве картофеля/А.И. Черемисин, В.Н. Кумпан//Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (25). С. 28-34.

Сведения об авторах:

Черемисин Александр Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом картофеля, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
 Кумпан Владимир Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
 ФГБОУ ВО «Омский Государственный Аграрный Университет», г. Омск, Россия.

STUDY THE IMPACT OF BIOPREPARATIONS AND GROWTH STIMULATORS APPLICATION ON USEFUL MICROFLORA AND PRODUCTIVITY OF POTATO

Cheremisin A.I., Kumpan V.N.

Abstract. In field experiments (2016-2017), pre-sowing treatment of potato tubers with complex preparations based on associative rhizobacteria, growth stimulants and micronutrients was studied. The average yield increase amounted to 5.1-8.0 tons per hectare with a decrease in tuber infection with fungal diseases. The effectiveness of biologics varied over the years depending on the activity of nitrogen-fixing microorganisms and the external conditions. The number of microorganisms assimilating nitrogen in the mineral form increased in the variants with preparations Gumi 20 and Mival-Agro by 71-100%, oligonitrophils - by 2-3 times relative to the control. Significantly compared with the control when making drugs, the number of soil fungi increased by 1.5-6.5 times. Processing of tubers with biologics increases the number of seed tubers in the crop, a higher reproduction rate of 1: 8 was obtained on variants with Rizoagrin and Mival – Agro. The greatest effect was obtained from the use of humic fertilizers and silicon organic biostimulator Mival-Agro. Marketability of tubers increased by 1.5-6.5%. Under the influence of bio-fertilizers, an increase in the number of microorganisms in the rhizosphere of potatoes was observed by 42-92% relative to the control.

Key words: potatoes, biological products, useful microflora, humic fertilizers, bacterization of tubers, productivity.

References

1. Zavalin A.A. *Biopreparaty, udobreniya i urozhay*. [Biologicals, fertilizers and harvest]. M.: VNIIA. - 2005. – P. 302.
2. Mostyakova A.A. Managing the productivity of planting potatoes using growth regulators in the forest steppe of the Middle Volga. [Upravlenie produktivnostyu posadok kartofelya s ispolzovaniem regulyatorov rosta v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzhya]. / A.A. Mostyakova, P.A. Chekmarev, P. Vladimirov *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. -2015. №3(37). - P. 125-129.
3. Kloepper, I. W. Plant growth-promoting rhizobacteria on canola (rapeseed) / I.W. Kloepper, D.I. Hume, F.M. Scher et al. // *Plant Disease Rep.* – 1998. – Vol.72, № 1. – P. 42-46.
4. Belimov A.A. *Vzaimodeystvie assotsiativnykh bakteriy i rasteniy v zavisimosti ot bioticheskikh i abioticheskikh faktorov. Avtoref dis... d-ra biol. nauk.* (Interaction of associative bacteria and plants depending on biotic and abiotic factors. Abstract dis ... Dr. Biol. Sciences). SPb. – 2008. – P. 35.
5. *Novye tekhnologii proizvodstva i primeneniya biopreparatov kompleksnogo deystviya.* / Pod red. A.A. Zavalina, A.P. Kozhemyakova [New technologies for the production and use of complex biological products]. / – SPb: KhIMIZDAT. – 2010. – P. 64.
6. Sarsenova A. A. Effect of a carbon reclamation preparation on the microbiological properties of meadow chernozem soil and potato yield. [Vliyaniye uglevodnogo meliorativnogo preparata na mikrobiologicheskie svoystva lugovo-chernozemnoy pochvy i urozhaynost kartofelya]. / A.A.Sarsenova, A.I.Cheremisin, O.F.Khamova // *Vestnik Altayskogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Altai Agrarian University*, № 12(158), P. 32-37.
7. Aristovskaya T.E., Vladimirskaia M.E., Gollerbakh M.M. and others. *Bolshoy praktikum po mikrobiologii*. [Large practical work on microbiology]. M.: Vyssh. shk. 1962. P. 490.
8. Khotyanovich A.V. *Metody kultivirovaniya azotfiksiruyuschikh bakteriy, sposoby polucheniya i primeneniya preparatov na ikh osnove*. [Methods for cultivating nitrogen-fixing bacteria, methods for producing and using preparations based on them]. L., 1991. – P. 60.
9. Dospelkhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Field experience]. M.: Kolos, 1985, - P. 416.
10. Liu S.-D. Mechanism of biological control in soil suppressive to *Rhizoctonia solani* / S.-D. Liu, R. Baker // *Phytopathology*. – 1980. – v. 70. – P. 404-412.
11. Kozhemyakov A.P., Tikhonovich I.A. The use of inoculants of legumes and biopreparations of complex action in agriculture. [Ispolzovanie inokulyantov bobovykh i biopreparatov kompleksnogo deystviya v selskom khozyaystve]. // *Doklady Rosselkhozakademii. - Reports of the Agricultural Academy*. 1998. – №6. – P. 7-10.
12. Carling D.E. Symptoms, signs yield reduction association with *Rhizoctonia* disease on potato induced by tuber borne inoculum *Rhizoctonia AG-3*/ D.E. Carling, R.H. Leiner, P.C. Westphale // *American Potato J.*, 1989, vol. 66, P. 693-701.
13. Cheremisin A.I. The use of biologics of complex action and bio-fertilizers in the original potato seed production. [Primeneniye biopreparatov kompleksnogo deystviya i bioudobreniy v originalnom semenovodstve kartofelya]. / A.I. Cheremisin, V.N.. Kumpan// *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Omsk State Agrarian University*. 2017. № 1 (25). P. 28-34.

Authors:

Cheremisin Aleksandr Ivanovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of Potato Department, Omsk Agrarian Research Center

Kumpan Vladimir Nikolaevich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor
Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia.