

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ
В КАРТОФЕЛЕВОДСТВЕ**

**Л.С. Федотова, Е.В. Князева, Н.А. Тимошина, А.Э. Шабанов, А.И. Киселев,
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»,
Россия, Московская обл., Люберецкий район, п. Коренёво.
E-mail: coordinazia@mail.ru, <http://lorchinstitute.ru>**

Представлены результаты трехфакторного полевого опыта с пятью новыми сортами картофеля: Гулливер, Гранд, Азарт, Кумач, Сигнал в условиях Московской области на дерново-подзолистой супесчаной почве. Сочетание минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{135}$) с микробиологическим препаратом Бисолбифит (4 кг/т NPK) повышало продуктивность этих сортов картофеля. В меньшей степени проявилось влияние препарата Бисолбифит на очень раннем сорте Гулливер (прибавка составила 1,2 т/га, или 3,5%) и среднеспелом сорте Гранд (1,6 т/га, или 3,7%), а в максимальной степени на среднераннем сорте Азарт (5,2 т/га, или 13,6%) по сравнению с соответствующими значениями вариантов традиционных минеральных удобрений в эквивалентной дозе. Среднеспелые сорта картофеля Гранд, Кумач и Сигнал отреагировали по нарастающей на добавление к NPK препарата Бисолбифит – прибавка составила: 1,6 т/га (3,7%) → 2,4 т/га (5,9%) → 3,0 т/га (6,9%). Максимальная урожайность сортов картофеля (более 40 т/га – ранний сорт Гулливер и более 50 т/га – среднеранний сорт Азарт, среднеспелые сорта: Гранд, Кумач, Сигнал) наблюдалась на фоне биомодифицированных минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{135}$ + Бисолбифит) в сочетании с некорневым опрыскиванием биопрепаратами: Флоровит, Фульвигрейн, Байкал. Статистический анализ экспериментальных данных трехфакторного опыта показал, что в формировании урожайности картофеля 2019 г. доля участия фактора А (сорт) составила 54,3%, фактора В (удобрения) 25,5, фактора С (препараты) 6,6%, взаимодействия АВ – 7,2%, АС – 1,5, ВС – 0,2 и ABC – 1,8%. В более влажном 2020 г. приоритет факторов изменился: влияние фактора А (сорт) составило 6,4%, фактора В (удобрения) 71,5, фактора С (препараты) 9,5%, взаимодействия АВ – 5,4%, АС – 1,6, ВС – 0,3 и ABC – 1,4%.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, модифицированные минеральные удобрения, Бисолбифит, биопрепараты, Флоровит, Фульвигрейн, Байкал.

Для цитирования: Федотова Л.С., Князева Е.В., Тимошина Н.А., Шабанов А.Э., Киселев А.И. Применение биомодифицированных минеральных удобрений и биологически активных препаратов в картофелеводстве// Плодородие. – 2021. – №5. – С. 71-75. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.18.

Развитие отрасли картофелеводства в настоящее время базируется на разработке и внедрении адаптивно-биологизированных технологий выращивания культуры. Одним из элементов таких технологий является применение органо-минеральных, бактериальных удобрений и биологически активных препаратов (Кожемяков, Чеботарь, 2005; Федотова, Кравченко, Тимошина, Гаврилов, 2012; Жевора и др., 2018; Федотова и др., 2019; Bulgarelli D. et al., 2013; Yanni, S.F.; Janzen, H.H.; Gregorich, E.G. et al., 2016; Cruz, E.O., Oramas, G.G., Gonzalez R.L. et al., 2017).

Сегодняшние затраты на удобрения, ТСМ, средства защиты растений и другие немаловажные товары значительно увеличивают себестоимость производимой продукции, ставя под сомнение целесообразность само выращивания. Это побуждает к поиску путей снижения доз вносимых минеральных удобрений за счет повышения их эффективности, а также к увеличению доли используемых отечественных сортов картофеля интенсивного типа (Апшев и др., 2019; Федотова и др., 2019).

Опыт использования полезной микрофлоры, наносимой на поверхность гранул минеральных удобрений, например, в форме штамма ризосферных азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13 (препарат БисолбиФит), продемонстрировал их возможность влиять на рост и развитие корневой системы растений благо-

даря их возможности переводить потенциальные запасы питательных веществ в доступные формы (Завалин, Чернова, Гаврилова, 2014; Завалин, Накаряков, 2021). Новые формулы минеральных удобрений с включением в их состав биопрепаратов способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур (примерно на 10-30%) за счет обогащения корнеобитаемого слоя почвы ризосферными бактериями, выделяющими в процессе жизнедеятельности биологически активные вещества – органические кислоты, витамины и фиторегуляторы роста. Эти компоненты усиливают протекание всех этапов метаболизма, а также значительно укрепляют иммунный статус самого растения. Все это ускоряет развитие растений. Накоплен значительный опыт применения биомодифицированных удобрений под различные зерновые культуры (Завалин, Духанина, Хусайнов и др., 2003; Чеботарь, Завалин, Кипрушкина, 2007; Чеботарь, Шапошников, Кравченко, 2009; Чеботарь, Завалин, Ариткин, 2014). На картофеле, к сожалению, в значительно меньшей степени отработана данная технология, особенно это касается новых современных сортов, реакция которых на включение в систему минерального питания БисолбиФита изучена недостаточно.

Как известно, урожайность является ключевым генетическим признаком, на который проводят селекцию

новых сортов. При этом сорта одной и той же группы спелости и выращенные в одинаковых условиях демонстрируют значительные различия по срокам прохождения фаз, урожайности, динамике накопления питательных веществ и устойчивости к болезням (Struik, Wiersema, 1999; Лебедева, Гаджиев, 2006). За последние годы селекционеры внесли значительный вклад в выведение сортов картофеля, проявляющих высокую адаптацию к неблагоприятным факторам внешней среды и обладающих требуемыми характеристиками для переработки на различные продукты питания (Kirk, 1992; Simakov, Yashina, Sklyarova, 2007; Симаков, Анисимов, Митюшкин, Журавлев, 2018; Апшев и др., 2019). К таким сортам справедливо относят изучавшиеся в опыте – Гулливер, Азарт, Град, Кумач и Сигнал.

Вклад сорта (т.е. фактически генотипа) в формирование продуктивности картофеля, как самостоятельного фактора повышения урожайности и иммунитета культуры, составляет, по мнению исследователей, от 30 до 70% (Васильев, 2008; Симаков, Анисимов, Митюшкин, Журавлев, 2018).

Цель исследований – изучить отзывчивость новых сортов картофеля различных групп спелости на предпосадочное применение минеральных удобрений, модифицированных биопрепаратом БисолбиФит, в сочетании с некорневым опрыскиванием биопрепаратами для оптимизации продукционного процесса, повышения урожайности культуры и улучшения биохимического состава клубней.

Методика. В 2019 и 2020 г. на территории опытной экспериментальной базы «Коренёво» Люберецкого района Московской области (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха») был заложен полевой 3-факторный опыт с применением традиционных и биомодифицированных минеральных удобрений (фактор В) в сочетании с некорневыми опрыскиваниями различными формами биологически активных препаратов (фактор С) при выращивании пяти новых сортов картофеля отечественной селекции (фактор А): Гулливер – очень ранний, Азарт – среднеранний, Гранд, Кумач, Сигнал – среднеспелые столового назначения и для переработки на различные продукты питания. Краткая запись схемы опыта: 5 сортов (фактор А) × 3 фона удобрений (фактор В) × 4 препарата (0 + 3), (фактор С) = 60 вариантов × 3 повторности.

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания (Хлевной, Заикин, Замотаев и др., 1986 [3]; Симаков, Анисимов, Коршунов и др. 2005 [2]). Площадь делянки первого порядка, фактора А – 144 м², второго, фактора В – 48, третьего порядка, фактора С – 12 м²; повторность трехкратная, расположение систематическое. Сроки посадки картофеля – первая декада мая, уборки – конец августа.

Формы минеральных удобрений: нитроаммофоска (16 N -16 P -16 K %) с добавлением калия хлористого гранулированного (58% K₂O);

Формы биопрепаратов:

Флоровит – жидкое органоминеральное микроудобрение: азот (N) 7%, фосфор (P₂O₅) в.р. 5,0%, калий (K₂O) в.р. 6,0%, Fe 0,03%, В в.р. 0,02%, Cu 0,008%, молибден в.р. 0,002%, Mn 0,015%, Zn 0,015% (микроэлементы, кроме В в форме ЭДТА).

ФульвиГрейн Бест – жидкое органоминеральное удобрение, содержащее L-аминокислоты (10%), гуминовые и фульвовые кислоты (10%).

Байкал ЭМ-1 – композиция порядка 60 штаммов микроорганизмов (1×10⁵⁻⁶ КОЕ/мл), составляющих устойчивый симбиоз, в т.ч. наиболее крупные группы: фотосинтезирующие и молочнокислые бактерии, дрожжи, актиномицеты, ферментирующие грибы типа *Aspergillus*, *Penicillium*.

Некорневое опрыскивание растений биопрепаратами Байкал, Флоровит, ФульвиГрейн проводили при 70-90 %-ном смыкании рядков (фаза бутонизации-начала цветения).

БисолбиФит – предназначен для биологической модификации всех видов минеральных удобрений, с целью повышения их экологичности и коэффициента полезного действия. Действующее вещество – штамм ризосферных азотфиксирующих бактерий *Basillus subtilis* Ч-13, количество биоагента – не менее 100 млн КОЕ в 1 г биопрепарата. Норма расхода БисолбиФита (БП) – 4 кг/т минеральных удобрений.

Почва дерново-подзолистая супесчаная, характеризовалась слабокислой реакцией среды (рН_{KCl} 4,8-5,0) низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими (S = 3,1-3,4 мг-экв/100г почвы; V = 50,7-51,5%); высоким содержанием подвижного фосфора – 269-273 мг/кг почвы, средним содержанием обменного калия – 115-128 мг/кг почвы; содержание гумуса 1,8-1,9%.

Метеоусловия: средняя температура воздуха за вегетационный период 2019 г. составила 17,4 °С, при норме 16,5 °С, осадков выпало 292,3 мм, или 112,2 % от нормы. ГТК₂₀₁₉ равен 1,39 (в целом нормальный год). Температура воздуха за вегетационный период 2020 г. составила 17,1 °С, сумма осадков – 395,7 мм, или 149,7 % от нормы. Сумма эффективных температур (выше 10 °С): в 2019 г. – 2126°С, в 2020 г. – 1980 °С. ГТК₂₀₂₀ – 2,35 (влажный год).

Методы исследований: закладка опыта, фенологические наблюдения, учёт роста и развития растений, урожая и его структуры были осуществлены согласно «Методике проведения агротехнических опытов, учёт, наблюдений и анализов на картофеле, 2019» [10]; агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым ГОСТам. Достоверность различий между средними вычисляли методом трехфакторного дисперсионного анализа на 5%-ном уровне значимости (Доспехов, 1985 [4]), программы AgCStat (надстройка к Excel – авторы Гончар-Зайкин, Чертов, 2012).

Результаты и их обсуждение. Экспериментальные данные трехфакторного полевого опыта в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы Московской области в относительно благоприятных 2019 и 2020 г. показали, что новые сорта картофеля Азарт, Гулливер, Гранд, Кумач и Сигнал существенно увеличивали свою продуктивность под влиянием применяемых факторов (табл. 1, 2).

Прибавка урожайности картофеля раннего сорта Гулливер от внесения в почву перед посадкой традиционного минерального удобрения в дозе N₉₀P₉₀K₁₃₅ в среднем по фактору В была ниже, чем от внесения биомодифицированного NPK-удобрения в той же дозе. Наблюдалось усиление отзывчивости сорта на предпосадочное внесение минеральных удобрений в 2020 г. по сравнению с предыдущим 2019 г., в котором на этом сорте отмечали увеличение количества израстаний и уродливых клубней на фоне минеральных удобрений.

1. Урожайность сортов картофеля (т/га) в зависимости от применяемых факторов (в среднем за 2019-2020 г.)

Сорт (фактор А)	Минеральные удобрения (фактор В)	Некорневое опрыскивание (фактор С)				Среднее по факт. В	Прибавка	
		0	Флоровит	Фульвигрейн	Байкал		т/га	%
Очень ранний Гулливер	НРК ₀	29,7	31,9	33,0	31,7	31,6	-	-
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	34,5	39,3	37,5	38,7	37,5	5,9	18,7
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + БП	35,7	42,7	39,7	39,3	39,3	7,7	24,4
	Среднее по факт. С	33,3	38,0	36,7	36,6			
	прибавка	т/га	4,7	3,4	3,3			
		%	14,1	10,2	9,9			
Среднеранний Азарт	НРК ₀	28,6	34,3	34,3	32,9	32,5	-	-
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	38,1	44,3	46,7	44,0	43,3	10,8	33,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + БП	43,3	48,0	51,1	48,7	47,8	15,3	47,1
	Среднее по факт. С	36,7	42,2	44,0	41,9			
	прибавка	т/га	5,5	7,3	5,2			
		%	15,0	19,9	14,2			
2019 г.: НСР ₀₅ сорт (А) 2,1; НСР ₀₅ удобрения (В) 2,0; НСР ₀₅ препараты (С) 0,3								
2020 г.: НСР ₀₅ сорт (А) 2,7; НСР ₀₅ удобрения (В) 1,4; НСР ₀₅ препараты (С) 2,5								

Фолиарные обработки растений картофеля сорта Гулливер биопрепаратами Флоровит, Фульвигрейн и Байкал (фактор С) обеспечили устойчивые прибавки урожайности.

Максимальная урожайность (2019-2020 г.) сорта Гулливер получена на фоне модифицированного удобрения в сочетании с некорневым опрыскиванием препаратом Флоровит: [(N₉₀P₉₀K₁₃₅ + бисолбифит) + Флоровит] – 42,7 т/га, прибавка составила 13,0 т/га, или 43,8% к абсолютному контролю.

Среднеранний сорт Азарт характеризовался высокой отзывчивостью на внесение минеральных удобрений в оба года исследований. Прибавка от внесения традици-

онного минерального удобрения в дозе N₉₀P₉₀K₁₃₅ составила: в 2019 г. 7,6 т/га, или 30,9%, в 2020 г. – 11,4 т/га, или 35,0%, а от внесения биомодифицированного НРК-удобрения в той же дозе: в 2019 г. – 15,2 т/га (61,8%), в 2020 г. – 14,3 т/га (43,9%). От некорневых опрыскиваний растений картофеля сорта Азарт биопрепаратами (фактор С) получены существенные прибавки – от 5,2 до 7,3 т/га (14,2-19,9%), а максимальная урожайность сформировалась в варианте (N₉₀P₉₀K₁₃₅ + Бисолбифит) + Фульвигрейн – 51,1 т/га, прибавка 22,5 т/га, или 79% к контролю.

Сорт Гранд характеризовался средней отзывчивостью на внесение минеральных удобрений (табл. 2).

2. Урожайность среднеспелых сортов картофеля (т/га) в зависимости от применяемых факторов (в среднем за 2019-2020 г.)

Сорт (фактор А)	Минеральные удобрения (фактор В)	Некорневое опрыскивание (фактор С)				Среднее по факт. В	прибавка	
		0	Флоровит	Фульвигрейн	Байкал		т/га	%
Гранд	НРК ₀	34,5	37,9	38,2	36,5	36,8	-	-
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	42,7	50,7	48,9	49,9	48,0	11,2	30,4
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + БП	44,3	50,8	52,9	51,3	49,8	13,0	35,3
	Среднее по факт. С	40,5	46,5	46,7	45,9			
	прибавка	т/га	6,0	6,2	5,4			
		%	14,8	15,3	13,3			
Кумач	НРК ₀	35,0	38,3	37,9	36,0	36,8	-	-
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	40,9	43,0	45,9	45,7	43,9	7,1	19,3
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + БП	43,3	49,2	48,2	49,9	47,7	10,9	29,6
	Среднее по факт. С	39,7	43,5	44,0	43,9			
	прибавка	т/га	3,8	4,3	4,2			
		%	9,6	10,8	10,6			
Сигнал	НРК ₀	31,1	33,7	33,4	33,1	32,8	-	-
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	43,5	46,7	48,1	47,7	46,5	13,7	41,8
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + БП	46,5	50,6	50,0	52,0	49,8	17,0	51,8
	Среднее по факт. С	40,4	43,7	43,8	44,3			
	прибавка	т/га	3,3	3,4	3,9			
		%	8,2	8,4	9,6			
2019 г.: НСР ₀₅ сорт(А) 2,1; НСР ₀₅ удобрения(В) 2,0; НСР ₀₅ препараты(С) 0,3								
2020 г.: НСР ₀₅ сорт(А) 2,7; НСР ₀₅ удобрения(В) 1,4; НСР ₀₅ препараты(С) 2,5								

За счет плодородия почвы получена относительно высокая урожайность – 34,5 т/га, что характерно для среднеспелых и среднепоздних сортоотпавов картофеля, которые формируют свою продуктивность за счет не только удобрений, но и эффективного плодородия почвы (Федотова, Тимошина, Князева, 2017). От внесения в почву перед посадкой N₉₀P₉₀K₁₃₅ (фактор В) прибавка урожайности была больше, чем от биомодифицированного удобрения в той же дозе.

От некорневых опрыскиваний растений сорта Гранд биопрепаратами в фазе бутонизации – начала цветения (фактор С) получены существенные прибавки на всех фонах удобрений, а максимальная урожайность сформировалась в нескольких вариантах: N₉₀P₉₀K₁₃₅ + Флоровит, [(N₉₀P₉₀K₁₃₅ + Бисолбифит) + Флоровит, Фульвигрейн, Байкал].

Среднеспелый сорт Кумач за счет плодородия почвы сформировал высокую урожайность, прибавка от внесения N₉₀P₉₀K₁₃₅ была самой низкой. От некорневых опрыскиваний биопрепаратами растений сорта Кумач (фактор С) прибавки урожайности составили 39,6-10,8%, максимальная урожайность сформировалась на фоне модифицированного минерального удобрения с некорневыми опрыскиваниями биопрепаратами.

Из трех среднеспелых сортов по сорту Сигнал получена наименьшая урожайность за счет низкого пло-

родия почвы, прибавка урожайности от внесения $N_{90}P_{90}K_{135}$ была наибольшей и от действия модифицированного удобрения также высокой, т.е. этот сорт картофеля наиболее отзывчив на внесение минеральных удобрений.

От некорневых опрыскиваний вегетирующих растений сорта Сигнал получены существенные прибавки на всех фонах удобрений, а максимальная урожайность сформировалась на фоне модифицированных минеральных удобрений в комплексе с некорневыми опрыскиваниями биопрепаратами, прибавки к неудобренному контролю равны 61-76%.

Для картофелеводства важным показателем является количественный выход семенных клубней на 1 га (табл. 3). Наиболее сильную способность к образованию большого количества клубней, в том числе семенной фракции (30-60 мм в поперечном диаметре), проявил среднепоздний сорт Кумач, у остальных сортов эти показатели были ниже.

На сорте Гулливер наблюдалась тенденция к увеличению выхода семенной фракции клубней в зависимости от применения удобрений, на сорте Гранд отмечена обратная тенденция – снижение выхода семенной фракции на фоне удобрений.

3. Выход клубней семенной фракции, тыс. шт/га (в среднем за 2019-2020 г.)

Вариант	Некорневое опрыскивание	Гулливер	Азарт	Гранд	Кумач	Сигнал
Без удобрений	Без обработок	372	359	426	479	265
	Флоровит, 1,5 л/га	407	417	443	566	309
	Фульвигрейн, 1,5 л/га	397	450	423	559	299
	Байкал, 1,5 л/га	389	440	439	545	315
$N_{90}P_{90}K_{135}$	Без обработок	365	443	395	549	301
	Флоровит, 1,5 л/га	430	467	465	574	361
	Фульвигрейн, 1,5 л/га	403	518	437	557	387
	Байкал, 1,5 л/га	414	466	450	575	369
$N_{90}P_{90}K_{135}$ + бисолбифит	Без обработок	426	451	403	583	339
	Флоровит, 1,5 л/га	468	491	410	575	378
	Фульвигрейн, 1,5 л/га	456	543	417	568	375
	Байкал, 1,5 л/га	445	507	440	565	353

HCP₀₅ сорт(А) 83; HCP₀₅ удобрения(В) 51; HCP₀₅ препараты(С) 40

На трех сортах: Азарт, Кумач и, отчасти, Сигнал, было зафиксировано повышение выхода семенной фракции клубней как реакция на улучшение условий питания – в вариантах с применением минеральных удобрений, биопрепаратов и их сочетаний. Наиболее эффективно удобрения и препараты влияли на формирование семенных клубней среднераннего сорта Азарт. Существенные различия в выходе семенной фракции между минеральным и биомодифицированным фоном наблюдались у сорта Гулливер, у остальных сортов – отмечена только тенденция.

Заключение. Статистический анализ экспериментальных данных трехфакторного полевого опыта показал, что в формировании урожайности картофеля 2019 г. доля участия фактора А (сорт) составила 54,3%, фактора В (удобрения) – 25,5, фактора С (препараты) – 6,6, взаимодействия АВ – 7,2, АС – 1,5, ВС – 0,2 и АВС – 1,8%.

В более влажном 2020 г. приоритет факторов изменился: влияние фактора А (сорт) составило 6,4%, фактора В (удобрения) – 71,5, фактора С (препараты) – 9,5, взаимодействия АВ – 5,4, АС – 1,6, ВС – 0,3 и АВС – 1,4%. Доля участия некорневых опрыскиваний биопрепаратами Байкал, Флоровит, Фульвигрейн в формировании урожайности культуры была стабильной в оба года исследований – на уровне 6,6-9,5%.

Урожайность пяти новых отечественных сортов картофеля существенно повышалась на фоне модифицированных минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{135}$ + Бисолбифит): в меньшей степени проявилось влияние препарата Бисолбифит на очень раннем сорте Гулливер (прибавка 1,8 т/га, или 4,8 %) и среднеспелом сорте Гранд (1,8 т/га, или 3,7%), а в максимальной степени на среднераннем сорте Азарт (прибавка 4,5 т/га, или 10,4%). Рост продуктивности среднеспелых сортов картофеля Гранд, Сигнал и Кумач от модификации NPK-удобрений препаратом Бисолбифит составил, соответственно, 1,8 т/га

(3,7%), 3,3 (7,1%) и 4,9 т/га (8,6%). Максимальная урожайность новых сортов наблюдалась на фоне модифицированных минеральных удобрений в сочетании с некорневым опрыскиванием биопрепаратами: более 40 т/га – ранний сорт Гулливер, на уровне 50 т/га и немного выше у сортов Азарт, Гранд, Кумач, Сигнал.

Применение различных форм удобрений увеличивало количество клубней в расчете на 1 куст картофеля, в т.ч. количество клубней семенной фракции (30-60 мм в диаметре). В результате повышался количественный выход семенных клубней на 1 га, наиболее заметно у среднераннего сорта Азарт: с 359 тыс. шт/га (без удобрений) до 443-543 тыс. шт/га в вариантах с применением минеральных удобрений, биопрепаратов и их сочетаний.

Полученные в ходе эксперимента данные следует расширять за счет вовлечения в эксперимент большего количества сортов.

Литература

1. Васильев, А.А. Сорт – основа урожая / А.А. Васильев, В.П. Дергилев // Вестник Южно-Уральского НИИ плодовоощеводства и картофелеводства, 2008. – С. 124.
2. Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения. Практическое руководство / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, А.В. Коршунов [и др.]. – М.: ВНИИКС, Россельхозакадемия, 2005. – 111 с.
3. Возделывание картофеля по интенсивной технологии: агрономическая тетрадь / Б.Ф. Хлевной, Д.В. Заикин, А.И. Замотаев [и др.] / Под ред. Б.В. Хлевного. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 96 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
5. Завалин, А.А. Действие удобрений и биопрепаратов на продуктивность сортов ячменя / А.А. Завалин, Т.М. Духанина, Х.А. Хусайнов, О.А. Ляличкин, В.А. Соколов, А.Л. Тарасов, С.И. Новоселов, М.А. Евдокимова // Агрохимия. – 2003. – № 1. – С. 30-37.
6. Завалин, А.А. Повышение эффективности минеральных удобрений при их биомодификации препаратом Бисолбифит / А.А. Завалин, Л.С. Чернова, А.Ю. Гаврилов // Плодородие. – 2014. – № 6. – С. 6-8.
7. Завалин, А.А. Эффективность применения биомодифицированных азотных удобрений под озимую пшеницу / А.А. Завалин, А.М. Нака-

ряков//Агрохимический вестник. – 2021. – №1. – С. 33-37. DOI: 10.24411/1029-2551-2021-1-006.

8. Жевора, С.В. Роль микробиологических удобрений и сидератов в повышении продуктивности и качества картофеля / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – № 4. – С. 24-28. DOI: 10.31857/S250026270000544-3.

9. Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. Биопрепараты для земледелия // В кн.: Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М., 2005. – С.18-54.

10. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле/ФГБНУ ВНИИКС. – М., 2019. – 120 с.

11. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А. Инновационные технологии в селекции и семеноводстве картофеля// Актуальные проблемы картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Отв. ред. М.В. Ефимова. – Томск. Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – С. 29-34.

12. Тихонович, И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве: Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь, Ю.В. Круглов, Н.В. Кандыбин, Г.Ю. Лаптев – М.: РАСХН, 2005. – 154 с.

13. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Гаврилов А.Н. Применение бактериальных удобрений при возделывании картофеля//Плодородие. – 2012. – №2 (65). – С. 6-9.

14. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Реакция сортов картофеля на возрастающие дозы удобрений. //Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных, овощных культур и картофеля: сборник научных трудов. Т. XIX / [сост.: Т.В. Лебедева, О.В. Гордеев, А.А. Васильев]. – Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 2017. – С. 375-386.

15. Федотова Л.С. Агроэкологическая эффективность биомодифицированных минеральных удобрений и биологически активных препара-

тов при выращивании картофеля/ Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева, С.В. Жевора, А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.С. Кузнецов/В сб. материалов международной конференции (К 100-летию акад. ВАСХНИЛ Т.Н. Кулаковской) /Под редакцией В.Г. Сычева «Плодородие почв России. Состояние и возможности» 26-27 ноября 2019. – М.: ВНИИА, 2019. – С. 377-386.

16. Чеботарь, В.К. Антифунгальные и фитостимулирующие свойства ризосферного штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 – продуцента биопрепаратов / В.К. Чеботарь, Н.М. Макарова, А.И. Шапошников, Л.В. Кравченко // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – №4. – Т.45. – С. 465-469.

17. Чеботарь, В.К. Применение биомодифицированных минеральных удобрений: [моногр.] / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, А.Г. Ариткин – М.: ВНИИА; Ульяновск: УлГУ, 2014. – 142 с.

18. Чеботарь, В.К. Эффективность применения биопрепарата Экстрасол / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, Е.Н. Кипрушкина. – М.: ВНИИА, 2007. – 216 с.

19. Bulgarelli D. et al. Structure and Functions of the Bacterial Microbiota of Plants. Annual Review of Plant Biology. 2013. V. 64:807-838 <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>

20. Cruz, E.O.A., Oramas, G.G., Gonzalez R.L., Alonso, J.V., Ost, P., Cepero, Z.M. Response of potato's cultivation (*Solanum tuberosum* L.) to the combination of the ecological fertilizer HerbaGreen with chemical fertilizer// CENTRA AGRICOLA, 2017. V. 44. (1). P. 80-89.

21. Kirk, W.W. The influence of temperature on leaf development and growth in controlled environments // Ann. Appl. Biol. 1992. №3. P. 511-525.

22. Simakov E.A., Yashina I.M., Sklyarova N.P. Potato breeding in Russia: History, General Trends and Achievements //In the book: Potato production and innovative technologies Editors: Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. Wageningen, 2007. P. 311-327.

23. Yanni, S.F.; Janzen, H.H.; Gregorich, E.G.; Ellert, B.H.; Larney, F.J.; Olson, B.M.; Zvomuya, F. Organic Carbon Convergence in Diverse Soils Toward Steady State: 21-Year Field Bioassay// Soil Science Society of American Journal. 2016. V. 80. (6). P. 1653-1662.

APPLIANCE OF BIOMODIFIED MINERAL FERTILIZERS AND BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS IN POTATO GROWING

*Fedotova L.S., Knyazeva E.V., Timoshina N.A.,
Shabanov A.E., Kiselev A.I.*

*Russian Potato Research Centre, Russia, 140051, Moscow region, Lyubertsy, Kraskovo, Lorch St., 23/B
E-mail: coordinazia@mail.ru, <http://lorchinstitute.ru>*

The article presents the results of a three-factor field experiment with 5 new varieties of potatoes: Gulliver, Grand, Azart, Kumach, Signal. The experiment was carried out in the conditions of the Moscow region on sod-podzolic sandy loam soil. The combination of mineral fertilizers (N90P90K135) with the microbiological preparation Bisolbifit (4 kg / t NPK) increased the productivity of five potato varieties bred by Russian Potato Research Centre. The effect of Bisolbifit manifested itself to a lesser extent on the very early variety Gulliver (yield increase was 1.2 t / ha or 3.5%) and the mid-ripening variety Grand (1.6 t / ha or 3.7%), and to a maximum extent on the medium early variety Azart (5.2 t / ha or 13.6%), if compared with the indicators of the experimental variants, which used traditional mineral fertilizers in an equivalent dose. Mid-season potato varieties Grand, Kumach and Signal showed an increase in yield when Bisolbifit was added to NPK – the increase was: 1.6 t / ha (3.7%) → 2.4 t / ha (5.9%) → 3.0 t / ha (6.9%). The maximum yield of potato varieties (more than 40 t / ha – early variety Gulliver; more than 50 t / g – medium early variety Azart, mid-season varieties: Grand, Kumach, Signal) was observed when using biomodified mineral fertilizers (N90P90K135 + Bisolbifit) in combination with foliar spraying biologies: Florovit, Fulvigrain, Baikal. Statistical analysis of the experimental data of 3-factor experience showed that in the formation of potato yield in 2019, the share of factor A (variety) was 54.3%, factor B (fertilizers) – 25.5%, factor C (preparations) – 6.6%, interactions AB – 7.2%, AC – 1.5%, BC – 0.2% and ABC – 1.8%. In more humid conditions in 2020, the priority of factors changed: the influence of factor A (variety) was 6.4%, factor B (fertilizers) – 71.5%, factor C (drugs) – 9.5%, AB interactions – 5, 4%, AC – 1.6%, BC – 0.3% and ABC – 1.4%.

Key words: potatoes, variety, yield, modified mineral fertilizers with Bisolbifit; biologies: Florovit, Fulvigrain, Baikal.