

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.874 : 631.81 : 635.21



Адаптивно-биологизированная технология возделывания картофеля

Л. С. Федотова¹ , Н. А. Тимошина² , Е. В. Князева³ , И. А. Арсентьев⁴ 

^{1,2,3,4} Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха,

¹ e-mail: ldfedotova@gmail.com

² e-mail: n-timoshina-1@yandex.ru

³ e-mail: elenak-73@rambler.ru

⁴ e-mail: ilya.arsentev29@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты исследований, полученных в двух опытах. Цель исследований в полевом опыте 2010–2012 гг. (чернозем выщелоченный, Тамбовская область) и 2021–2023 гг. (дерново-подзолистая среднесуглинистая, Московская область) – изучить возможности возделывания отечественных сортов картофеля в адаптивно-биологизированных технологиях и сравнить с традиционной минеральной системой. Во введении приводятся литературные данные по деградации пашни, в том числе под посадками картофеля, и причины, вызывающие её. Серией опытов доказано, что для повышения продуктивности картофельных севооборотов необходимо использование сидератов, расчёт доз удобрений с учётом почвенного плодородия и запланированной урожайности; снижение на 50% доз NPK-удобрений в сочетании с сидератами и биологически активными препаратами: азотовит, фосфатовит, бисолбисан, бисолбифит, агровин и др.

В условиях преобладания жары и засухи 2010-2012 годов, в опыте на черноземе выщелоченном наиболее ярко действие предпосадочной обработки клубней бактериальными препаратами (азотовит, 1л/т + фосфатовит, 1 л/т) проявилось в звене севооборота [(гречиха + вика)-картофель], при этом бактериальные препараты хорошо работали, как в неудобренной почве (24,6%), так и на фоне половинной дозы NPK (20,2%). Также высокий эффект от бактериальных удобрений получен при возделывании картофеля в течение 3-х лет на одном месте: от 10,6% на фоне полной дозы NPK до 27,0% на фоне половинной дозы NPK.

В полевом опыте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве (2021–2023 гг.) относительно высокую урожайность картофеля (до 29,3 т/га) обеспечивало его размещение на фоне заправки рапса масличного в сочетании с половинной дозой $N_{31}P_{37}K_{82}Mg_{10}$ + биопрепараты. Комплексное минеральное питание на фоне заправки малолетних сорных растений: [сорняки + ($N_{33}P_{41}K_{79}Mg_7$ + БисолбиФит) + 2-кратное опрыскивание БисолбиСан и Агровин], также позволило получить высокую отдачу от вложенных средств и повысить урожайность до 26,5 т/га. Рост урожайности от вложенных агрохимикатов на фоне заправки биомассы сорняков был выше значений аналогичных вариантов поля с рапсом.

Ключевые слова: сидераты, биологически активные агрохимикаты, картофель, урожайность, качество, плодородие почвы

DOI: <https://doi.org/10.55186/2658-3569-2024-4-XX-XX>



Adaptive-biologized potato cultivation technology

Lyudmila S. Fedotova ¹ , Natalia A. Timoshina ² , Elena V. Knyazeva ³ , Ilya A. Arsentiev ⁴ 

^{1,2,3,4} Russian Potato Research Centre

¹ e-mail: ldfedotova@gmail.com

² e-mail: n-timoshina-1@yandex.ru

³ e-mail: elenak-73@rambler.ru

⁴ e-mail: ilya.arsentev29@gmail.com

Abstract. The article presents the results of research obtained in two experiments. The objective of the research in the 2010-2012 (leached chernozem, Tambov region) and 2021-2023 (sod-podzolic medium loamy soil, Moscow region) field experiments was to study the possibilities of cultivating domestic potato varieties using adaptive biologized technologies and to compare them with the traditional mineral system. The introduction provides literature data on the degradation of arable land, including under potato plantings, and the reasons causing it. A series of experiments have proven that in order to increase the productivity of potato crop rotations, it is necessary to use green manure, calculate fertilizer doses taking into account soil fertility and the planned yield; a 50% reduction in the doses of NPK fertilizers in combination with green manure and biologically active preparations: azotovit, fosfatovit, bisolbisan, bisobifit, agrovin, etc.

Under conditions of prevailing heat and drought in 2010-2012, in the experiment on leached chernozem, the effect of pre-planting treatment of tubers with bacterial preparations (azotovit, 1 l / t + fosfatovit, 1 l / t) was most pronounced in the crop rotation link [(buckwheat + vetch) - potatoes], while bacterial preparations worked well both in unfertilized soil (24.6%) and against the background of half the dose of NPK (20.2%). Also, a high effect of bacterial fertilizers was obtained when cultivating potatoes for 3 years in one place: from 10.6% against the background of a full dose of NPK to 27.0% against the background of a half dose of NPK. In a field experiment on sod-podzolic medium loamy soil (2021-2023), a relatively high potato yield (up to 29.3 t / ha) was ensured by its placement after plowing oilseed rape against the background of a half dose of $N_{31}P_{37}K_{82}Mg_{10}$ + biopreparations. Complex mineral nutrition against the background of plowing young weeds: [Weeds + ($N_{33}P_{41}K_{79}Mg_7$ + BisolbiFit) + 2-fold spraying of BisolbiSan and Agrovin] also made it possible to obtain a high return on investment and increase the yield to 26.5 t / ha. The increase in yield from the input of agrochemicals against the background of plowing in weed biomass was higher than the values of similar field variants with rapeseed.

Key words: *siderates, biologically active agrochemicals, potatoes, yield, quality, soil fertility*

DOI: <https://doi.org/10.55186/2658-3569-2024-4-XX-XX>

Введение. Согласно данным ФАО, в мире площади сильно и умеренно деградированных земельных угодий составляют, соответственно, 25% и 8% (интернет-сайт ФАО). Деградированная почва несет реальную угрозу здоровью человека и животных, существенно снижая урожайность культурных растений и качество продукции. Прямые потери от токсикоза почв, включая загрязнение остатками стойких гербицидов, оцениваются в $\approx 25\%$ мирового урожая (Глинушкин, Соколов, Торопова, 2016: 213–219). Ежегодно в России становится примерно на 0,5 млн га больше эродированных земель, по оценке РАН, только от этого вида деградации ущерб может достигать 18–25 млрд. рублей в год. В первую очередь это связано с возможными потерями урожая, кроме того, с эрозией ежегодно вымывается 30–50% объема минеральных удобрений (Гордеев, Романенко, 2008: 23–25; Апарин, Сухачева, 2009: 203–225).

Агрогенно-измененные почвы в зависимости от характера, продолжительности и интенсивности антропогенного воздействия могут повышать своё плодородие или деградировать (Карпова, 2008:19-22; Апарин, Сухачева, 2009: 203–225; Bennett, Klironomos, 2019: 91-96). Наиболее быстро деградация почв проявляется при

возделывании пропашных культур, и, прежде всего, картофеля. Деградация пашни при возделывании картофеля, главным образом, вызывается проведением частых механических обработок почвы и односторонним внесением минеральных удобрений, которое сейчас преобладает. При систематическом применении физиологически кислых минеральных удобрений на дерново-подзолистых почвах повышается их кислотность, ускоряется вымывание кальция и магния, увеличивается ненасыщенность почв основаниями (Федотова, Жевора, Тимошина, Князева, 2017: 134–135).

При этом, в настоящее время 40–50% роста продуктивности картофеля обеспечиваются рациональным применением минеральных удобрений. Однако существенным недостатком многих минеральных удобрений является наличие в них сопутствующих балластных элементов (фтора, натрия), а также токсичных тяжелых металлов (кадмия, свинца, мышьяка, никеля, хрома, стронция и др.). Загрязнение почвы ТМ приводит к ингибированию в ней биологических процессов и нарушению метаболизма в растениях (Карпова, 2008:19-22; Федотова, Жевора, Тимошина, Князева, 2017: 134–139). Поэтому в современном сельскохозяйственном производстве картофеля необходимо переходить на адаптивно-биологизированное его

возделывание, с частичной заменой минеральных удобрений на биологическую составляющую, в т.ч. сидераты и биологически активные агрохимикаты.

Для картофелеводов представляют интерес микробиологические удобрения на основе ризосферных бактерий. Взаимодействие ризосферных бактерий с растительным организмом основывается на колонизации ими ризосферной зоны корней, при этом затрудняется доступ патогенов к источникам питания, а также заражение растений; нормализуется минеральное питание через стимуляцию развития корневых волосков, увеличение поглотительной способности, тем самым ускоряется перевод элементов питания в доступную форму (Кожемяков, Белоброва, Орлова, 2011: 112-115; Dubey, Tripathi, Dubey, Singh, Abhilash, 2016: 362-365).

Цель исследований в краткосрочных полевых опытах 2010–2012 гг. (чернозем выщелоченный, Тамбовская область) и 2021–2023 гг. (дерново-подзолистая среднесуглинистая, Московская область) – изучить возможности возделывания сортов картофеля в адаптивно-биологизированных технологиях и сравнить с традиционной минеральной системой.

Материалы и методы. Методологической основой экспериментальных исследований являлось изучение и анализ источников научной

литературы отечественных и зарубежных авторов по изучаемой тематике, разработка цели и задач исследований. При постановке и проведении полевых и лабораторно-аналитических исследований руководствовались общепринятыми ГОСТами и методиками. Статистическая обработка результатов проведена методом дисперсионного анализа на ПЭВМ с использованием приложения к Excel CXSTAT.

В полевом опыте (2010–2012 гг.) на черноземе выщелоченном Тамбовской области, семенной материал раннего сорта картофеля Удача обрабатывался смесью препаратов (1 л/т + 1л/т): Фосфатовит – на основе почвенных микроорганизмов *Bacillus mucilaginosus*, обогащает почву усвояемыми соединениями фосфора; Азотовит – на основе почвенных азотфиксирующих микроорганизмов *Azotobacter chroococcum*. Запашка биомассы бинарных сидератов: гречиха + вика и редька масличная + вика, проводилась в конце сентября, перед зяблевой вспашкой чернозема. 2010 и 2011 гг. характеризовались исключительной жарой и засухой в течение всей активной вегетации картофеля.

В полевом опыте 2021–2023 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве объектом исследований являлся среднеспелый сорт картофеля – Фаворит (I репродукция). Запашка сидератов

проводилась в конце августа-начале сентября месяца вегетационного сезона, предшествующего посадке картофеля, которую проводили вручную в предварительно нарезанные гребни 31 мая 2021 г., 3 июня 2022 г.; 4 июня 2023 г., схема посадки 75 x 30 см, густота стояния растений – 44 000 штук/га. Уборка вручную – 13.09.2021, 1.09.2022 г. и 01.09.2023 г. Формы удобрений, применявшиеся на опыте: жидкий микробиологический препарат на основе ризосферной бактерии *Bacillus subtilis итамм Ч-13* БисолбиСан®. Твердый микробиологический препарат на основе ризосферной бактерии *Bacillus subtilis итамм Ч-13* БисолбиФит. Нитроаммофоска 14:23:23; Калийно-магниевое уд. (K-Mg-S=40-6-16); Аммиачная селитра (34%). Дозы минеральных удобрений рассчитывались балансовым методом с учетом почвенного плодородия на уровень урожайности картофеля 30 т/га (Каюмов М.К., 1989): на поле с заашкой сорняков средняя доза за три года составила $N_{66}P_{82}K_{157}Mg_{14}$; на поле с заашкой рапса масличного средняя доза за три года – $N_{62}P_{73}K_{164}Mg_{19}$; схема опыта представлена в табл. 2.

Результаты и обсуждение. Из всех факторов, определяющих продуктивность системы: почва ↔ растение, сами растения и микроорганизмы, окружающие их, играют главенствующую роль, о чем

свидетельствуют данные полевого опыта (2010–2012 гг.) на черноземе выщелоченном. Возделывание картофеля в течение трех лет на одном поле ослабило действие минеральных удобрений (рис. 1). Эффективность полной дозы NPK снизилась с 76%₂₀₁₀ до 53,2%₂₀₁₂, половинной дозы – с 43,8%₂₀₁₀ до 26,1%₂₀₁₂.

Урожайность картофеля при повторной посадке в течение трех лет находилась в относительно низком диапазоне 13,7–22,6 т/га, при этом существенно поднималась за счет снижения на 50% дозы NPK и применения бактериальных препаратов. Запашка бинарного сидерата (гречиха + вика) повышала урожайность картофеля на 5,4 т/га или на 39,4%, редька + вика – на 6,5 т/га или на 47,4% по сравнению с соответствующими значениями от возделывания картофеля повторно.

Наиболее ярко действие предпосадочной обработки клубней бактериальными препаратами (азотовит + фосфатовит) проявилось в звене севооборота [(гречиха + вика)-картофель], при этом бактериальные препараты хорошо работали, как в неудобренной почве (24,6%), так и на фоне половинной дозы NPK (20,2%). Также высокий эффект от бактериальных удобрений получен при возделывании картофеля в течение 3-х лет на одном месте: от 10,6% на фоне полной дозы NPK до 27,0% на фоне половинной дозы NPK.

Следует особо подчеркнуть, что в условиях острой засухи 2010 г. достоверное увеличение массы клубней под влиянием бактериальных препаратов наблюдалось на неудобренном варианте – прибавка

составила 4,1 т/га или 33,9% к контролю; действия бактериальных удобрений на величину урожая клубней на минеральном фоне не установлено.

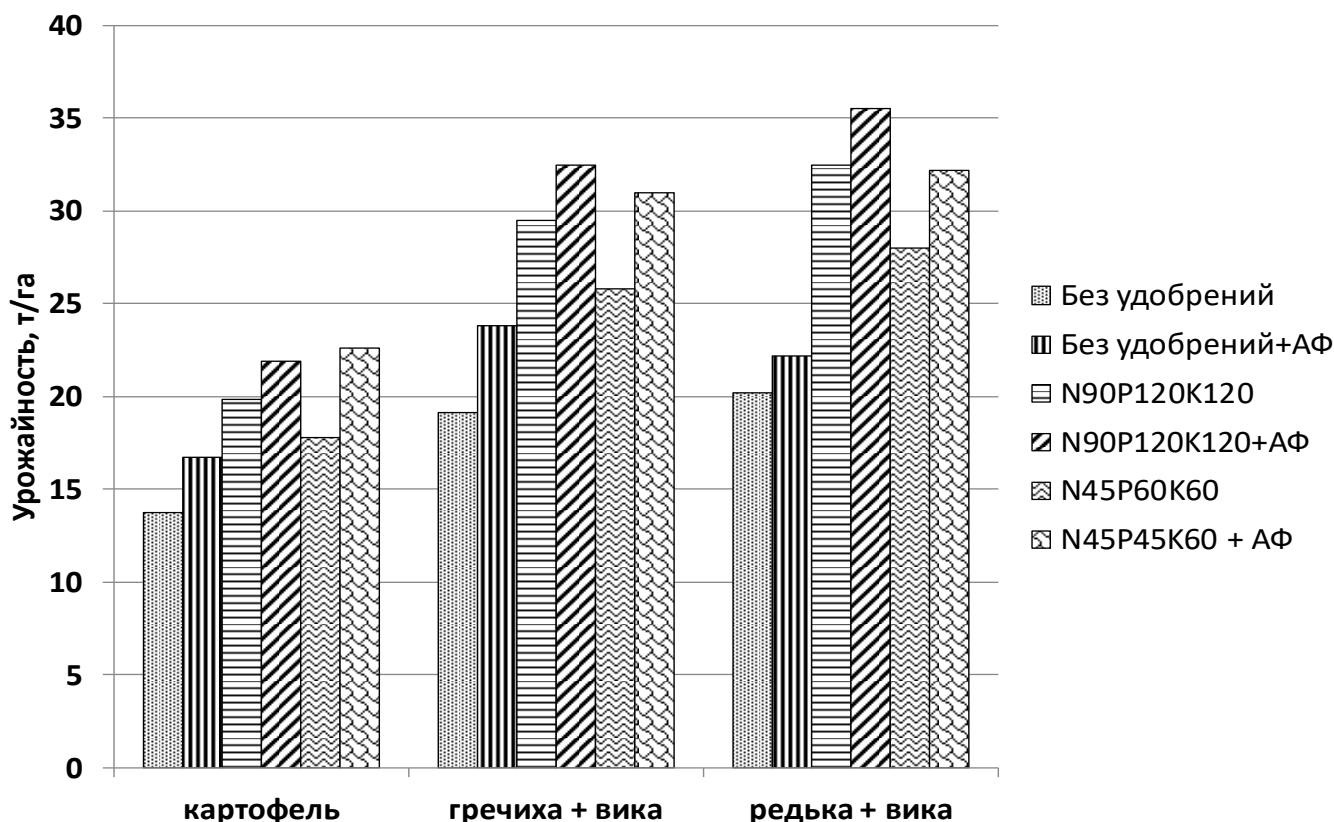


Рисунок 1. Влияние предшественников, минеральных и бактериальных удобрений (Азотовит + Фосфатовит – АФ) на урожай картофеля (2010–2012 гг., выщелоченный чернозем)

Figure 1. The effect of precursors, mineral and bacterial fertilizers (Azotovite + Phosphatovite – AF) on potato yield (2010–2012, leached chernozem)

Наиболее ярко действие предпосадочной обработки клубней бактериальными препаратами (азотовит + фосфатовит) проявилось в звене севооборота [(гречиха + вика)-картофель], при этом бактериальные препараты хорошо работали, как в неудобренной почве (24,6%), так и на фоне половинной дозы NPK (20,2%). Также

высокий эффект от бактериальных удобрений получен при возделывании картофеля в течение 3-х лет на одном месте: от 10,6% на фоне полной дозы NPK до 27,0% на фоне половинной дозы NPK.

Следует особо подчеркнуть, что в условиях острой засухи 2010 г. достоверное увеличение массы клубней под влиянием

бактериальных препаратов наблюдалось на неудобренном варианте – прибавка составила 4,1 т/га или 33,9% к контролю; действия бактериальных удобрений на величину урожая клубней на минеральном фоне не установлено.

Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов, в звене севооборота [(гречиха + вика)-картофель] и [(редька + вика)-картофель] положительно влияло на качество клубней, при этом обработка посадочного материала бактериальными препаратами повышала качество продукции, как на неудобренном фоне, так и на фоне полной и половинной дозы NPK.

Из трех изучаемых предшественников [картофель; (редька + вика) на сидерат; (гречиха + вика) – на сидерат] – наиболее оптимальные параметры плодородия выщелоченного чернозема складывались после заправки бинарного сидерата – редька масличная + вика. Применение в звене севооборота [(редька + вика)-картофель] перед посадкой картофеля полной и половинной дозы минеральных удобрений в сочетании с обработкой клубней бактериальными препаратами способствовало формированию положительной направленности в содержании: подвижного фосфора (P_2O_5 + 69 и 22 мг/кг), обменного калия (K_2O + 32 и 1 мг/кг) и нитратного азота ($N-NO_3$ + 11 и 34

мг/кг) в почве. Применение минеральных удобрений без сочетания с бактериальными препаратами в этом звене севооборота создавало не всегда положительные показатели по балансу элементов питания.

В ряде случаев на начальном этапе освоения адаптивных систем земледелия при отсутствии многолетних сорняков можно использовать в качестве сидерата естественную засоренность однолетними сорными растениями (Арсентьев, Тимошина, 2023: 113–114). Сорные растения являются естественным компонентом биоценоза, несущим функции поддержания их биоразнообразия и устойчивости.

В полевом опыте (2021–2023 гг.) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве установлено, что урожайность картофеля за годы исследований в варианте с расчетной дозой $N_{62}P_{73}K_{164}Mg_{19}$ повышалась на поле с заправкой рапса масличного на 6,9 т/га или 34,3%, на поле с заправкой сорной растительности, от внесения $N_{66}P_{82}K_{157}Mg_{14}$ – на 8,5 т/га или 48,3% (табл. 2).

Обогащение половинной дозы минеральных удобрений препаратом Бисолбифит в 4-м варианте на обоих сидеральных полях повышало эффективность NPK – в результате урожайность 4-го биомодифицированного варианта превысила уровень половинной дозы NPK (3-й вариант) на поле с рапсом на

1,5 т/га или 6,1%, на поле сорной растительности – на 1,8 т/га или 8,3%.

В среднем за три года на поле с рапсом дополнительное некорневое опрыскивание биопрепаратом БисолбиСан (5-й вариант) и БисолбиСан совместно с Агровином (6-й

вариант) на фоне половинной дозы NPK максимально повышало урожайность картофеля до 27,2–29,3 т/га или на 2,8–4,9 т/га (11,5–20,1%) к уровню половинной дозы NPK.

Таблица 2. Урожайность картофеля и содержание крахмала в зависимости от сидератов и применения удобрений, 2021–2023 гг., дерново-подзолистая почва

Table 2. Potato yield and starch content depending on siderates and fertilizer application, 2021-2023, sod-podzolic soil

№ п/п	Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к вариантам:		Крахмал, %
			1	2	
Сидерат – рапс масличный					
1	Без удобрений	20,1	-		14,1
2	N ₆₂ P ₇₃ K ₁₆₄ Mg ₁₉ – полная доза NPKMg	27,0	6,9	-	13,1
3	0,5(NPKMg)	24,4	4,3	-	13,5
4	0,5(NPKMg) + БисолбиФит	25,9	5,8	1,5	14,1
5	0,5(NPKMg) + БисолбиФит + БисолбиСан	27,2	7,1	2,8	13,9
6	0,5(NPKMg) + Бисолбифит + (БисолбиСан +Агровин)	29,3	9,2	4,9	14,3
Сидерат – малолетние сорняки					
1	Без удобрений	17,6	-		14,7
2	N ₆₆ P ₈₂ K ₁₅₇ Mg ₁₄ – полная доза NPKMg	26,1	8,5	-	12,9
3	0,5(NPKMg)	21,8	4,2	-	14,0
4	0,5(NPKMg) + БисолбиФит	23,6	6,0	1,8	14,3
5	0,5(NPKMg) + БисолбиФит + БисолбиСан	24,9	7,3	3,1	14,3
6	0,5(NPKMg) + Бисолбифит + (БисолбиСан +Агровин)	26,5	8,9	4,7	14,5
НСР ₀₅ Точность опыта			0,72–1,61 1,05–2,48%		1,1

Более надежную и относительно высокую урожайность культуры (до 29,3 т/га) обеспечивало ее размещение после

запашки рапса масличного на фоне половинной дозы NPK – N₃₁P₃₇K₈₂Mg₁₀ + биопрепараты.

Комплексное минеральное питание на фоне заправки малолетних сорных растений [сорняки + (N₃₃P₄₁K₇₉Mg₇ + БисолбиФит) + 2-кратное опрыскивание БисолбиСан и Агровин] также позволяло получить высокую отдачу от вложенных средств и повысить урожайность до 26,5 т/га.

Снижение дозы минеральных удобрений вдвое и биомодификация препаратом БисолбиФит (3–6 варианты) способствовала повышению содержания фитонутриентов в клубнях, что объясняется повышением доступности питательных веществ и улучшением агрохимических характеристик пахотного слоя почвы. Наибольшее содержание сухого вещества/крахмала в клубнях картофеля отмечены в 6-м варианте на обоих полях с сидератами – [рапс/сорняки + (N₃₁₋₃₃P₃₇₋₄₁K₇₉₋₈₂Mg₇₋₁₀ + БисолбиФит) + 2-кратное опрыскивание БисолбиСан и Агровин]: 19,9–20,1/14,3–14,5%.

В среднем за 2021-2023 гг. наиболее оптимальные параметры плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы складывались в 6-ом варианте на фоне заправки биомассы рапса масличного [рапс + (N₃₁P₃₇K₈₂Mg₁₀ + БисолбиФит) + 2-х кратное опрыскивание БисолбиСан и Агровин]: рН_{KCl} 5,16; Н_г 3,19 мг-экв/100 г; сумма обменных оснований 11,4 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями 78,0%, содержание: нитратного азота 15,7 мг/кг,

подвижного фосфора 187 мг/кг, обменного калия 143 мг/кг и обменного магния 168 мг/кг, что объясняет повышение урожайности на 2,3 т/га или 8,5% выше уровня полной дозы NPK, наблюдавшееся в этом варианте.

Таким образом, результаты опытов, проводившихся в двух регионах России, подтверждают высокую отзывчивость картофеля на адаптивно-биологизированное возделывание, в котором на фоне сидератов применяли половинную дозу минеральных удобрений в сочетании с предпосадочной обработкой клубней бактериальными препаратами.

Заключение. Адаптивно-биологизированная технология возделывания картофеля базируется на:

1. поднятии потенциала почв всего севооборота регулированием кислотно-основных свойств (известкование или применение специализированных кальций-, магнийсодержащих удобрений),
2. сокращении разрыва в поступлении органического вещества в почву между природными биоценозами и агроценозами, за счёт увеличения доли многолетних трав, использования сидератов, создания мульчирующего слоя из пожнивных-корневых остатков и соломы (что ведет к отказу от гербицидов); искусственное

- культивирование на полях за 2–3 дня до посадки) почвообразующих эффективных микробиологическими препаратами + микроорганизмов (ЭМ); регуляторами роста +
3. рациональном применении доз микроэлементов; некорневых минеральных удобрений, подкормках растений рассчитанных на запланированный водорастворимыми макро- и уровень урожайности, и снижении их микроудобрениями (1–2 раза за сезон) на 50% на фоне заправки сидератов; + уменьшенными дозами СЗР в
4. предпосадочной обработке семенного комплексе с БАВ в зависимости от материала картофеля при посадке (или почвенно-климатических условий).

Сведения об авторе

Федотова Людмила Сергеевна – доктор с.-х. наук, профессор, главный научн. сотр. отдела агротехнологий ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»; **ORCID:** 0000-0001-5358-4992; **AuthorID:** 777177; **E-mail:** ldfedotova@gmail.com

Тимошина Наталья Александровна – кандидат с.-х. наук, ведущий научн. сотр. отдела агротехнологий ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»; **ORCID:** 0000-0002-5204-7922; **AuthorID:** 450986; **E-mail:** n-timoshina-1@yandex.ru

Князева Елена Валерьевна – старший научн. сотр. отдела агротехнологий ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»; **ORCID:** 0000-0001-7336-222X, **AuthorID:** 822499; **E-mail:** elenak-73@rambler.ru

Арсентьев Илья Александрович – младший научн. сотр. отдела агротехнологий ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»; **ORCID:** 0009-0002-3243-253X; **AuthorID:** 1230494; **E-mail:** ilya.arsentev29@gmail.com

Information about the author

Lyudmila S. Fedotova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Scientist, Department of Agricultural Technologies of the Russian Potato Research Centre; **ORCID:** 0000-0001-5358-4992; **SPIN code:** 2345-5964; **AuthorID:** 777177; **E-mail:** ldfedotova@gmail.com

Natalia A. Timoshina – Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, Department of Agricultural Technologies of the Russian Potato Research Centre; **ORCID:** 0000-0002-5204-7922; **SPIN code:** 7297-4140; **AuthorID:** 450986; **E-mail:** n-timoshina-1@yandex.ru

Elena V. Knyazeva – senior researcher, Department of Agricultural Technologies of the Russian Potato Research Centre; **ORCID:** 0000-0001-7336-222X; **SPIN code:** 9417-2265, **AuthorID:** 822499; **E-mail:** elenak-73@rambler.ru

Илья А. Арсентьев – junior researcher, Department of Agricultural Technologies of the Russian Potato Research Centre; **ORCID:** 0009-0002-3243-253X; **SPIN code:** 4645-2733; **AuthorID:** 1230494; **E-mail:** ilya.arsentev29@gmail.com

© Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В., Арсентьев И. А. 2024

Для цитирования: Федотова Л. С., Тимошина Н. А., Князева Е. В., Арсентьев И. А. Адаптивно-биологизированная технология возделывания картофеля // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral», No 4/2024 <https://doi.org/10.55186/2658-3569-2024-4-XX-XX>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апарин Б. Ф., Сухачева Е. Ю. Эволюция почв и почвенного покрова мелиорированных земель. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2009. 265 с.
2. Арсентьев И. А., Тимошина Н. А. Использование сорных растений в качестве зелёного удобрения в сельском хозяйстве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 9. С. 111–119.
3. Глинушкин А.П., Соколов М. С., Торопова Е. Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. – М.: Издательство «Агрорус». 2016. 288 с.
4. Карпова Е. А. Длительное применение удобрений и тяжелые металлы в агроэкосистемах // Проблемы агрохимии и экологии. 2008, №2. С. 19–22.
5. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Росагропромиздат, 1989. 368 с.
6. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / Под редакцией А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.
7. Создание и анализ базы данных по эффективности микробных биопрепаратов комплексного действия / А. П. Кожемяков, С. Н. Белоброва, А. Г. Орлова // Сельскохозяйственная биология, 2011, № 3, с. 112–115.
8. Федотова Л. С., Жевора С. В., Тимошина Н. А., Князева Е. В. Экологические аспекты применения удобрений в картофелеводстве // Успехи современной науки. 2017, Т.2, №10. С. 134–139.
9. Bennett J. A, Klironomos J (2019) Mechanisms of plant-soil feedback: interactions among biotic and abiotic drivers. *New Phytol* 222(1): 91-96.
10. Dubey R. K, Tripathi V, Dubey P. K, Singh H. B, Abhilash P. C (2016) Exploring rhizospheric interactions for agricultural sustainability: the need of integrative research on multi-trophic interactions. *J Clean Prod* 115: 362–365.

REFERENCES

1. Aparin B.F., Sukhacheva E.Y. (2009). *Ehvolutsiya pochv i pochvennogo pokrova meliorirovannykh zemel'* [Evolution of soils and soil cover of reclaimed lands]. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University, 265 p.
2. Arsentiev I. A., Timoshina N. A. (2023). *Ispol'zovanie sornykh rastenii v kachestve zelenogo udobreniya v sel'skom khozyaistve* [The use of weeds as a green fertilizer in agriculture]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Bulletin of agricultural science]. Vol. 53. No. 9. pp. 111-119.
3. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Y. (2016). *Fitosanitarnye i gigienicheskie trebovaniya k zdorovoi pochve* [Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil]. Moscow: Publishing house "Agrorus". 288 p.
4. Karpova E.A. (2008). *Dlitel'noe primeneniye udobrenii i tyazhelye metally v agroekosistemakh* [Long-term use of fertilizers and heavy metals in agroecosystems]. *Problemy agrokhimii i ehkologii* [Problems of agrochemistry and ecology]. No.2. pp. 19-22.
5. Kayumov M. K. (1989). *Programmirovaniye produktivnosti polevykh kul'tur* [Programming productivity of field crops]. Handbook, Moscow: Rosagropromizdat, 368 p.
6. (Ed.) Gordeev A. V., Romanenko G. A. (2008). *Problemy degradatsii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya v Rossii* [Problems of degradation and restoration of agricultural land productivity in Russia]. Moscow: Rosinformagrotech, 67 p.
7. Kozhemyakov A. P., Belobrova S. N., Orlova A. G. (2011). *Sozдание i analiz bazy dannykh po ehffektivnosti mikrobnnykh biopreparatov kompleksnogo deistviya* [Creation and analysis of a database on the effectiveness of microbial biologics of complex action]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], No. 3, pp. 112–115.
8. Fedotova L. S., Zhevora S. V., Timoshina N. A., Knyazeva E. V. (2017). *Ehkologicheskie aspekty primeneniya udobrenii v kartofelevodstve* [Ecological aspects of the use of fertilizers in potato growing]. *Uspekhi sovremennoi nauki* [Successes of modern science]. 2017, vol. 2, No. 10. pp. 134-139.
9. Bennett JA, Klironomos J. (2019). Mechanisms of plant-soil feedback: interactions among biotic and abiotic drivers. *New Phytol* 222(1): 91-96.

10. Dubey RK, Tripathi V, Dubey PK, Singh HB, Abhilash PC (2016) Exploring rhizospheric interactions for agricultural

sustainability: the need of integrative research on multi-trophic interactions. J Clean Prod 115: 362-365.