

## Применение биомодифицированных материалов для выращивания картофеля

Шарапова И. Э.

Институт агrobiотехнологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
i\_scharapova@mail.ru

### Аннотация

Представлены результаты влияния биомодифицированных материалов (БМ) на развитие и продуктивность сортов картофеля различной спелости, выращенных в 2022 г. с использованием БМ в качестве инсектицидного средства защиты растений (СЗР) против проволочников. Обработку проводили внесением в почву различных по составу БМ, включающих биомассу микробного комплекса, иммобилизованную на материале-носителе на основе смеси вермикулита и пивной дробины. Состав бактериально-грибного комплекса содержал биомассу энтомопатогенного микромицета *Beauveria bassiana* в сочетании с энтомопатогенными бактериями *Bacillus thuringiensis* или лигнолитическими актинобактериями *Pseudonocardia carboxydivorans*. Сравнительный анализ проведенными фенологическими и биометрическими наблюдениями значительных изменений в развитии растений картофеля не выявил. Установлено положительное влияние БМ на продуктивность картофеля при снижении повреждаемости проволочником. Отмечено повышение урожайности на 9–31 % в обработанных БМ вариантах, а также увеличение биохимических показателей в клубнях раннеспелого и среднераннего сортов картофеля.

### Ключевые слова:

картофель, биомодифицированные материалы, урожайность, повреждаемость, проволочник

### Введение

Одной из основных причин низкой урожайности картофеля является широкое распространение патогенов и вредителей, которые причиняют ущерб на разных фазах развития и при хранении [1, 2]. Наиболее опасными вредителями в большинстве зон картофелеводства в России, в том числе и в Республике Коми, являются проволочники – почвообитающие личинки жуков семейства щелкунов (Coleoptera, Elateridae) [2]. Сложно контролируемый вредитель повреждает клубни, снижая урожайность и товарные качества картофеля. Синтетические инсектициды в отношении к почвообитающим насекомым-вредителям, таким как проволочники, малоэффективны.

## Application of biomodified materials for potato cultivation

Sharapova I. E.

Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Syktyvkar  
i\_scharapova@mail.ru

### Abstract

This paper presents the effects of biomodified materials (BMs) on the development and productivity of potato varieties of a varying maturity, grown in 2022 using BMs as an insecticidal plant protection product (PPP) against wireworms. BMs of varying composition were added to the soil. BMs included the biomass of a microbial complex, immobilised on a carrier material made of a mixture of vermiculite and brewers' grains. The bacterial-fungal complex contained the biomass of the entomopathogenic micromycete *Beauveria bassiana* in combination with the entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* or the ligninolytic actinobacteria *Pseudonocardia carboxydivorans*. A comparative analysis using the phenological and biometric observations revealed no significant changes in the development of potato plant between control and BM-treated potato varieties. We identified a positive effect of BMs on the potato productivity, which reduced damage from wireworms. Yields increased by 9–31 % in the BM-treated potato samples. Biomodified materials also improved biochemical parameters of tubers in early and middle-early potato varieties.

### Keywords:

potato, biomodified materials, yield, damage, wireworm

В отношении насекомых-вредителей в качестве инсектицидных средств защиты растений (СЗР) предлагаются различные формы биопестицидных препаратов, жидкофазные формы биопрепаратов или композиционные с применением материала-носителя (БМ). Но все они включают, прежде всего, биологический компонент – микробную биомассу и вторичные метаболиты, обеспечивающие инсектицидную активность. Биоинсектицидные препараты на основе энтомопатогенных микроорганизмов предназначены для подавления численности вредоносных насекомых в зависимости от видов используемых микроорганизмов, целевых объектов и среды их обитания.

Следует отметить, что конечной целью производителей сельскохозяйственной продукции является не поддержание оптимальной фитосанитарной ситуации, а получение продукции в заданном количестве и качестве. С учетом этого, наибольший эффект может быть достигнут соответствием предлагаемых СЗР и воздействием при их применении на развитие и урожайность возделываемой культуры.

Цель исследований – оценить влияние биомодифицированных материалов против проволочников на развитие растений, урожайность и изменение биохимических показателей клубней картофеля.

## Материалы и методы

Применение различных по составу биомодифицированных материалов проведено на экспериментальном поле ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации в Республике Коми» (с. Визинга, Сысольский р-н, Республика Коми) при выращивании картофеля различной спелости в вегетационный период 2022 г.

Для борьбы с проволочником разработаны композиционные биомодифицированные материалы, включающие микробную биомассу и материал-носитель. Биомасса бактериально-грибного комплекса составлена на основе биомассы энтомопатогенного микромицета *Beauveria bassiana* в сочетании с энтомопатогенными бактериями *Bacillus thuringiensis* (БМ1) или лигнолитическими актинобактериями *Pseudonocardia carboxydvorans* (БМ2), которые иммобилизованы на материале-носителе на основе смеси вермикулита и дробины. Обработку почвы БМ с содержанием микроорганизмов на уровне не менее  $10^{6-7}$  КОЕ/г проводили внесением при посадке и перед клубнеобразованием. На основе стандартных методик проведено определение общей микробной численности методом Коха по количеству колониеобразующих единиц (КОЕ) [3].

Выращивание картофеля проводили на дерново-подзолистой слабосуглинистой почве опытного участка рандомизированной посадкой в трехкратной повторности двухрядковых делянок по методике полевого опыта [4]. Для исследований использовали три сорта картофеля: раннеспелый Снегирь, среднеранний Чародей, позднеспелый сорт Церата. Согласно стандартным методикам, проведены наблюдения и учеты: фенологические наблюдения (по фазам развития растений: всходы, бутонизация, цветение, увядание и отмирание ботвы), а также биометрические наблюдения [5, 6]. Учеты заселения и пораженности вреди-

телями и распространенности болезней, поврежденности клубней картофеля проведены согласно методикам [там же]. Биохимический анализ в клубнях картофеля на содержание сухого вещества, крахмала, витамина С и нитратов осуществлен в соответствии с методиками исследований [7–10]. Метеорологические условия вегетационного периода 2022 г. составлены по данным Коми ЦГМС. Статистическая обработка данных проведена согласно Б. А. Доспехову [4], расчеты выполнены с помощью программного пакета Microsoft Office Excel 2010.

## Результаты и их обсуждение

Основные метеорологические показатели вегетационного периода в 2022 г. и результаты наблюдений в соответствии с периодами и фазами развития растений картофеля различной спелости представлены в табл. 1–3.

В июне преобладала сухая и солнечная погода со средней месячной температурой +14,8 °С, в конце июня

Таблица 1  
Метеорологические показатели вегетационного периода (2022)

Table 1  
Meteorological indicators of the growing season (2022)

Месяц	Декада	Температура воздуха		Количество осадков, мм	
		Сред. за отчетный период	Сред. месячная	Сред. за отчетный период	Сред. месячная
Май	I	7,1	11,9	1,8	17,8
	II	13,2		12,1	
	III	15,5		39,5	
Июнь	I	13,6	14,8	12,3	20,6
	II	14,6		9,3	
	III	16,2		40,1	
Июль	I	16,0	16,0	0,0	11,7
	II	15,8		31,1	
	III	16,3		4,0	
Август	I	18,3	15,6	0,0	11,7
	II	16,3		31,1	
	III	12,0		4,0	
Сентябрь	I	9,7	9,5	25,9	21,4
	II	9,3		22,7	
	III	9,5		15,6	

Таблица 2  
Основные фенологические показатели растений картофеля, сут.

Table 2  
The main phenological parameters of potato plants, days

Сорт картофеля, вариант обработки	Начало всходов 10–15 %	Полные всходы 75 %	Появление первых бутонов 10–15 %	Цветение	Повреждение ботвы от заморозков, усыхание, увядание или отмирание ботвы при уборке
Снегирь, БМ1	18	26	32–34–35	44	Увядание ботвы
Снегирь, БМ2	18	26	32–33–35	44	Увядание ботвы
Снегирь, контроль	18	26	33–33–35	44	Увядание ботвы
Чародей, БМ1	14	18	24–24–25	31	Увядание и усыхание ботвы
Чародей, БМ2	14	18	25	31–32	Увядание
Чародей, контроль	14	18	24–25	31	Увядание и усыхание ботвы
Церата, БМ1	19	27	34–34–35	48	Увядание ботвы
Церата, БМ2	19	27	34	48	Увядание ботвы
Церата, контроль	19	27	34–34–35	48	Увядание ботвы

отмечены длительные заморозки. В июле и первой декаде августа преобладала жаркая погода с отсутствием или аномально низким количеством осадков. В конце вегетационного периода в сентябре при незначительном количестве осадков отмечены длительные заморозки.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием изучаемых сортов картофеля различной спелости показали, что более ранним развитием растений среднераннего сорта Чародей отмечены варианты с обработкой БМ, что проявилось ранними всходами и фазой бутонизации с последующим цветением (табл. 1, 2). Для обработанных БМ вариантов отмечено раннее начало бутонизации на растениях картофеля, а именно на двое суток раньше появление первых бутонов, чем в контрольных вариантах. Однако, несмотря на это, цветение произошло одновременно во всех вариантах изучаемых сортов картофеля. На 90–95-й день полевого опыта наблюдались только увядание ботвы растений картофеля для всех вариантов и сортов картофеля, а также ягодообразование (табл. 1–3).

Проведенные наблюдения и изучение основных метеорологических показателей вегетационного периода в соответствии с продолжительностью периода и фазами развития растений изучаемых сортов картофеля показали, что по морфологическим признакам растения картофеля по вариантам с обработкой и без обработки различались незначительно. Сложные погодные условия негативно сказались на развитии растений раннеспелого и среднераннего сортов картофеля.

Учитывая, что сложно контролируемый вредитель-проволочник, вследствие характерной горизонтальной и вертикальной миграции в пахотном слое почвы, в течение 3–5 лет способен наносить ущерб восприимчивым культурам, была проведена оценка влияния на повреждаемость изучаемых сортов картофеля. Учет повреждений клубней от почвообитающего вредителя-проволочника показал, что обработка внесением в почву при посадке и перед клубнеобразованием биомодифицированных материалов различного состава БМ1 и БМ2 обеспечила отсутствие или

значительное снижение повреждений, вызванных заселением и воздействием проволочника на растения картофеля. По данным 2020–2021 гг., снижение повреждений от исходных 6,7–11,1 % до 0–2,8 % отмечено в вариантах при обработке почвы биомодифицированными материалами.

Показатели учета урожайности в зависимости от вариантов опыта с применением различных по составу биомодифицированных материалов представлены в табл. 4, 5. Повышение показателей урожайности отмечено для всех

Метеонаблюдения в соответствии с фазами развития растений картофеля в вегетационный период

Таблица 3

Meteorological observations relatively to the potato plant development phases during the growing season

Table 3

Картофель (сорт, спелость) / Период	Продолжительность периода, сут	Температура			Осадки, мм		Многолет. сред. знач.
		В отчетный период		Многолетнее сред. знач.	В отчетный период, количество		
		Мин.	Средн.		Средн.	Сутки с осадками 1 мм и более	
Период:		Посадка – полные всходы					
Снегирь, раннеспелый	0–26*	+3,2	13,8	14,8	41,9	6	42,5
Чародей, среднеранний	0–18*	+3,2	14,4	14,2	40,2	6	28,9
Церата, позднеспелый	0–27*	+3,2	14,0	13,8	41,9	6	36,8
Период:		Полные всходы – появление бутонов					
Снегирь, раннеспелый	26–35**	+6,7	22,0	20,5	0,8	0	5,1
Чародей, среднеранний	18–25**	+6,1	12,3	15,7	1,7	0	12,9
Церата, позднеспелый	27–35**	+10,4	22,6	19,3	0	0	10,1
Период:		Появление бутонов – полное цветение (опадание бутонов)					
Снегирь, раннеспелый	35–44	+6,8	19,2	19,5	25,8	4	13,5
Чародей, среднеранний	25–31	+6,7	19,8	20,0	0	0	5,2
Церата, позднеспелый	35–48	+8,2	19,1	20,1	30,6	4	10,3
Период:		Полное цветение – уборка					
Снегирь, раннеспелый	44–95	-2,7	15,5	14,6	98,7	11	82,2
Чародей, среднеранний	31–95	-2,7	16,4	15,6	125,5	15	91,1
Церата, позднеспелый	48–95	-2,7	15,3	15,0	94,9	10	80,9

Примечание. Период рассчитан со дня посадки (0) с учетом количества суток в фазы развития растений; \* указан период, куда входит и период от начала появления всходов (10–15 %) до полных всходов (75 %); \*\* указан период, куда входит период появления первых бутонов (10–15 %).  
Note. The period is calculated from the day of planting (0) relatively to the number of days in the plant development phases; \* the indicated period also includes the beginning of sprouting (10–15 %) to fully sprouted seed potatoes (75 %); \*\* the indicated period includes the appearance of the first flower buds (10–15 %).

Биометрические показатели и урожайность сортов картофеля

Таблица 4

Biometric indicators and yield of potato varieties

Table 4

Картофель, сорт, вариант обработки	Количество клубней с куста на 65-й день, шт.	Высота растений на 65-й день, см	Количество клубней с куста на 90-й день, шт.	Количество клубней 30–80 г	Урожайность клубней картофеля, т/га
Снегирь, БМ1	3,7±1,5	44,6±3,5	6,2±1,5	3,0±1,5	19,4±0,3
Снегирь, БМ2	6,4±0,8	52±3,8	10,0±0,5	5,8±1,5	26,1±0,5
Снегирь, контроль	6,5±1,3	48,8±2,9	8,5±1,3	5,5±1,3	23,9±0,5
Чародей, БМ1	5,4±0,3	46,7±4,0	7,2±0,5	4,8±0,3	20,3±1,3
Чародей, БМ2	5,3±0,2	46,7±3,5	6,5±0,7	4,2±0,8	25,4±0,5
Чародей, контроль	6,8±0,5	50,0±3,2	8,3±0,4	5,0±0,5	19,3±0,9
Церата, БМ1	5,7±0,5	64,7±3,2	8,8±0,4	6,5±0,6	26,5±0,3
Церата, БМ2	7,0±0,7	66,2±4,7	8,2±0,3	4,8±1,3	27,9±0,3
Церата, контроль	8,3±0,4	63,8±2,6	9,3±0,4	5,0±1,3	23,5±0,5

Таблица 5

Результаты повышения общей урожайности картофеля при обработке биомодифицированными материалами

Table 5

The results of total potato yield increase after treatment with biomodified materials

Сорт картофеля	Вариант обработки	
	Состав БМ1 <i>B. bassiana</i> + <i>V. thuringiensis</i>	Состав БМ2 <i>B. bassiana</i> + <i>P. carboxydivorans</i>
	Повышение урожайности, %	Повышение урожайности, %
Раннеспелый Снегирь	-	109,2
Среднеранний Чародей	105,2	131,2
Позднеспелый Церата	112,8	118,7

Примечание. Приведено изменение показателя урожайности в вариантах с обработкой от показателей контрольного варианта – без обработки, где контроль принят за 100 %.

Note. The yield indicator changes in the variants with treatment are given in percent of the control values without treatment which are assumed to be 100 %.

сорта картофеля в большей степени при обработке бактериально-грибным комплексом варианта БМ2 для раннеспелого сорта Снегирь, среднераннего сорта Чародей и позднеспелого сорта Церата соответственно 9–31–18 %. Несмотря на сложные погодные условия вегетационного периода, повышение урожайности при обработке различным составом биомодифицированных материалов БМ1 и БМ2 установлено для позднеспелого сорта картофеля Церата на 12 и 18 % соответственно (табл. 4, 5).

В клубнях изучаемых сортов картофеля определены основные биохимические показатели. Данные по содержанию сухого вещества, крахмала, нитратов и витамина С в клубнях картофеля в пересчете на натуральную влажность приведены на рис. 1–4.

По показателям содержания сухого вещества и крахмала все изучаемые сорта картофеля, обработанные БМ1

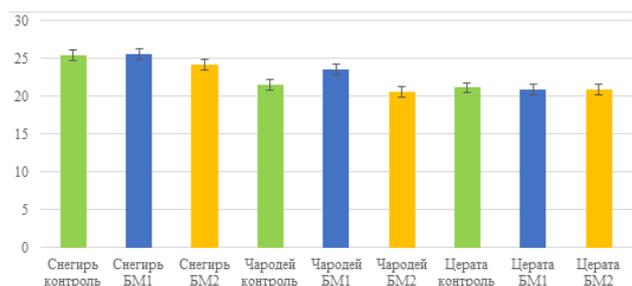


Рисунок 1. Содержание сухого вещества в клубнях картофеля, %.  
Figure 1. Dry matter content in potato tubers, %.

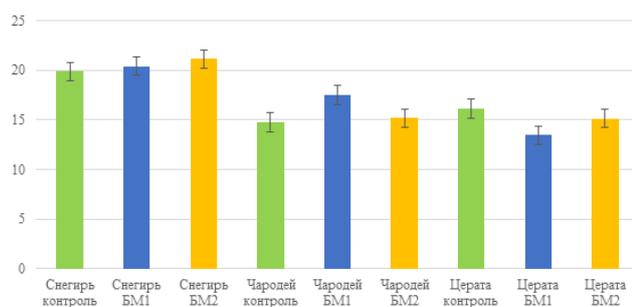


Рисунок 2. Содержание крахмала в клубнях картофеля, %.  
Figure 2. Starch content in potato tubers, %.

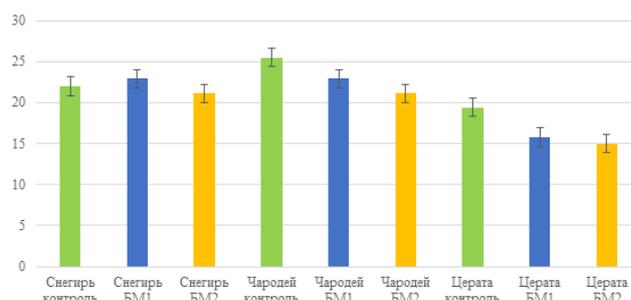


Рисунок 3. Содержание витамина С в клубнях картофеля, мг%.  
Figure 3. Vitamin C content in potato tubers, mg%.

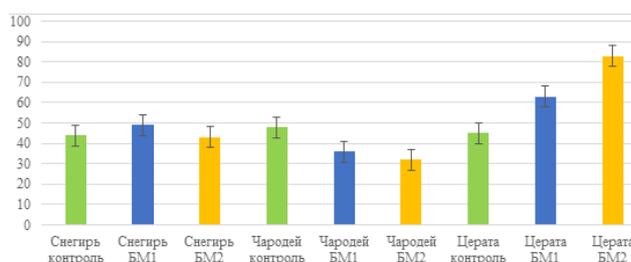


Рисунок 4. Содержание нитратов в клубнях картофеля, мг/кг.  
Figure 4. Nitrate content in potato tubers, mg/kg.

и БМ2, превзошли контроль в разной степени или были на уровне контрольного варианта. Отмечено увеличение биохимических показателей в вариантах картофеля раннеспелого сорта Снегирь и среднераннего сорта Чародей при обработке БМ1 (рис. 1–3).

Снижением показателей содержания нитратов в обработанных вариантах отмечены сорта картофеля (Снегирь раннеспелый и Чародей среднеранний). Обнаружено повышенное по сравнению с контрольным вариантом содержание нитратов в клубнях картофеля вариантов с обработкой позднеспелого сорта Церата (рис. 4). Однако показатели в клубнях картофеля этого сорта были значительно ниже показателей ПДК содержания нитратов (250 мг/кг).

## Заключение

Проведенные наблюдения за развитием растений сортов картофеля различной спелости значительных различий не показали. Сложные погодные условия вегетационного периода 2022 г., а именно жаркое лето и недостаток влаги в период клубнеобразования, а также заморозки в конце июня и начале сентября отрицательно сказались на развитии растений раннеспелого и среднераннего сортов картофеля.

В результате проведенных исследований показана перспективность применения биомодифицированных материалов в качестве средств защиты растений от проволочников. Повышение показателей урожайности отмечено для всех сортов картофеля в большей степени при обработке бактериально-грибным комплексом варианта БМ2 (9–31–18 %). Повышением урожайности при обработке различным составом микробных комплексов биомодифицированных материалов выделялся позднеспелый сорт картофеля Церата. Обработка почвы при выращивании картофеля различными по составу биомодифицированными

ми материалами привела к незначительному увеличению в клубнях сухого вещества и крахмала, а также снижению содержания нитратов в раннеспелом и среднераннем сортах по сравнению с контролем.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Тульчев, В. В. Мировой рынок картофеля / В. В. Тульчев, О. М. Ягфоров // АПК: Экономика и управление. – 2014. – № 5. – С. 57–64.
2. Новожилов, К. В. Проволочники в агробиоценозе картофеля / К. В. Новожилов, С. А. Волгарев // Защита и карантин растений. – 2007. – № 4. – С. 23–25.
3. Нетрусов, А. И. Практикум по микробиологии / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / сост.: А. С. Воловик, Л. Н. Трофимец, А. Б. Долягин [и др.]. – М.: Россельхозакадемия; ВНИИКХ, 1995. – 106 с.
6. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов, Г. Л. Белов, Ю. А. Варицев [и др.]. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с.
7. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. Введен в действие: приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2012 № 436-ст.
8. ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. Утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.12.91 № 2226.
9. ГОСТ 13496.19-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов. Утвержден и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 02.06.94 № 160.
10. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27.03.89 № 743.

## References

1. Tulcheev, V. V. Mirovoi ryok kartofelya [Global potato market] / V. V. Tulcheev, O. M. Yagforov // APK: Ekonomika i upravlenie [Agroindustrial Complex: Economics and Management]. – 2014. – № 5. – P. 57–64.
2. Novozhilov, K. V. Provolochniki v agrobiocenoze kartofelya [Wireworms in potato agrobiocenosis] / K. V. Novozhilov, S. A. Volgarev // Zashchita i karantin rastenij [Plant Protection and Quarantine]. – 2007. – № 4. – P. 23–25.
3. Netrusov, A. I. Praktikum po mikrobiologii [Microbiology manual] / A. I. Netrusov, M. A. Egorova, L. M. Zakharchuk. – Moscow: Publishing Centre “Academia [Academy]”. – 2005. – 608 p.
4. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)] / B. A. Dospekhov. – Moscow: Kolosagropromizdat, 1985. – 351 p.
5. Metodika issledovaniy po zashchite kartofelya ot boleznej, vreditel'ej, sornyakov i immunitetu [Research methods on potato protection from diseases, pests, weeds and on immunity] / A. S. Volovik, L. N. Trofimets, A. B. Dolyagin, V. M. Glez. – Moscow: Russian Agricultural Academy; Russian Potato Research Centre, 1995. – 106 p.
6. Zashchita kartofelya ot boleznej, vreditel'ej i sornyakov [Protection of potato from diseases, pests, and weeds] / B. V. Anisimov, G. L. Belov, Yu. A. Varitsev [et al.]. – Moscow: Kartofelevod [Potato Breeder], 2009. – 272 p.
7. GOST 31640-2012. Korma. Metody opredeleniya sodержaniya suhogo veshchestva [Feed. Determination methods of dry matter content]. Put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology on September 26, 2012 № 436-st.
8. GOST 26176-91. Korma, kombikorma. Metody opredeleniya rastvorimyh i legkogidrolizuemyh uglevodov [Feed, compound feed. Determination methods of soluble and easily hydrolysable carbohydrates]. Approved and put into effect by Resolution of the USSR Committee for Standardization and Metrology on December 27, 1991 № 2226.
9. GOST 13496.19-93. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'yo. Metody opredeleniya sodержaniya nitrato'v i nitritov [Feed, compound feed, compound feed raw materials. Determination methods of nitrates and nitrites]. Approved and put into effect by Resolution of the Committee of the Russian Federation for Standardization, Metrology, and Certification on June 2, 1994 № 160.
10. GOST 24556-89. Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya vitamina C [Fruit and vegetable products. Vitamin C determination methods]. Approved and put into effect by Resolution of the USSR State Committee for Standards on March 27, 1989 № 743.

**Благодарность (госзадание)**

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 1023032700219-2-4.1.6-4.1.6

**Acknowledgements (state task)**

The study was carried out within the framework of the state task № 1023032700219-2-4.1.6-4.1.6.

**Информация об авторе:**

**Шарапова Ирина Эдмундовна** – кандидат технических наук, научный сотрудник Института агроботехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; ORCID: 0000-0002-1496-0884, SPIN-код: 5693-4299 (167023, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: i\_scharapova@mail.ru).

**About the author:**

**Irina E. Sharapova** – Candidate of Sciences (Engineering), Researcher at the Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; ORCID: 0000-0002-1496-0884, SPIN-code: 5693-4299 (27 Rucheynaya str., Syktyvkar, Komi Republic, 167023, Russian Federation; e-mail: i\_scharapova@mail.ru).

**Для цитирования:**

Шарапова, И. Э. Применение биомодифицированных материалов для выращивания картофеля / И. Э. Шарапова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2026. – № 1 (86). – С. 94–99.

**For citation:**

Sharapova, I. E. Primenenie biomodifitsirovannykh materialov dlya vyrashchivaniya kartofelya [Application of biomodified materials for potato cultivation] / I. E. Sharapova // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2026. – № 1 (86). – P. 94–99.

Дата поступления рукописи: 20.01.2026

Прошла рецензирование: 26.01.2026

Принято решение о публикации: 16.02.2026

Received: 20.01.2026

Reviewed: 26.01.2026

Accepted: 16.02.2026