

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ БИОПРЕПАРАТОМ НА ИХ БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УРОЖАЙНОСТЬ

<sup>1,2</sup>В.С. Масленникова, научный сотрудник

<sup>1</sup>А.А. Круговых, магистрант

<sup>1,2</sup>В.П. Цветкова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

<sup>1</sup>Е.В. Бедарева, аспирант

<sup>1</sup>А.С. Ващенко, магистрант

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>ООО НПФ «Исследовательский центр»

E-mail: vera.cvetkova.23.05@mail.ru

**Ключевые слова:** биопрепарат, бактерии рода *Bacillus*, Фитоп 8.67, картофель, биохимический анализ, биологическая защита растений, органическое земледелие, урожайность.

**Реферат.** Приведены данные по влиянию биопрепарата Фитоп 8.67 на основе бактерий рода *Bacillus* на биохимический состав и урожайность клубней при предпосадочной обработке картофеля в 2018 г. Опыты проводили в почвенно-климатической зоне лесостепи в условиях чернозема, выщелоченного опытных полей УПХ «Сад мичуринцев» на раннеспелом сорте картофеля Розара. При предпосадочной обработке клубней картофеля Фитопом 8.67 массовая доля сухого вещества составила 17,62 %, что достоверно превышало контрольный вариант. В опытном варианте отмечено достоверное увеличение содержания белка в клубнях картофеля с 14,4 до 15,9 % относительно контрольного варианта, при этом уменьшалось содержание зольных элементов. Применение биопрепарата Фитоп 8.67 снижало пораженность клубней склероциальной и другими формами *Rhizoctonia solani* Kuhn в 3 раза относительно контроля. Биологическая эффективность применения составила 66,4 %.

## EFFECT OF PRETREATMENT OF POTATO TUBERS WITH A BIO PREPARATION ON THEIR BIOCHEMICAL COMPOSITION AND YIELD

<sup>1,2</sup>V.S. Maslennikova, Research Fellow

<sup>1</sup>A.A. Krugovykh, Master Degree Student

<sup>1,2</sup>V.P. Tsvetkova, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>E.V. Bedareva, Ph.D. Student

<sup>1</sup>A.S. Vashchenko, Master Degree Student

<sup>1</sup>Novosibirsk State Agrarian University

<sup>2</sup>Scientific and Production Company "Research Center" LLC Ltd.

**Keywords:** bio preparation, the bacterium of genus *Bacillus*, Phytom 8.67, Potatoes, biochemical analysis, biological plant protection, organic farming, yield.

**Abstract.** The authors presented data on the effect of the biological product Phytom 8.67 based on bacteria of the genus *Bacillus* on the biochemical composition and yield of tubers during the pre-planting treatment of potatoes in 2018. The authors conducted experiments on the early-ripening potato variety Rosara in the soil-climatic zone of the forest-steppe in the conditions of leached chernozem of the experimental fields of the Educational and Production Farm (EPF) "Michurintsev Garden." At pre-planting treatment of potato tubers, Phytom 8.67 mass fraction of dry matter was 17.62%, which was significantly higher than the control variant. In the experimental version, there was a significant increase in protein content in potato tubers from 14.4% to 15.9% relative to the control variant, while the range of ash elements decreased. The authors note that using the bio preparation Phytom 8.67 reduced the infection of tubers with sclerotia and other forms

*of Rhizoctonia Solani Kuhn by three times compared with the control. The biological effectiveness of the application was 66.4%.*

Картофель является одной из важнейших продовольственных и технических культур в России, которая входит в тройку крупнейших производителей в мире после Китая и Индии [1]. В России отмечен стабильный спрос на картофель, его потребление составляет около 84 кг в год при норме Минздрава на уровне 90 кг. По итогам 2021 г. активное выращивание картофеля отмечается на дачных участках и в личных подсобных хозяйствах – 64 % всего собранного в стране урожая картофеля, на долю сельскохозяйственных организаций приходится 22 %, фермеров – 14 % [2].

Клубни картофеля состоят на 20 – 25 % из сложных углеводов (крахмала), 0,2 – белков и 0,3 % – жиров. Несмотря на небольшое количество белков, они имеют разнообразный аминокислотный состав. Содержание крахмала в клубнях влияет на вкус, консистенцию и устойчивость клубней при хранении и переработке. В клубнях картофеля отмечено большое количество фосфора, кальция и магния. Присутствуют витамины группы В ( $B_2$ ,  $B_6$ ), РР, С, D, К, Е, а также фолиевая кислота и каротин. Отмечено участие витамина С в метаболизме холестерина, кроме того, он является мощным антиоксидантом, защищающим организм от разрушающего действия свободных радикалов, которые могут вызывать снижение иммунитета у человека [3, 4].

Одним из условий получения высокого урожая сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля, является использование агротехнических мероприятий, биологических и химических средств защиты [5]. Чаще всего в производстве прибегают к использованию агрохимикатов: они обладают высокой биологической эффективностью и дают экономию времени. Однако такой способ защиты может обернуться резистентностью патогенов, а также увеличением пестицидной нагрузки на почву и клубни картофеля, что может негативно повлиять на полезных насекомых, почвенные микроорганизмы и рацион животных и человека. Одной из проблем выращивания картофеля в России является также малоизученность агробиологических качеств современных сортов, гибридов и их реакций на биологические приемы возделывания [6].

Поиск альтернативных способов защиты от болезней, вредителей и хранения культур становится одной из важных задач [7]. Так, биологизация земледелия и применение биологических препаратов даст возможность не нарушать взаимосвязи между элементами агроэкосистемы и получить органическую продукцию [8, 9]. Имеются положительные сведения о применении биопрепаратов на клубнях картофеля: наблюдается увеличение содержания крахмала [10], сухого вещества, витамина С [11]. Использование ряда биологических препаратов при выращивании картофеля способствует уменьшению накопления нитратов в клубнях [12].

Ранее нами было показано фунгицидное и ростостимулирующее действие биопрепарата Фитоп 8.67 на картофеле [13], луке [14], моркови [15], однако изучение его влияния на качество клубней картофеля остается актуальным.

Цель исследования – оценка влияния биопрепарата Фитоп 8.67 на биохимический состав клубней и урожайность картофеля при предпосадочной обработке.

Закладку полевых опытов проводили на полях УПХ «Сад мичуринцев» в 2018 г. в соответствии с методикой полевых исследований по Б.А. Доспехову [16]. Почва опытного участка – серая лесная. Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,7 %, азота нитратного – 14–16,1 мг/кг, азота аммиачного – 13,9–16,3, подвижного фосфора – 171–177 (по Чирикову), обменного калия – 185–190 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований 29,8–53,0 мг-экв/ 100 г почвы,  $pH_{\text{сол}}$  7,0–7,7 (данные центра агрохимической службы «Новосибирский») [17]. Основные элементы технологии возделывания картофеля соответствовали общепринятым для данного района. Агротехника картофеля включала зяблевую безотвальную вспашку в конце сентября – начале октября, весновспашку, культивацию (15 – 20 см). Посадка производилась вручную (25 мая 2018 г.). Уход за посадками включал механическую прополку, междурядную обработку, окучивание. Предшественник – чистый пар. Густота посадки – 40,8 тыс. шт/га, схема посадки – 0,7 х 0,35 м, повторность трехкратная. Площадь учетной делянки – 60 м<sup>2</sup>, размещение вариантов

систематическое. Перед посадкой клубни картофеля замачивали в течение 1 ч в суспензии биопрепарата (концентрация  $1 \cdot 10^6$  КОЕ/мл), контролем служили клубни, замоченные в воде.

Объектами исследования являлись: препарат Фитоп 8.67 (смесь штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641), предоставленный ООО НПФ «Исследовательский центр», раннеспелый сорт картофеля Розара (производитель – фирма «Золотая сотка Алтай», суперэлита).

Учет биологической урожайности и состояния клубней нового урожая производили путем взвешивания урожая с делянки и пересчета на 1 га.

Биохимический анализ клубней проведен в физико-химической лаборатории Испытательного лабораторного комплекса ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ согласно ГОСТам (ГОСТ 33977-2016, ГОСТ 31675-2012, ГОСТ 25555.4-91, ГОСТ 26657-97, ГОСТ – 13496.4-93, ГОСТ – 29270-95).

Статистическая обработка опытных данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [18].

Важными условиями, определяющими качество клубней картофеля, являются температура и влажность почвы и воздуха, поэтому особенно важно при его изучении учитывать погодные условия.

Май 2018 г. был холодным и дождливым. Осадков выпало на 44 мм больше среднегогодового значения (81 мм), температура составила 6,9 °С. Температура в июне (19,1 °С) была выше на 2,2 °С по сравнению со среднегогодовыми данными (16,9 °С). В третьей декаде июля и августе стояла устойчивая воздушная засуха (осадков выпало всего 30 – 48 % от нормы). В третьей декаде июля выпало 57 мм осадков – 83,9 % от среднемесячной суммы, а температура составила 16,6 °С. Гидротермический коэффициент за вегетацию составил 1,1, что характеризует условия естественного увлажнения как удовлетворительные.

Данные гидрометеостанции Огурцово по погодным условиям 2018 г. (температура, осадки) представлены на рис. 1.

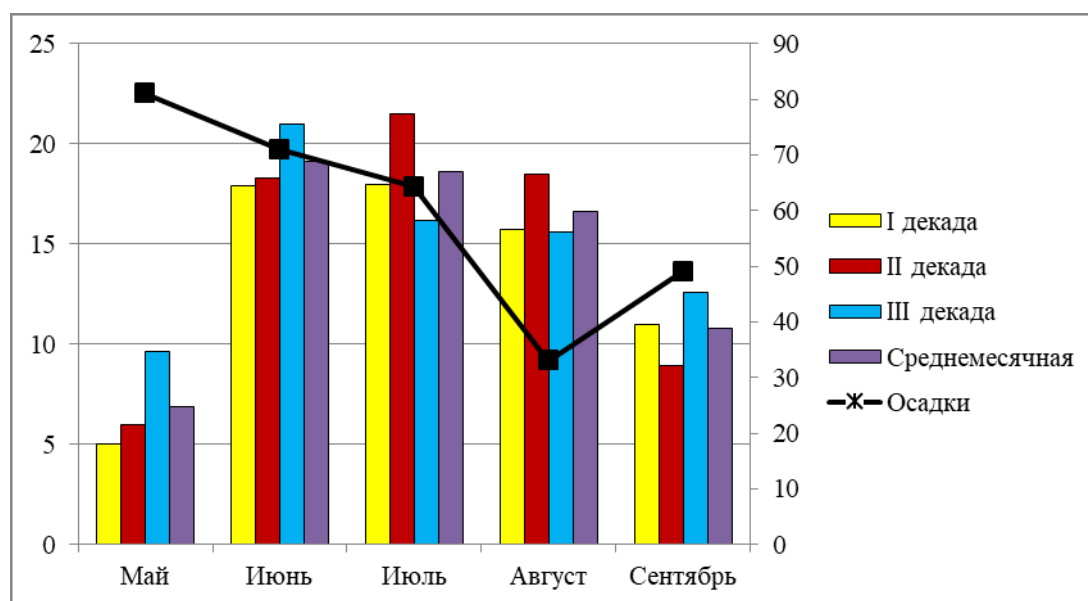


Рис. 1. Агроклиматическая характеристика вегетационного периода 2018 г. (по ГМС «Огурцово»)

Fig. 1. Agroclimatic characteristics of the growing season 2018 (according to hydrometeorological station "Ogurtsovo")

При определении качества картофеля важным показателем является количество сухого вещества, которое сильно влияет на кулинарные качества клубней. Клубни с низким содержанием сухого вещества не распадаются при варке, они имеют плотную консистенцию и отличаются скорее восковидностью, чем мучнистостью. Содержание сухого вещества определяется как условиями внешней среды, так и генотипом. Оно зависит также от степени зрелости растений в момент уборки: в молодых клубнях всех сортов содержание сухого вещества бывает низким и повышается по мере отложения крахмала в клетках. При предпосадочной обработке клубней

картофеля сорта Розара Фитопом 8.67 массовая доля сухого вещества составила 17,62 %, что достоверно превышало контрольный вариант (табл. 1). Однако не выявлено положительного эффекта Фитопа 8.67 относительно содержания массовой доли сырой клетчатки в клубнях. По литературным данным, в картофеле содержится от 0,52 до 1,77 % клетчатки по сырой массе, что согласуется с полученным в опыте результатом (0,88 %). Известно, что чем выше содержание клетчатки, тем более утолщены клеточные стенки клеток запасающей ткани клубней картофеля, что может затруднять их дальнейшую переработку с целью получения крахмала.

Таблица 1

**Влияние предпосадочной обработки биопрепаратом Фитоп 8.67 на основные биохимические показатели клубней картофеля сорта Розара**  
**Effect of pre-planting treatment with Phytop 8.67 on basic biochemical parameters of potato tubers of Rosara variety**

| Вариант           | Массовая доля, % |                 |                 |            |                            | Содержание фосфора, % |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|-----------------------|
|                   | влаги            | сухого вещества | сырой клетчатки | сырой золы | протеина на сухое вещество |                       |
| Контроль          | 83,04            | 16,96           | 0,84            | 0,7*       | 14,44                      | Менее 0,1             |
| Фитоп 8.67        | 82,38            | 17,62*          | 0,88            | 0,66       | 15,86*                     | Менее 0,1             |
| НСР <sub>05</sub> | 1,39             | 0,30            | 0,66            | 0,07       | 0,18                       |                       |

\*Достоверно при  $p < 0,05$ .

Обработка клубней биопрепаратом Фитоп 8.67 снизила содержание зольных элементов в клубнях. Больше зольных веществ откладывается в кожуре, поэтому после её удаления в очищенных клубнях концентрация минеральных веществ понижается. При повышении концентрации минеральных веществ клубни приобретают солевой привкус, что ухудшает их кулинарные свойства.

Ценность картофеля определяется не только наличием в клубнях углеводов, но и содержанием азотистых веществ, главным образом белков. Содержание белка в клубнях – это важный качественный показатель, поскольку среди всех растительных белков именно белки картофеля являются наиболее ценными, что определяется наличием незаменимых аминокислот. При применении биопрепарата Фитоп 8.67 происходило достоверное увеличение содержания белка в клубнях картофеля – с 14,4 в контроле до 15,9 %.

Применение биопрепарата Фитоп 8.67 на картофеле позволило получить более качественный и высокий урожай по сравнению с контрольным вариантом (рис. 2, табл. 2).

Таблица 2

**Влияние Фитопа 8.67 на урожайность и показатели развития ризоктониоза на клубнях картофеля нового урожая**

**Effect of Phytop 8.67 on yield and Rhizoctoniosis development indicators on new potato tubers**

| Вариант           | Масса фракций, % |         |         | Урожайность, т/га | Распространенность болезней на клубнях нового урожая, % | Биологическая эффективность, % |
|-------------------|------------------|---------|---------|-------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                   | мелкая           | средняя | крупная |                   |                                                         |                                |
| Контроль          | 4,12             | 74,36   | 21,52   | 29,90             | 12,5                                                    | -                              |
| Фитоп 8.67        | 4,15             | 40,42   | 55,44   | 32,80             | 4,2                                                     | 66,4                           |
| НСР <sub>05</sub> |                  |         |         | 1,04              |                                                         |                                |



Рис. 2. Клубни картофеля сорта Розара (в среднем с повторности)  
Fig. 2. Potato tubers of the variety Rosara (average from repetition)

В результате обработки биопрепаратом Фитоп 8.67 получены более крупные клубни. Урожайность картофеля в опытном варианте повышена на 2,9 т/га.

Установлена прямая зависимость ( $r = 0,81$ ) увеличения урожая за счет снижения пораженности клубней склероциальной и другими формами *Rhizoctonia solani* Kuhn в 3 раза относительно контроля. Биологическая эффективность применения Фитопа 8.67 составила 66,4 %.

Таким образом, применение биологического препарата в 2018 г. оказывало положительное влияние на количество и качество клубней картофеля. При предпосадочной обработке клубней картофеля Фитопом 8.67 происходило достоверное увеличение массовой доли сухого вещества, содержания белка, при этом уменьшалось содержание зольных элементов. Применение биопрепарата Фитоп 8.67 снижало пораженность клубней склероциальной и другими формами *Rhizoctonia solani* Kuhn и увеличивало урожайность на 2,9 т/га.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ НШ-1129.2022.2.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Страны по производству картофеля, карта и статистика мира и регионов: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.atlasbig.com/ru/страны-по-производству-картофеля](http://www.atlasbig.com/ru/страны-по-производству-картофеля) (дата обращения: 06.10.2022).
2. Кулистикова Т. Россельхозбанк: за 10 лет рацион питания в России стал более сбалансированным [Электронный ресурс] // Агроинвестор. – 2022. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/mar>

kets/news/39005-rosselkhozbank-za-10-let-ratsion-pitaniya-v-rossii-stal-bolee-sbalansirovannym/ (дата обращения: 06.10.2022).

3. Вечерина Е. Картофель, морковь, редис и другие корнеплоды. – Litres, 2022. – 140 с.
4. Лупова Е.И., Никитов С.В. Специфика соответствия качества семенного картофеля и его сортов при ввозе на территорию Российской Федерации // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – 2016. – № 2–3. – С. 80–86.
5. Гилязетдинов Ш.Я., Нугуманов А.Х., Пусенкова Л.И. Эффективность антистрессовых препаратов и биофунгицидов в системе защиты сельскохозяйственных культур от неблагоприятных абиотических и биотических факторов / АН Республики Башкортостан, Ин-т биохимии и генетики УНЦ РАН, Башкир. НИИСХ РАСХН. – Уфа: Гилем, 2008. – 369 с.
6. Терехина О.Н., Виноградов Д.В., Черкасов О.В. Оценка эффективности биологических препаратов при выращивании картофеля // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 5. – С. 64–69.
7. Максимов И.В., Пусенкова Л.И., Абизгильдина Р.Р. Влияние биопрепаратов на основе эндофитной бактерии *Bacillus subtilis* 26Д на поствегетационное сохранение защитного потенциала клубней картофеля против патогенов // Агрохимия. – 2011. – № 6. – С. 43–48.
8. Баубекова Д.Г. Влияние биопрепарата на основе *Bacillus atrophaeus* на агрономические характеристики картофеля в Астраханской области // Биомика. – 2020. – Т. 12 (2). – С. 190–193. – DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-9.
9. Павлюшин В.А. Научное обеспечение защиты растений и продовольственная безопасность России // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 11–15.
10. Аминев И.Н., Хайбуллин М.М. Влияние биопрепаратов на поражаемость, урожайность и качество картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 3. – С. 30–31.
11. Терехина О.Н., Виноградов Д.В. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании биопрепаратов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 1 (41). – С. 155–159.
12. Выращивание картофеля по традиционной и экологизированной технологии / С.В. Сокол, Н.А. Курейчик, Д.Д. Фицура, Л.И. Пищенко, С.А. Турко // Картофелеводство. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 171–183.
13. Масленникова В.С., Филиппова О.А., Цветкова В.П. Применение перспективного биологического агента для улучшения фитосанитарного состояния картофеля // Интеллектуальный потенциал Сибири: материалы 28-й Регион. науч. студ. конф.: в 3 ч. / под. ред. Д.О. Соколовой. – Новосибирск, 2020. – С. 43–45.
14. Цветкова В.П., Масленникова В.С. Биопрепарат для защиты и повышения урожайности лука // Картофель и овощи. – 2019. – № 1. – С. 14–16.
15. Цветкова В.П., Масленникова В.С., Нестеренко В.А. Эффективность биопрепарата Фитоп 8.67 на моркови // Вестник НГАУ. – 2020. – № 2 (55). – С. 69–75.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 350 с.
17. Сляднев А.П. Почвенно-климатический атлас Новосибирской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 122 с.
18. Сорокин О.Д. СТЭК – пакет программ статистической обработки экспериментальных данных для ЭВМ // Научн.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – 1985. – Вып. 48. – С. 24–31.

## REFERENCES

1. Strany po proizvodstvu kartofelya, karta i statistika mira i regionov: oficial'nyj sajt (Potato production countries, map and statistics of the world and regions), [www.atlasbig.com/ru/strany-po-proizvodstvu-kartofelya](http://www.atlasbig.com/ru/strany-po-proizvodstvu-kartofelya) (October 06, 2022).
2. Kulistikova T. *Agroinvestor*, 2022, <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/39005-rosselkhozbank-za-10-let-ratsion-pitaniya-v-rossii-stal-bolee-sbalansirovannym/> (October 06, 2022).
3. Vecherina E. *Kartofel', morkov', redis i drugie korneplody* (Potatoes, carrots, radishes and other root vegetables), Litres, 2022, 140 p.

4. Lupova E.I., Nikitov S.V., *Vestnik Bohtarskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Nosira Husrava. Seriya estestvennyh nauk*, 2016, No. 2–3, pp. 80–86. (In Russ.)
5. Gilyazetdinov Sh.Ya., Nugumanov A.H., Pusenкова L.I. *Effektivnost' antistressovyh preparatov i biofungicidov v sisteme zashchity sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot neblagopriyatnyh abioticheskikh i bioticheskikh faktorov* (The effectiveness of anti-stress drugs and biofungicides in the system of crop protection from adverse abiotic and biotic factors), Ufa: Gilem, 2008, 369 p.
6. Terekhina O.N., Vinogradov D.V., Cherkasov O.V., *Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal*, 2016, No. 5, pp. 64–69. (In Russ.)
7. Maksimov I.V., Pusenкова L.I., Abizgil'dina R.R., *Agrohimiya*, 2011, No. 6, pp. 43–48. (In Russ.)
8. Baubekova D.G. *Biomika*, 2020, Vol. 12 (2), pp. 190–193, DOI: 10.31301/2221- 6197.bmcs.2020-9. (In Russ.)
9. Pavlyushin V.A. *Zashchita i karantin rastenij*, 2010, No. 2, pp. 11–15. (In Russ.)
10. Aminev I.N., Hajbullin M.M., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No. 3, pp. 30–31. (In Russ.)
11. Teryohina O.N., Vinogradov D.V., *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. PA Kostycheva*, 2019, No. 1 (41), pp. 155–159. (In Russ.)
12. Sokol S.V., Kurejchik N.A., Ficuro D.D., Pishchenko L.I., Turko S.A., *Kartofelevodstvo*, 2022, Vol. 21, No. 2, pp. 171–183. (In Russ.)
13. Maslennikova V.S., Filippova O.A., Cvetkova V.P. *Intellektual'nyj potencial Sibiri* (Intellectual potential of Siberia), Proceedings of the 28<sup>th</sup> Regional Scientific Student Conference, Novosibirsk, 2020, pp. 43–45. (In Russ.)
14. Cvetkova V.P., Maslennikova V.S., *Kartofel' i ovoshchi*, 2019, No. 1, pp. 14–16. (In Russ.)
15. Cvetkova V.P., Maslennikova V.S., Nesterenko V.A., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 2 (55), pp. 69–75. (In Russ.)
16. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Al'yans, 2014, 350 p.
17. Slyadnev A.P. *Pochvenno-klimaticheskij atlas Novosibirskoj oblasti* (Soil and climate atlas of the Novosibirsk region), Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1978, 122 p.
18. Sorokin O.D. *Nauchn.-tekhn. byul.*, 1985, Issue 48, pp. 24–31. (In Russ.)