

Количественные и качественные показатели разных сортов картофеля в зависимости от применения биопрепарата

Л. П. Икоева¹✉, О. Э. Хаева²

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

² Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, Владикавказ, Россия

✉ E-mail: ikoeval@bk.ru

Аннотация. Цель работы – изучить действие биопрепарата «Бигус, ВР» на посадках картофеля для повышения урожайности и качества получаемой продукции в предгорной зоне РСО-Алания. **Методы.** Полевые испытания в течение 2020–2022 гг. проводились на опытном участке СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН, почва которого представлена выщелоченным среднесиловым черноземом, по общепринятым методикам. **Результаты.** Установлено, что биопрепарат «Бигус, ВР» способствует увеличению биометрических показателей картофеля сортов Фарн, Невский и Барна на всех опытных вариантах по сравнению с контролем в среднем: высота стеблей – на 2–3 см, масса ботвы – на 65 г/куст, или на 13,7 %. Наибольший коэффициент хозяйственной эффективности и выход сухого вещества отмечен у сорта Фарн при предпосадочной обработке + опрыскивании в фазу бутонизации – 0,75 и 9,7 т/га при аккумуляции в урожае 1,64 % фотосинтетической активной радиации. Увеличение урожайности картофеля в среднем на вариантах опыта отмечено – на 1,9 т/га, или на 7,3 %; крахмала – на 0,72; 0,25 и 0,55 %; сухого вещества – на 0,62; 0,42 и 0,43 % соответственно. Стоимость затрат окупаются на всех вариантах опыта по сравнению с контролем. **Научная новизна.** Впервые в условиях предгорной зоны РСО-Алания изучены возможности применения биопрепарата нового поколения «Бигус, ВР» на посадках картофеля сортов Фарн, Барна и Невский. **Практическая значимость.** На основании результатов исследований при производстве картофеля в предгорной зоне РСО-Алания может быть рекомендовано использование биопрепарата «Бигус, ВР» на посадках картофеля как рационального и высокоэффективного агротехнологического приема.

Ключевые слова: картофель, сорт Фарн, сорт Барна, сорт Невский, биопрепарат, «Бигус, ВР», фотосинтетическая деятельность, чистая продуктивность фотосинтеза, урожайность, качество клубней.

Для цитирования: Икоева Л. П., Хаева О. Э. Количественные и качественные показатели разных сортов картофеля в зависимости от применения биопрепарата // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 11. С. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-11-22-33.

Дата поступления статьи: 21.03.2023, **дата рецензирования:** 29.05.2023, **дата принятия:** 01.09.2023.

Quantitative and qualitative indicators of different potato varieties depending on the use of the biological preparation

L. P. Ikoeva¹✉, O. E. Khaeva²

¹North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Mikhaylovskoe, Russia

²North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

✉ E-mail: ikoeval@bk.ru

Abstract. The purpose of the work is to study the effect of the biological preparation “Bigus, VR” on potato crops, in order to increase the yield and quality of the resulting products in the foothill zone of the Republic of North Ossetia – Alania. **Methods.** Field trials in during 2020–2022 were carried out at the experimental plot of the North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, the soil of which is leached medium-power chernozem, according to generally accepted methods. **Results.** It has been found out that biopreparation “Bigus, VR” promotes the increase of biometric parameters of potatoes of varieties Farn, Nevskiy and Barna on all experimental variants in comparison with the control on the average: stem height – by 2–3 cm, haulm weight – by 65 g/bush, or 13.7 %. The highest coefficient of economic efficiency and yield of dry matter were observed in the variety Farn with preplanting treatment + spraying in the phase of budding – 0.75 and 9.7 t/ha with accumulation of 1.64 % of photosynthetic active radiation in the yield. The increase of the potato yield capacity on the average on the variants of experience is marked on the variety Farn – by 3.6 t/ha, or by 13.5 %; on the variety Barna – by 0.93 t/ha, or by 3.3 %, on the variety Nevskiy – by 1.9 t/ha, or by 7.3 %; starch – by 0.72; 0.25 and 0.55 %; dry matter – by 0.62; 0.42 and 0.43 %, respectively. Costs are recouped in all variants of the experiment compared to the control. **Scientific novelty.** For the first time in the forest-steppe zone of Republic of North Ossetia – Alania we studied the possibility of using a new generation biopreparation “Bigus, VR” on the potato varieties Farn, Barna and Nevskiy. **Practical significance.** On the basis of the results of the research in the production of potatoes in the piedmont zone of RNO-Alania can be recommended the use of the biological preparation “Bigus, VR” on potato plantings as a rational and highly effective agrotechnological method.

Keywords: potato, variety Farn, variety Barna, variety Nevskiy, biopreparation, “Bigus, VR”, photosynthetic activity, net photosynthetic productivity, yield, tuber quality.

For citation: Kioeva L. P., Khaeva O. E. Kolichestvennye i kachestvennye pokazateli raznykh sortov kartofelya v zavisimosti ot primeneniya biopreparata [Quantitative and qualitative indicators of different potato varieties depending on the use of the biological preparation] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 11. Pp. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-11-22-33. (In Russian.)

Date of paper submission: 21.03.2023, **date of review:** 29.05.2023, **date of acceptance:** 01.09.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Картофель является самой важной незерновой культурой и четвертой по значимости в ряду основных источников питания. Картофель обладает высоким потенциалом урожайности и питательности клубней, поэтому на современном этапе для более полной реализации необходимо создание гибких наукоемких технологий возделывания, которые будут включать в себя малозатратные элементы и способствовать увеличению валовых сборов клубней с учетом экологических факторов [1, с. 85; 2, с. 2; 6, с. 12; 10, с. 59; 14, с.34; 18, с. 49].

Перспективным агротехнологическим приемом, как отмечено рядом исследователей [4, с. 55; 5, с. 26; 12, с. 117; 13, с. 77; 15, с. 1409; 16, с. 307; 17, с. 698; 18, с. 49], является применение биопрепаратов для предпосадочной обработки клубней и вегетирующих растений картофеля, увеличивающих процессы метаболизма, усиливающих устойчивость растений к заболеваниям, вызванным различными фитопатогенами, к стрессовым условиям окружающей среды. Абиотические и биотические стрессовые факторы значительно снижают продуктивность и качество клубней картофеля [11, с. 30; 18, с. 49].

В связи с этим использование различных биопрепаратов, распространенных на рынке, не обеспечивает пока эффект по защите растений на уровне химических аналогов. Таким образом, од-

ним из эффективных методов является применение универсальных биопрепаратов нового поколения, способствующих повышению устойчивости и продуктивности растений картофеля. Таким является биопрепарат «Бигус, ВР», из-за низких концентраций относящийся к малозатратным элементам технологии возделывания картофеля.

Цель опыта – изучить действие биопрепарата «Бигус, ВР» на посадках картофеля для повышения урожайности и качества получаемой продукции в предгорной зоне РСО-Алания.

Методология и методы исследования (Methods)

Научные исследования проводились на опытном участке СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН в лесостепной зоне РСО-Алания на травопольном севообороте в 2020–2022 гг.

Почва опытного участка представлена среднеспособным тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником, с содержанием гумуса 6,3 %. Реакция среды слабокислая (рН солевой вытяжки – 5,48 %). Выщелоченные черноземы отличаются большим содержанием валовых и доступных запасов азота и фосфора. По содержанию подвижного калия почвы среднеобеспеченные.

Схема опыта:

1. Контроль – без применения регулятора роста.
2. «Бигус, ВР» – 0,4 л/т (предпосадочная обработка клубней, расход рабочей жидкости – 10 л/т).

3. «Бигус, ВР» – 0,4 л/га (опрыскивание в фазе бутонизации, расход рабочей жидкости – 200–300 л/т).

4. «Бигус, ВР» – 0,2 л/т (предпосадочная обработка клубней) + 0,2 л/га (опрыскивание в фазе бутонизации).

Размер делянок: длина – 10 м, ширина – 2,5 м. Повторность трехкратная. Боковые защитные полосы – 0,5 м, концевые – 2 м. Общая площадь делянки – 25 м². Учетная площадь делянки – 9,0 м². Расположение вариантов в повторениях рендомизированное.

Предмет исследования – картофель сортов Фарн, Барна, Невский.

Картофель сорта Фарн местной селекции, созданный селекционерами Горского государственного аграрного университета, – среднеспелый гибрид округло-овальной формы. Цвет кожуры розоватого оттенка. Мякоть кремового цвета. Период вегетации – 100 дней. Масса товарного клубня – 80–90 г при товарности 95 % и урожайности от 39 до 56 т/га. Содержание в клубнях сухого вещества – 22,5 %, крахмала – 16,7 %. Высокий иммунитет устойчивости к различным видам мозаик, вызванных вирусами X, S, M. Относительно устойчив к фитофторозу.

Картофель сорта Барна ирландской селекции – среднепоздний (110–115 дней). Форма клубней овальная или удлинненно-овальная. Кожура красного цвета. Мякоть белая. Лежкость хорошая. Урожайность высокая (35–40 т/га). Содержание сухого вещества – 18–22 %, крахмала – 15,0–17,0 %, белка – 1,8–2,1 %, витамина С – 3,53–10,9 мг %. Сорт имеет очень хорошие качества хранения и показывает высокую устойчивость к вирусам, фитофторозу листьев и фитофторозу клубня, парше обыкновенной, черной ножке и черной парше.

Картофель сорта Невский создан в НИИ сельского хозяйства Северо-Западных областей в 1976 г. Клубни продолговато-овальной формы с нежной тонкой гладкой кожицей. Мякоть кремовая. Урожайность от 27 до 38 т/га. Содержание сухого вещества – 20–24 %, крахмала – 10–13 %. Имеет хороший иммунитет к таким заболеваниям, как рак картофеля, фитофтороз, парша обыкновенная, фузариоз, черная ножка [6, с. 26].

Объект исследования – биопрепарат «Бигус, ВР» – гуминовый препарат на основе сапропеля, предназначенный для стимуляции роста и развития растений, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, восстановления истощенных почв.

Сапропель – это илистый осадок, богатый органическими соединениями, образующийся путем отложения тысячелетиями на дне пресноводных водоемов остатков животных и растительных (планктона, водных растений) организмов, подвергшихся в анаэробных условиях медленному разложению под влиянием различных микроорганизмов.

Сапропель богат микроэлементами (марганец, медь, бор, цинк, йод, хром, серебро, кобальт, ванадий, никель, молибден) и макроэлементами (азот, кремний, кальций, алюминий, магний, железо, калий, сера и фосфор).

В состав сапропеля входит гуминовый комплекс, значительно улучшающий почвенную структуру и влияющий на рост и развитие растений. Сапропель содержит и биологически активные вещества, такие как водорастворимые (А, С, группы В) и жирорастворимые (Е, D, Р) витамины, аминокислоты, также участвующие в образовании почвенной структуры и способствующие плодородию почвы [17, с. 698].

Для приготовления рабочего раствора препарата необходимое количество с биопрепарата «Бигус, ВР» растворяют в небольшом количестве воды, тщательно перемешивают, затем доводят объем до соответствующего объема рабочего раствора и снова перемешивают. Рабочий раствор готовится непосредственно перед опрыскиванием.

В опыте проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием изучаемых сельскохозяйственных растений на пробных площадках, на этикетированных растениях на каждой делянке, наступление фаз развития устанавливалось глазомерно [7, с. 147]. Определение густоты посева проводилось на 5 стационарных площадках по 0,5 м², расположенных по диагонали делянки. Методом высечек проводилось определение площади листьев. Рассчитывали чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), фотосинтетический потенциал (ФП) посева. Учет урожая проводили сплошным методом. Биохимический состав клубней картофеля проводили по общепринятым методикам [7, с. 147]. Для расчета энергетической и экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур применяли методику В. А. Паршина, М. М. Оконова, Т. И. Бакиновой [9, с. 6]. Результаты исследований обрабатывали статистически по методике Б. А. Доспехова [3, с. 154] с использованием компьютерных программ SNEDECOR, Microsoft Excel.

Результаты (Results)

При проведении фенологических наблюдений было установлено, что при одинаковых погодных и почвенных условиях растения картофеля разных сортов неодинаково реагировали на биопрепарат «Бигус, ВР». Данный препарат способствовал более раннему появлению всходов растений картофеля. На опытных вариантах всходы появлялись на 3–5 дней раньше по сравнению с контролем. Последующие фенофазы также наступали раньше. Наиболее отзывчивым на применение биопрепарата оказался сорт Фарн местной селекции. Увеличение массы ботвы картофеля изучаемых сортов под воздействием изучаемого фактора по вариантам опыта происходило неодинаково. Интенсивное накопле-

ние массы ботвы происходило на всех вариантах опыта по сравнению с контролем, но достоверное накопление массы ботвы – на II–IV вариантах опыта и зависело не только от регулятора роста, но и от сорта.

Так, на сорте Фарн на II и IV вариантах опыта увеличение массы ботвы составило по сравнению с контролем 30 и 80 г/куст, или 6,3 и 16,7 %; по сорту Барна – 28 и 62 г/куст, или 5,4 и 13,2 %; по сорту Невский – 23 и 54 г/куст, или 3,8 и 11,4 %.

На урожайность картофеля, как считают многие исследователи [1, с. 13; 3, с. 2; 5, с. 55; 6, с. 26; 13, с. 117], оказывает влияние густота стеблестоя. В связи с этим определение площади питания зависит не только от количества растений, но и от стеблей в кусте [5, с. 26; 8, с. 7]. Количество стеблей определяет число клубней. Предпосадочная обработка клубней картофеля и комплексное применение биопрепарата повлияли и на формирование стеблей и их высоту. Анализ показывает, что в опытных вариантах на всех сортах наблюдались лучшие биометрические показатели. Существенное увеличение числа стеблей на куст (+0,6 шт/куст), высоты стеблей (+2,3 см) и густоты стояния перед уборкой (2,3 тыс. шт/га) отмечено при комплексном применении биопрепарата по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, биопрепарат «Бигус, ВР» обладает высокой биологической активностью, активизирует ростовые процессы на клеточном уровне и усиливает ферментативные реакции.

Физиологические процессы, протекающие в растении, оказывают большое влияние на форми-

рование высоких и качественных урожаев, так как, по мнению А. Г. Лорха, 90–98 % урожая клубней картофеля создается за счет фотосинтетической работы [4, с. 55; 8, с. 7].

Основными физиологическими показателями являются площадь листьев, продуктивность фотосинтеза и активность пероксидазы.

Как видно из таблицы 1, в вариантах опыта на всех сортах картофеля площадь листьев была больше, чем в контрольном варианте. Так, по сорту Фарн в среднем повышение составило на 24,2 %, по сорту Барна – на 8,5 %, по сорту Невский – на 19,7 %. Площадь листьев картофеля IV варианта сорта Фарн по сравнению со II и III вариантами была на 5,0 и 15,3 % больше, а по сорту Барна и Невский преимущество составила 5,2; 12,6; 7,9 и 15,1 % соответственно.

Таким образом, наибольшей площадью листьев отличались растения картофеля по всем сортам на варианте IV. Максимальная ее величина в фазе цветения составила по сортам: 31,7; 25,9 и 30,1 тыс. м²/га.

Качественной характеристикой работы листового аппарата растений является величина чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Максимальная ЧПФ отмечена на вариантах опыта в среднем от 4,9 до 7,2 г/м² в сутки в фазу цветения. Перед уборкой ЧПФ уменьшилась в среднем в 1,3 и 2,2 раза по всем вариантам, это связано с усилением оттока продуктов фотосинтеза в клубни за одинаковый промежуток времени, что в дальнейшем приводит к увеличению в клубнях крахмала.

Таблица 1
Влияние биопрепарата «Бигус, ВР» на физиологические показатели картофеля

Сорт	Вариант	Ассимиляционная площадь листьев		Продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сутки		Активность пероксидазы, отн. ед.
		тыс. м ² /га	м ² /куст	Цветение	Перед уборкой	
Фарн	I	24,0	0,44	5,1	3,9	108,8
	II	30,2	0,58	7,0	4,9	120,5
	III	27,5	0,50	6,0	4,0	119,5
	IV	31,7	0,60	7,2	5,8	122,3
	НСР _{0,5}	–	0,03	0,82	0,6	1,60
Барна	I	22,4	0,42	5,9	3,8	104,5
	II	24,6	0,49	6,4	4,0	118,7
	III	23,0	0,51	6,0	4,0	110,6
	IV	25,9	0,60	6,7	3,7	120,5
	НСР _{0,5}	–	0,02	0,71	0,5	1,27
Невский	I	23,4	0,40	4,7	3,0	109,8
	II	27,8	0,60	5,0	3,8	120,5
	III	26,0	0,57	4,9	3,6	118,4
	IV	30,1	0,65	5,8	4,0	121,4
	НСР _{0,5}	–	0,02	0,8	0,5	1,04

Table 1

Effect of the biopreparation "Bigus, VR" on the physiological indicators of potatoes

Variety	Variant	Assimilation leaf area		Productivity of photosynthesis, g/m ² per day		Activity of peroxidase, relative units
		thousand m ² /ha	m ² per bush	Flowering	Before cleaning up	
Farn	I	24.0	0.44	5.1	3.9	108.8
	II	30.2	0.58	7.0	4.9	120.5
	III	27.5	0.50	6.0	4.0	119.5
	IV	31.7	0.60	7.2	5.8	122.3
	LSD _{0,5}	–	0.03	0.82	0.6	1.60
Barna	I	22.4	0.42	5.9	3.8	104.5
	II	24.6	0.49	6.4	4.0	118.7
	III	23.0	0.51	6.0	4.0	110.6
	IV	25.9	0.60	6.7	3.7	120.5
	LSD _{0,5}	–	0.02	0.71	0.5	1.27
Nevskiy	I	23.4	0.40	4.7	3.0	109.8
	II	27.8	0.60	5.0	3.8	120.5
	III	26.0	0.57	4.9	3.6	118.4
	IV	30.1	0.65	5.8	4.0	121.4
	LSD _{0,5}	–	0.02	0.8	0.5	1.04

Пероксидаза способствует интенсивности редокс-процессов в клетке растений картофеля, участвует в деятельности фотосинтеза и энергетическом обмене клетки. На всех сортах картофеля по сравнению с контролем наибольшая активность отмечена в варианте IV. Очевидно, биопрепарат «Бигус, ВР» способствует изменению активности пероксидазы, повышает устойчивость картофеля к фитофторозу. Так, в среднем на сортах картофеля на контрольном варианте распространенность фитофторозы была от 14,0 до 18,9 %, а на опытных вариантах – от 8,5 до 9,6 %.

Формирование урожая зависит не только от площади листьев, но и от периодов ее функционирования, т. е. от фотосинтетического потенциала (ФП) в период роста и развития.

Результаты исследования показали, что предпосадочная обработка клубней + опрыскивание в фазу бутонизации биопрепаратом «Бигус, ВР» стимулировала формирование ФП на всех сортах, однако наибольшее суммарное значение ФП отмечено на картофеле сорта Фарн – 1343,5 тыс. м²/сут/га.

Итогом эффективности фотосинтетической деятельности растений в агроценозе и формировании урожайности в целом является накопление сухого вещества в листьях и клубнях картофеля.

Выход сухого вещества у всех изучаемых сортов с применением биопрепарата «Бигус, ВР» выше, чем на контрольном варианте (таблица 2). Наибольший коэффициент хозяйственной эффективности и выход сухого вещества отмечен у сорта Фарн при предпосадочной обработке + опрыскивании в фазу бутонизации (IV вариант) – 0,75 и 9,7 т/га при аккумуляции в урожае 1,64 % фотосинтетической активной радиации, наименьший – у сорта Невский (0,70; 7,1 т/га и 1,40 % соответственно).

Следовательно, оказывая положительное влияние на фотосинтетическую деятельность, биопрепарат «Бигус, ВР» создает основу для повышения урожайности и качества клубней картофеля изучаемых сортов.

Как видно из таблицы 3, предпосадочная обработка клубней картофеля + опрыскивание растений в фазу бутонизации биопрепаратом «Бигус, ВР» способствовали формированию более высокого урожая на всех сортах картофеля. Так, по сорту Фарн прибавка продуктивности составила в среднем на вариантах опыта по сравнению с контролем 3,6 т/га, или 13,5 %; по сорту Барна – 0,93 т/га, или 3,3 %; по сорту Невский – 1,9 т/га, или 7,3 %.

Корреляционный анализ выявил наличие линейной корреляционной зависимости между площади листьев и урожайностью картофеля (рис. 1, рис. 2, рис. 3). Так, по сортам Фарн $r = 0,973$, Барна – $r = 0,991$, Невский – $r = 0,959$. Зависимость данных признаков может быть описана линейным уравнением регрессии: $y = 0,0263x + 0,9474$; $y = 0,0085x + 0,9831$; $y = 0,0406x + 0,9188$ соответственно.

Таким образом, биопрепарат «Бигус, ВР» обладает высокой биологической активностью, способствует более полной реализации генетического потенциала сорта картофеля, что приводит к повышению урожайности и качества картофеля.

О качестве клубня, его вкусовых достоинствах судят по величине содержания в нем крахмала, сухого вещества, которые определяются рядом факторов: это прежде всего сортовые особенности, климатические условия, применяемые дозы удобрения, биопрепараты, зрелость клубней и т. д. [10, с. 59].

Таблица 2

Фотосинтетическая деятельность картофеля в зависимости от применения биопрепарата «Бигус, ВР»

Сорт	Вариант	Выход сухого вещества, т/га	ФП, тыс. м ² /сут/га	ЧПФ, г/м ² /сут	К _{ФАР} , %	К _{хоз.}
Фарн	I	6,1	1179,4	5,1	1,39	0,70
	II	8,6	1227,3	7,0	1,54	0,72
	III	7,1	1184,1	6,0	1,50	0,72
	IV	9,7	1343,5	7,2	1,64	0,75
Барна	I	6,8	1166,0	5,0	1,38	0,68
	II	7,7	1200,7	6,4	1,53	0,67
	III	7,1	1175,3	6,0	1,49	0,69
	IV	8,3	1245,3	6,7	1,60	0,69
Невский	I	5,5	1163,7	4,7	1,25	0,62
	II	6,0	1194,8	5,0	1,32	0,69
	III	5,8	1174,8	4,9	1,30	0,67
	IV	7,1	1219,7	5,8	1,40	0,70

Table 2

Photosynthetic activity of potatoes depending on the use of the biopreparation "Bigus, VR"

Variety	Variant	Dry matter yield, t/ha	Photosynthetic potential, thousand m ² /day/ha	Net photosynthetic productivity, g/m ² /day	Coefficient of use of photosynthetic active radiation by sowing, %	Coefficient of economic efficiency of photosynthesis
Farn	I	6.1	1179.4	5.1	1.39	0.70
	II	8.6	1227.3	7.0	1.54	0.72
	III	7.1	1184.1	6.0	1.50	0.72
	IV	9.7	1343.5	7.2	1.64	0.75
Farn	I	6.8	1166.0	5.0	1.38	0.68
	II	7.7	1200.7	6.4	1.53	0.67
	III	7.1	1175.3	6.0	1.49	0.69
	IV	8.3	1245.3	6.7	1.60	0.69
Nevskiy	I	5.5	1163.7	4.7	1.25	0.62
	II	6.0	1194.8	5.0	1.32	0.69
	III	5.8	1174.8	4.9	1.30	0.67
	IV	7.1	1219.7	5.8	1.40	0.70

Таблица 3

Урожайность клубней картофеля разных сортов в зависимости от биопрепарата «Бигус, ВР»

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га			Товарность, %
		Средняя	Прибавка от препарата	Отклонение, в % к контролю	
Фарн	I	26,7	–	–	90,5
	II	30,0	3,3	12,4	91,4
	III	29,5	2,8	10,5	90,8
	IV	31,4	4,7	17,6	92,0
	НСР _{0,5}	4,7	–	–	–
Барна	I	27,8	–	–	86,2
	II	28,8	1,0	3,6	87,3
	III	28,2	0,4	1,4	86,6
	IV	29,2	1,4	5,0	89,9
	НСР _{0,5}	3,8	–	–	–
Невский	I	25,7	–	–	87,8
	II	27,0	1,3	5,1	88,5
	III	26,8	1,1	4,3	87,9
	IV	28,9	3,2	12,5	90,4
	НСР _{0,5}	3,8	–	–	–

Table 3
Yield of potato tubers of different varieties depending at the biopreparation "Bigus, VR"

Variety	Variant	Yield, t/ha			Marketability, %
		Average	Increase from the preparation	Deviation, in % to the control	
Farn	I	26.7	–	–	90.5
	II	30.0	3.3	12.4	91.4
	III	29.5	2.8	10.5	90.8
	IV	31.4	4.7	17.6	92.0
	LSD _{0.5}	4.7	–	–	–
Barna	I	27.8	–	–	86.2
	II	28.8	1.0	3.6	87.3
	III	28.2	0.4	1.4	86.6
	IV	29.2	1.4	5.0	89.9
	LSD _{0.5}	3.8	–	–	–
Nevskiy	I	25.7	–	–	87.8
	II	27.0	1.3	5.1	88.5
	III	26.8	1.1	4.3	87.9
	IV	28.9	3.2	12.5	90.4
	LSD _{0.5}	3.8	–	–	–

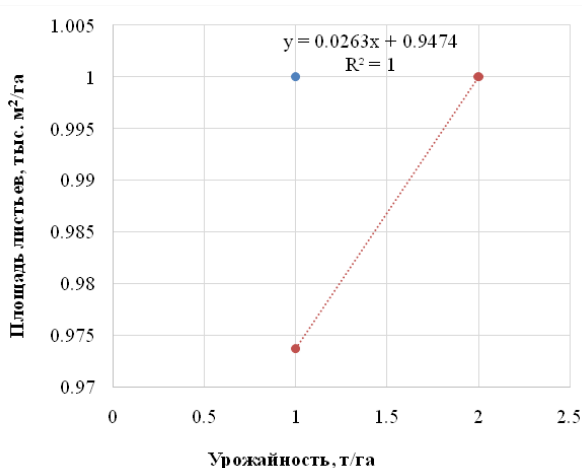


Рис. 1. Уравнение регрессии и линия тренда между показателями площади листьев и урожайностью картофеля сорта Фарн

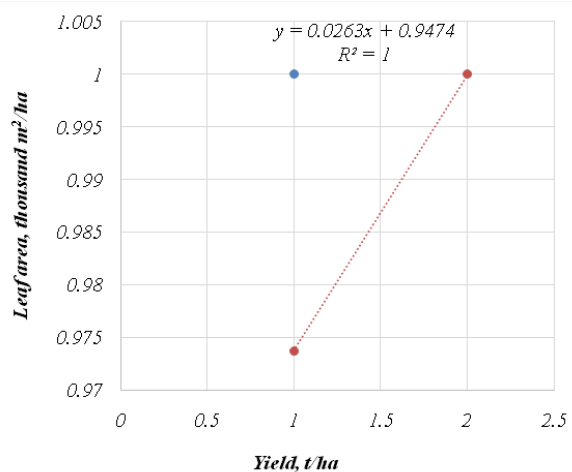


Fig. 1. Regression equation and trend line between leaf area and yield of potato variety Farn

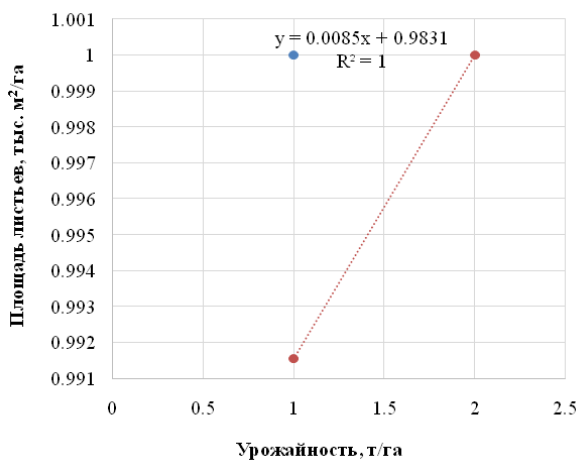


Рис. 2. Уравнение регрессии и линия тренда между показателями площади листьев и урожайностью картофеля сорта Барна

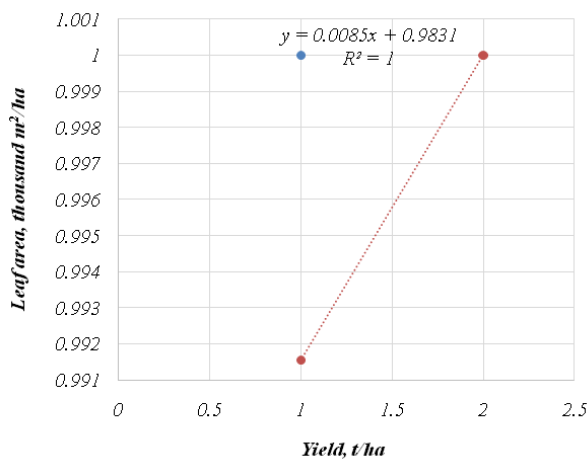


Fig. 2. Regression equation and trend line between leaf area and yield of potato varieties Barna

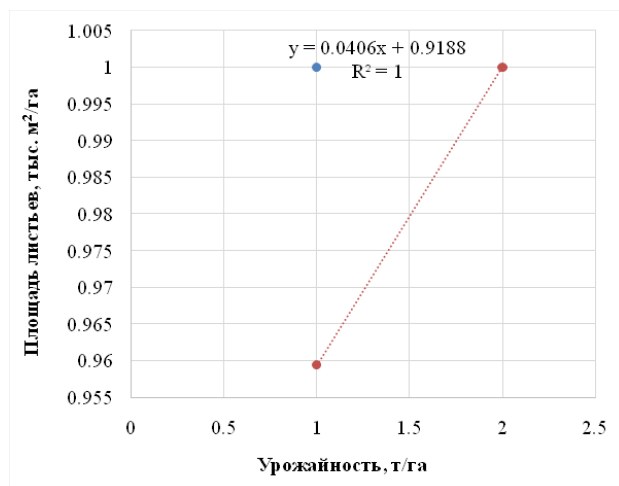


Рис. 3. Уравнение регрессии и линия тренда между показателями площади листьев и урожайностью картофеля сорта Невский

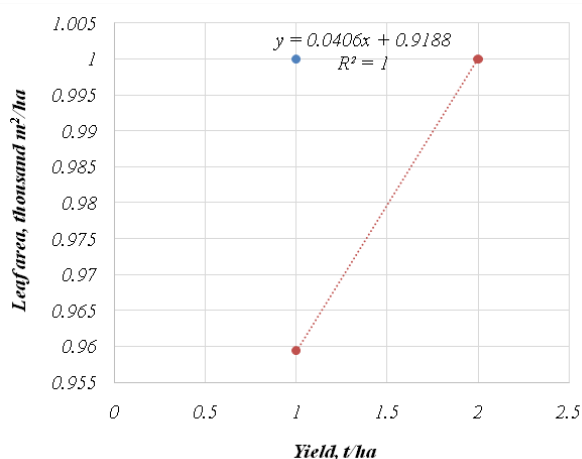


Fig. 3. Regression equation and the trend line between the leaf area and yield of potato variety Nevskiy

Таблица 4
Влияние применения биопрепарата «Бигус, ВР» на качество клубней картофеля

Сорт	Вариант	Содержание			Нитраты, мг/кг
		Сухого вещества, %	Витамина С, мг/кг	Крахмала, %	
Фарн	I	20,35	7,38	12,68	104
	II	20,90	8,45	13,20	86
	III	20,76	8,30	13,01	90
	IV	21,07	9,15	13,86	86
Барна	I	19,98	7,61	11,15	102
	II	20,30	8,20	11,31	98
	III	20,08	8,01	11,22	98
	IV	20,99	9,04	11,64	96
Невский	I	19,97	7,55	10,95	102
	II	20,27	7,90	11,42	99
	III	20,25	7,72	11,41	98
	IV	20,96	8,07	11,81	99

Table 4
Effect of the biopreparation "Bigus, VR" application on the quality of potato tubers

Variety	Variant	Content			Nitrates, mg/kg
		Dry matter, %	Vitamin C, mg/kg	Starch, %	
Farn	I	20.35	7.38	12.68	104
	II	20.90	8.45	13.20	86
	III	20.76	8.30	13.01	90
	IV	21.07	9.15	13.86	86
Barna	I	19.98	7.61	11.15	102
	II	20.30	8.20	11.31	98
	III	20.08	8.01	11.22	98
	IV	20.99	9.04	11.64	96
Nevskiy	I	19.97	7.55	10.95	102
	II	20.27	7.90	11.42	99
	III	20.25	7.72	11.41	98
	IV	20.96	8.07	11.81	99

Как видно из таблицы 4, изучаемый биопрепарат «Бигус, ВР» оказал положительное воздействие на качественные показатели клубней картофеля разных сортов по всем вариантам опыта.

Так, в зависимости от сорта и регулятора роста содержание сухого вещества на вариантах опыта по

сравнению с контролем в среднем увеличилось по сорту Фарн на 0,62 %; крахмала – на 0,72 %; витамина С – на 1,22 мг/кг; по сорту Барна – на 0,42 %; 0,25 %; 0,79 мг/кг, по сорту Невский – на 0,43 %; 0,55 % и 0,35 мг/кг соответственно. Одновременно содержание нитратов в клубнях картофеля снизилось на 4–19 мг/кг.

Таблица 5
Экономическая эффективность возделывания картофеля разных сортов в зависимости от биопрепарата «Бигус, ВР»

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость затрат на 1 га, тыс. руб.	Стоимость картофеля в ценах реализации, тыс. руб.	Прибыль от реализации, тыс. руб.	Рентабельность, %
Фарн	I	26,7	300,0	801	501,0	167,0
	II	30,0	325,4	900	575,0	177,0
	III	29,5	315,6	885	569,4	180,0
	IV	31,4	330,0	942	612,0	185,0
	HCP _{0,5}	4,7				
Барна	I	27,8	302,6	834	531,4	175,6
	II	28,8	307,5	864	556,5	181,0
	III	28,2	305,0	846	541,0	177,4
	IV	29,2	310,3	876	565,7	182,3
	HCP _{0,5}	3,8				
Невский	I	25,7	295,6	771	475,4	160,8
	II	27,0	304,0	810	506,0	166,4
	III	26,8	302,0	804	502,0	166,2
	IV	28,9	309,4	867	557,6	180,2
	HCP _{0,5}	3,8				

Примечание. Цена реализационная картофеля – 30 руб.

Table 5
Economic efficiency of growing potatoes of different varieties depending on the biopreparation "Bigus, VR"

Variety	Version	Productivity, t/ha	Cost of expenses per 1 ha, thousand rubles	Cost of potatoes in selling prices, thousand rubles	Profit from sales, thousand rubles	Profitability, %
Farn	I	26.7	300.0	801	501.0	167.0
	II	30.0	325.4	900	575.0	177.0
	III	29.5	315.6	885	569.4	180.0
	IV	31.4	330.0	942	612.0	185.0
	HCP _{0,5}	4.7				
Barna	I	27.8	302.6	834	531.4	175.6
	II	28.8	307.5	864	556.5	181.0
	III	28.2	305.0	846	541.0	177.4
	IV	29.2	310.3	876	565.7	182.3
	HCP _{0,5}	3.8				
Nevskiy	I	25.7	295.6	771	475.4	160.8
	II	27.0	304.0	810	506.0	166.4
	III	26.8	302.0	804	502.0	166.2
	IV	28.9	309.4	867	557.6	180.2
	HCP _{0,5}	3.8				

Note. The selling price of potatoes – 30 rubles.

Таким образом, наиболее перспективным по урожайности и качеству клубней картофеля оказался сорт Фарн (IV вариант).

Расчеты экономической эффективности возделывания картофеля представлены в таблице 5.

Анализ таблицы 5 показывает, что стоимость затрат на 1 га на всех вариантах опыта выше, чем в контроле.

Так, по сорту Фарн на IV варианте стоимость затрат повысилась на 30 тыс. руб., или на 10,0 %; по сорту Барна – на 7,7 тыс. руб., или на 2,5 %; по сорту Невский – на 14,4 тыс. руб., или на 4,0 %, при повышении прибыли на 111 тыс. руб., или на 22,2 %; на 34,3 тыс. руб., или на 6,5 %, и на 82,2 тыс. руб., или на 17,3 %, соответственно.

Таким образом, расчеты экономической эффективности показывают, что затраты окупаются на всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Рентабельность составила по IV варианту на сорте Фарн – 185,0 %, что на 12,8 % больше контроля; по сорту Барна – 182,3 % или на 3,5 %, по сорту Невский – 180,2 %, или на 12,1 %. Среди сортов выделился районированный сорт Фарн, особенно IV вариант с предпосадочной обработкой клубня + опрыскиванием растений картофеля в фазу бутонизации.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Полученные результаты характеризуют положительное влияние применения биопрепарата «Бигус, ВР» при возделывании картофеля разных сортов в условиях предгорной зоны Республики Северная Осетия – Алания.

Установлено, что биопрепарат «Бигус, ВР» способствует увеличению биометрических показателей картофеля сортов Фарн, Невский и Барна на всех опытных вариантах по сравнению с контролем в среднем: высоты стеблей – на 2–3 см, массы бот-

вы – на 65 г/куст, или на 13,7 %, появления всходов – на 3–5 дней раньше.

Выявлено положительное действие на процессы фотосинтеза (продуктивность фотосинтеза, активность пероксидазы), устойчивость к фитофторозу во время вегетации. Наибольший коэффициент хозяйственной эффективности и выход сухого вещества отмечен у сорта Фарн при предпосадочной обработке + опрыскивании в фазу бутонизации (IV вариант) – 0,75 и 9,7 т/га при аккумуляции в урожае 1,64 % фотосинтетической активной радиации.

В результате разных доз и способов обработки растений и клубней картофеля биопрепаратом увеличивается урожайность картофеля в среднем на вариантах опыта по сорту Фарн на 3,6 т/га, или на 13,5 %; по сорту Барна – на 0,93 т/га, или на 3,3 %; по сорту Невский – на 1,9 т/га, или на 7,3 %; содержание крахмала – на 0,72; 0,25 и 0,55 %; сухого вещества – на 0,62; 0,42 и 0,43 % соответственно.

Стоимость затрат окупается на всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Рентабельность на IV варианте всех сортов в среднем увеличилась на 14,6 %.

Библиографический список

1. Бутов А. В., Мандрова А. А. Приемы возделывания картофеля // *Агропромышленные технологии Центральной России*. 2018. № 3 (9). С. 85–88. DOI: 10.24888/2541-7835-2018-9-85-88.
2. Васильев А. А., Горбунов А. К. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность картофеля в зависимости от срока и глубины посадки // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 04 (195). С. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-2-10.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд. Москва: Альянс, 2014. 351 с.
4. Икоева Л. П., Хаева О. Э. Влияние регулятора роста «Регоплант» и микроудобрения «Ультрамаг Комби» на фотосинтетическую деятельность картофеля в лесостепной зоне РСО-Алания // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 07 (210). С. 55–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-55-65.
5. Икоева Л. П., Хаева О. Э. Фотосинтетическая деятельность картофеля в зависимости от способов применения стимулятора роста в предгорной зоне РСО-Алания // *Аграрный вестник Урала*. 2022. № 07 (222). С. 26–35. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-26-35.
6. Коршунов А. В., Симаков Е. А., Лысенко Ю. Н., Анисимов Б. В., Митюшкин А. В., Гаитов М. Ю. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. Москва: Колос, 2019. 329 с.
8. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений // *Физиология фотосинтеза*. Москва: Наука, 1982. 318 с.
9. Паршин В. А., Оконов М. М., Бакинова Т. И. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Элиста: АПП «Джангар», 1997. 160 с.
10. Сердеров В. К., Караев М. К., Агамов Б. К. Возделывание сортов картофеля для промышленной переработки // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2020. № 3. С. 59–61. DOI: 10.30850/vrns/2020/3/59-61.
11. Старовойтова О. А., Старовойтов В. И., Манохина А. А., Бойко Ю. П., Масюк Ю. А. Влияние средовых факторов со снижением пестицидной нагрузки на формирование урожая картофеля [Электронный ресурс] // *Агроинженерия*. 2019. № 2 (90). С. 30–34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredovyh-faktorov-so-snizheniem-pestitsidnoy-nagruzki-na-formirovanie-urozhaya-kartofelya> (дата обращения: 17.03.2023).
12. Танаков Н. Т., Сакибаев К. Ш., Исраилова Г. С., Жантураева Б. Т. Фотосинтетическая деятельность раннего картофеля в зависимости от фона питания и способов применения стимулятора роста в условиях

юга Кыргызстана // Научный журнал КубГАУ. 2019. № 152 (08). С. 117–128. DOI: 10.21515/1990-4665-152-013.

13. Уромова И. П., Козлов А. В. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество картофеля [Электронный ресурс] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 5. С. 77–81. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13073> (дата обращения: 07.02.2023).

14. Шабанов А. Э., Кисилев А. И. Комплекс агроприемов для раннего картофеля // Картофель и овощи. 2018. № 3. С. 34–36. DOI: 10.25630/PAV 2018/3.17602.

15. Ginter A., Zarzecka K., Gugała M. Effect of Herbicide and Biostimulants on Production and Economic Results of Edible Potato // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. Article number 1409. DOI: 10.3390/agronomy12061409.

16. Mystkowska I. Biostimulators as a factor affecting the yield of edible potato // *Acta Agrophys*. 2018. Vol. 25. Pp. 307–315.

17. Shahrajabian M. H., Chaski C., Polyzos N., Petropoulos S. A. Biostimulants Application: A Low Input Cropping Management Tool for Sustainable Farming of Vegetables // *Biomolecules*. 2021. Vol. 11 (5). Article number 698. DOI: 10.3390/biom11050698.

18. Zarzecka K., Gugała M., Sikorska A., Grzywacz K., Niewęglowski M. Marketable Yield of Potato and Its Quantitative Parameters after Application of Herbicides and Biostimulants // *Agriculture*. 2020. Vol. 10 (2). Article number 49. DOI: 10.3390/agriculture10020049.

Об авторах:

Лариса Петровна Икоева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела рационального использования горных кормовых угодий, ORCID 0000-0003-1737-3180, AuthorID 508900; +7 960 404-77-66, ikoeval@bk.ru

Оксана Эльбрусевна Хаева², кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры общей и неорганической химии, ORCID 0000-0003-2338-0627, AuthorID 178532; oksana_haeva@mail.ru

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

² Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, Владикавказ, Россия

References

1. Butov A. V., Mandrova A. A. Priemy vozdeleyvaniya kartofelya [Methods of potato cultivation] // *Agro-industrial Technologies of Central Russia*. 2018. No. 3 (9). Pp. 85–88. DOI: 10.24888/2541-7835-2018-9-85-88. (In Russian.)

2. Vasil'ev A. A., Gorbunov A. K. Produktivnost' i fotosinteticheskaya deyatel'nost' kartofelya v zavisimosti ot sroka i glubiny posadki [Productivity and photosynthetic activity of potatoes depending on time and depth of planting] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020. No. 04 (195). Pp. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-2-10. (In Russian.)

3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy [Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results]. 5th edition. Moscow: Al'yans, 2014. 351 p. (In Russian.)

4. Ikoeva L. P., Khaeva O. E. Vliyanie regul'yatora rosta “Regoplant” i mikroudobreniya “Ul'tramag Kombi” na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' kartofelya v lesostepnoy zone RSO-Alaniya [Influence of the growth regulator “Regoplant” and microfertilizer “Ul'tramag Kombi” on photosynthetic activity of potatoes in the foreststeppe zone Republic of North Ossetia-Alania] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 07 (210). Pp. 55–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-55-65. (In Russian.)

5. Ikoeva L. P., Khaeva O. E. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' kartofelya v zavisimosti ot sposobov primeneniya stimulyatora rosta v predgornoy zone RSO-Alaniya [Photosynthetic activity of potatoes depending on the methods of using a growth stimulator in the foothill zone of the Republic of North Ossetia-Alania] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022. No. 07 (222). Pp. 26–35. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-26-35. (In Russian.)

6. Korshunov A. V., Simakov E. A., Lysenko Yu. N., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Gaitov M. Yu. Aktual'nye problemy i prioritetye napravleniya razvitiya kartofelevodstva [Actual problems and priority directions of potato development] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018. Vol. 32. No. 3. Pp. 12–20. (In Russian.)

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vypusk 1. Obshchaya chast' [Methods of state variety testing of crops. Issue 1. The general part.]. Moscow: Kolos, 2019. 329 p. (In Russian.)

8. Nichiporovich A. A. Fiziologiya fotosinteza i produktivnost' rasteniy [Physiology of photosynthesis and plant productivity] // *Fiziologiya fotosinteza*. Moscow: Nauka, 1982. 318 p. (In Russian.)

9. Parshin V. A., Okonov M. M., Bakinova T. I. Bioenergeticheskaya otsenka tekhnologiy vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Bioenergetic assessment of technologies of cultivation of agricultural crops]. Elista: APP "Dzhangar", 1997. 160 p. (In Russian.)
10. Serderov V. K., Karaev M. K., Atamov B. K. Vozdeleyvanie sortov kartofelya dlya promyshlennoy pererabotki [Potatoes varieties cultivation for industrial processing] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2020. No. 3. Pp. 59–61. DOI: 10.30850/vrsn/2020/3/59-61. (In Russian.)
11. Starovoytova O. A., Starovoytov V. I., Manokhina A. A., Boyko Yu. P., Masyuk Yu. A. Vliyanie sredovykh faktorov so snizheniem pestitsidnoy nagruzki na formirovanie urozhaya kartofelya [Influence of environmental factors on the decrease of pesticide effect on potato yield] [e-resource] // Agroengineering. 2019. No. 2 (90). Pp. 30–34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredovykh-faktorov-so-snizheniem-pestitsidnoy-nagruzki-na-formirovanie-urozhaya-kartofelya> (date of reference: 17.03.2023). (In Russian.)
12. Tanakov N. T., Sakibaev K. Sh., Israilova G. S., Zhanturaeva B. T. Fotosinteticheskaya deyatelnost' rannego kartofelya v zavisimosti ot fona pitaniya i sposobov primeneniya stimulyatora rosta v usloviyakh yuga Kyrgyzstana [The photosynthetic activity of early potatoes depending on the background of nutrition and methods of application of the growth stimulant in the conditions of southern Kyrgyzstan] // Scientific Journal of KubSAU. 2019. No. 152 (08). Pp. 117–128. DOI: 10.21515/1990-4665-152-013. (In Russian.)
13. Uromova I. P., Kozlov A. V. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' i kachestvo kartofelya [The influence of biologics on potato productivity and quality] [e-resource] // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2020. No. 5. Pp. 77–81. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13073> (date of reference: 07.02.2023). (In Russian.)
14. Shabanov A. E., Kisilev A. I. Kompleks agropriemov dlya rannego kartofelya [Complex of agricultural practices for early potatoes] // Potato and Vegetables. 2018. No. 3. Pp. 34–36. DOI: 10.25630/PAV2018/317602. (In Russian.)
15. Ginter A., Zarzecka K., Gugala M. Effect of Herbicide and Biostimulants on Production and Economic Results of Edible Potato // Agronomy. 2022. Vol. 12. Article number 1409. DOI: 10.3390/agronomy12061409.
16. Mystkowska I. Biostimulators as a factor affecting the yield of edible potato // Acta Agrophys. 2018. Vol. 25. Pp. 307–315.
17. Shahrajabian M. H., Chaski C., Polyzos N., Petropoulos S. A. Biostimulants Application: A Low Input Cropping Management Tool for Sustainable Farming of Vegetables // Biomolecules. 2021. Vol. 11 (5). Article number 698. DOI: 10.3390/biom11050698.
18. Zarzecka K, Gugala M, Sikorska A, Grzywacz K, Niewęglowski M. Marketable Yield of Potato and Its Quantitative Parameters after Application of Herbicides and Biostimulants // Agriculture. 2020. Vol. 10 (2). Article number 49. DOI: 10.3390/agriculture10020049.

Authors' information:

Larisa P. Ikoeva¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the department of rational use of mountain forage lands, ORCID 0000-0003-1737-3180, AuthorID 508900; +7 960 404-77-66, ikoeval@bk.ru

Oksana E. Khaeva², candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor at the department of general and inorganic chemistry, ORCID 0000-0003-2338-0627, AuthorID 178532; oksana_haeva@mail.ru

¹North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – a branch of the Federal Center "Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Mikhaylovskoe, Russia

²North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, Vladikavkaz, Russia