



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-13>

УДК: 635.21:631.8(571.56)

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА И МИКРОУДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЯКУТИИ

(✉) Слепцова Т.В.^{1,2}

¹Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – обособленное подразделение Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Якутск, Россия

²Арктический государственный агротехнологический университет

Якутск, Россия

(✉) e-mail: SlepsovaTV@yandex.ru

Представлены результаты изучения влияния регулятора роста Новосил и микроудобрения Маг-Бор на показатели роста, фотосинтетической деятельности растений и урожайность картофеля сорта Якутянка в условиях Центральной Якутии. Почва опытного участка мерзлотно-пойменная супесчаная с недостаточным содержанием в пахотном слое гумуса (1,8–2,2%), подвижных соединений магния (1,25 мг/100 г), микроэлементов молибдена (0,03 мг/кг), марганца (29,0 мг/кг), бора (0,30 мг/кг). Установлено, что обработка посадок картофеля Новосилом массу растений увеличивала на 19–24%, площадь листьев и фотосинтетический потенциал – на 5–7%, магниевым удобрением (в дозе 5 г/л) – на 9 и 2% соответственно. Выявлена существенная прямая связь массы растений с их высотой и количеством в кусте ($r = 0,71 \dots 0,81$), площади листьев и значений фотосинтетического потенциала – с высотой, количеством и массой растений ($r = 0,56 \dots 0,82$). Вклад препаратов в изменчивость показателей составил 37–68%, погодных условий и взаимодействия факторов – 3–33%. Показано, что обработка растений Новосилом и совместно с Маг-Бор 5 г/л повышает урожайность клубней в сравнении с контролем на 6,4–6,6 т/га (34–35%), магниевым удобрением в дозе 5 г/л – на 2,5 т/га (14%). В вариантах Маг-Бор 10 г/л и Новосил + Маг-Бор 10 г/л урожайность была на уровне контроля или повышалась на 1,6 т/га (8,5%), в условиях засухи снижалась на 0,5–0,9 т/га. Доля влияния препаратов на изменчивость урожайности составила 68%, погодных условий – 26%, взаимодействия факторов – 4%. Рассчитаны уравнения регрессии, позволяющие оперативно и с высокой точностью прогнозировать площадь листьев и урожайность клубней по массе растений в фазе цветения. Разница между фактическими и рассчитанными значениями составляла 4,4–5,4%.

Ключевые слова: картофель, регулятор роста, микроудобрение, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, урожайность

EFFECT OF GROWTH REGULATOR AND MICROFERTILIZER ON POTATO YIELD IN YAKUTIA

(✉) Sleptsova T.V.^{1,2}

¹M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” Yakutsk, Russia

²Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

(✉) e-mail: SlepsovaTV@yandex.ru

The results of studying the effect of growth regulator Novosil and microfertilizer Mag-Bor on growth parameters, photosynthetic activity of plants and yield of potato variety Yakutyanka in condi-

tions of Central Yakutia are presented. The soil of the experimental plot is permafrost floodplain loamy with insufficient content of humus (1.8–2.2%), mobile compounds of magnesium (1.25 mg/100 g), molybdenum microelements (0.03 mg/kg), manganese (29.0 mg/kg), and boron (0.30 mg/kg) in the arable layer. It was found that treatment of potato plantings with Novosil increased plant mass by 19–24%, leaf area and photosynthetic potential by 5–7%, with magnesium-boron fertilizer (at a dose of 5 g/l) by 9 and 2%, respectively. Significant direct relationship of plant weight with its height and number in a bush ($r = 0.71...0.81$), leaf area and photosynthetic potential values – with height, number and weight of plants ($r = 0.56...0.82$) was revealed. The contribution of the preparations to the variability of indicators was 37–68%, weather conditions and factor interactions – 3–33%. It was demonstrated that treatment of plants with Novosil and together with Mag-Bor 5 g/l increases tuber yield in comparison with the control by 6.4–6.6 t/ha (34–35%), and with magnesium-boron fertilizer at a dose of 5 g/l – by 2.5 t/ha (14%). In the variants Mag-Bor 10 g/l and Novosil + Mag-Bor 10 g/l the yield was at the level of control or increased by 1.6 t/ha (8.5%), and under drought conditions it decreased by 0.5–0.9 t/ha. The share of the preparations' influence on the yield variability amounted to 68%, weather conditions – 26%, and factor interactions – 4%. Regression equations were calculated, allowing to forecast leaf area and tuber yield by plant weight in the flowering phase promptly and with high accuracy. The difference between the actual and the calculated values was 4.4–5.4%.

Keywords: potato, growth regulator, microfertilizer, leaf area, photosynthetic potential, yield

Для цитирования: Слепцова Т.В. Влияние регулятора роста и микроудобрения на урожайность картофеля в Якутии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 10. С. 113–119. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-13>
For citation: Sleptsova T.V. Effect of growth regulator and microfertilizer on potato yield in Yakutia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 10, pp. 113–119. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-13>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена на оборудовании ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

Acknowledgments

The work was performed on the equipment of the Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center SB RAS"

ВВЕДЕНИЕ

Важным фактором дальнейшего повышения урожайности и рентабельности производства картофеля является разработка и внедрение агротехнологических приемов возделывания с использованием современных биологических регуляторов роста растений^{1,2} [1–3]. Результаты исследований, проведенных в разных регионах, свидетельствуют об эффективности их использования в качестве экологически чистых биостимулято-

ров продуктивности и иммунитета растений сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля^{3,4}. Они ускоряли рост и развитие растений, повышали устойчивость к биотическим и абиотическим факторам внешней среды, урожайность и его качество, снижали потери при хранении [4–6]. Одним из эффективных природных регуляторов роста растений является Новосил⁵.

В настоящее время широкое применение в технологии выращивания картофеля находят

¹Вышегуров С.Х. Биологические особенности и интегрированная защита картофеля от болезней и вредителей. Новосибирск: Агро-Сибирь, 2005. 81 с.

²Галеев Р.Р. Особенности производства картофеля в Западной Сибири. Новосибирск, 2017. 116 с.

³Шаповал О.А., Можаров И.П., Коришунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.

⁴Бутов А.В., Мандрова А.А. Урожай, качество и сохранность картофеля при использовании регуляторов роста растений // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2 (45). С. 13–19.

⁵Карпиленко Г.П., Витол И.С., Гаврилина О.В. Препарат-фиторегулятор «Новосил» и его влияние на белково-протеиновый комплекс пивоваренного ячменя // Бутлеровские сообщения. 2013. Т.35. № 9. С. 78–83.

листовые подкормки макро- и микроэлементами, обеспечивающие быстрое и более полное усвоение питательных элементов растениями в критические периоды, прежде всего, в начале клубнеобразования и формирования урожая клубней⁶ [7]. При некорневой подкормке растения используют до 60–70% микроэлементов, в то время как при внесении в почву – всего несколько процентов [8]. Исследования подтверждают положительное влияние некорневых подкормок на рост, развитие растений картофеля, урожай и его качество [9–13]. В почвах Якутии содержание макро- и микроэлементов значительно ниже в сравнении с регионами, не имеющими многолетнемерзлых грунтов⁷. Поэтому изучение влияния регуляторов роста, макро- и микроэлементов на рост, развитие и урожайность картофеля в условиях Центральной Якутии имеет важное научно-практическое значение.

Цель исследования – изучить влияние регулятора роста Новосил и магниевоборного удобрения на рост, фотосинтетическую деятельность растений и урожайность клубней картофеля в условиях Центральной Якутии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на стационаре Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ЯНИИСХ) в условиях Центральной Якутии. Почва опытного участка мерзлотно-пойменная супесчаная с недостаточным содержанием в пахотном слое гумуса (1,8–2,2%), подвижных соединений магния (1,25 мг/100 г), микроэлементов молибдена (0,03 мг/кг), марганца (29,0 мг/кг), бора (0,30 мг/кг). Объектом исследования были растения и клубни районированного

сорта картофеля Якутянка. Учетная площадь делянки – 24,5 м², ширина защитной полосы – 5 м, размещение вариантов рендомизированное, повторность 4-кратная. Технология выращивания картофеля общепринятая для региона⁸. Вегетационный полив осуществляли в III декаде июня – I декаде июля по 350 м³/га.

Схема опыта включала шесть вариантов: 1) Контроль – опрыскивание водой, 2) Новосил, 3) Маг-Бор 5 г/л, 4) Маг-Бор 10 г/л, 5) Новосил + Маг-Бор 5 г/л, 6) Новосил + Маг-Бор 10 г/л. Опрыскивание растений проводили в начале цветения, в период массового цветения и через 7 дней после второй обработки с нормой расхода рабочей жидкости 3 л/100 м².

Фенологические наблюдения, учеты и анализы проводили по методике Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха⁹. Агрохимические анализы почвы проведены в аналитической лаборатории ЯНИИСХ и лаборатории Службы земледелия Республики Саха (Якутия). Площадь листьев и фотосинтетический потенциал (ФП) растений рассчитывали по методике А.А. Ничипоровича¹⁰. Влагообеспеченность вегетационного периода оценивали по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК)¹¹. В годы исследования сумма среднесуточных температур воздуха за вегетационный период (июнь – август) изменялась от 1451 до 1676° при норме 1443°, сумма осадков – от 60 до 187 мм при норме 127 мм, условия влагообеспеченности – от оптимальных (ГТК = 1,29) до сильной засухи (ГТК = 0,37). Экспериментальный материал обработан статистически

⁶Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П., Шеуджен А.Х., Агафонов Е.В., Белоусов Н.М., Егоров В.С., Подколзин А.И., Романенков В.А., Торшин С.П., Лапа В.В., Цыганов А.Р., Персикова Т.Ф., Елешев Р.Е., Сапаров А.С. Агрохимия: учебник. М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.

⁷Бойнов А.И. Северное земледелие: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Якутск, 2007. 232 с.

⁸Система ведения агропромышленного производства Республики Саха (Якутия) до 2005 г. / РАСХН. Сибирское отделение. Якутский НИИСХ. Новосибирск, 1999. 304 с.

⁹Методика исследований по культуре картофеля. М.: Колос, 1967. 263 с.

¹⁰Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожая). М.: Издательство Академии наук СССР, 1961. 136 с.

¹¹Зюидзе Е.К., Хомякова Т.В. Моделирование формирования влагообеспеченности территории Европейской России в современных условиях и основы оценки агроклиматической безопасности // Метеорология и гидрология. 2006. № 2. С. 98–105.

по методике Б.А. Доспехова¹² с использованием пакета прикладных программ¹³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обработка посадок картофеля регулятором роста Новосил раздельно и в комплексе с магниевым-борным удобрением в дозе 5 г/л повышала в сравнении с контролем массу растений на 91–113 г/куст (19–24%), площадь листьев на 1,6–2,2 тыс. м²/га (5–6%), ФП за вегетацию на 67–79 тыс. м² · сут/га (6–7%) (см. таблицу). В варианте Маг-Бор 5 г/л показатели роста и фотосинтетической деятельности растений повышались менее значительно (на 2–9%). В вариантах Маг-Бор 10 г/л и Новосил + Маг-Бор 10 г/л масса растений увеличивалась всего на 2–8%, площадь листьев и ФП были на уровне или меньше контроля. Наибольший вклад в изменчивость показателей вносили препараты (37–68%), менее значительный – погодные условия (7–26%) и взаимодействие факторов (3–33%).

Выявлена сильная прямая связь ($p < 0,01$) массы растений с их высотой и количеством в кусте ($r = 0,71...0,81$), площади листьев с высотой, количеством и массой растений ($r = 0,66...0,82$), значений ФП за вегетацию с высотой, количеством и массой растений ($r = 0,56...0,77$), площадью листьев ($r = 0,90$).

Коэффициент регрессии свидетельствует, что при увеличении массы куста в фазе цветения на 100 г (x) площадь листьев растений (y_1) повышалась на 1,9 тыс. м²/га (1). Разница между фактической и рассчитанной площадью листьев была не более $\pm 4,4\%$, что позволяет оперативно и точно прогнозировать площадь листьев по массе растений:

$$y_1 = 0,0190x + 26,017, \quad R^2 = 0,6919. \quad (1)$$

Урожайность клубней картофеля сорта Якутянка изменялась от 16,9 до 27,6 т/га ($V = 16\%$). В вариантах Новосил и Новосил + Маг-Бор 5 г/л она была больше контроля в среднем на 6,4–6,6 т/га (34–35%) (см. таблицу). Применение магниевым-борного удобрения в дозе 5 г/л повышало урожайность на 2,5 т/га (14%), в вариантах Маг-Бор 10 г/л и Новосил + Маг-Бор 10 г/л она была на уровне контроля ($-0,1$ т/га) или повышалась на 1,6 т/га (8,5%). В засушливых условиях урожайность в этих вариантах была ниже контроля на 0,5–0,9 т/га. Доля влияния препаратов на изменчивость урожайности составила 68%, погодных условий – 26%, взаимодействия факторов – 4%.

Корреляционный анализ выявил прямую связь ($p < 0,01$) урожайности клубней с высотой ($r = 0,68$), количеством ($r = 0,73$) и массой ($r = 0,93$) растений в кусте, площадью листьев ($r = 0,86...0,93$) и ФП за межфазные

Влияние регулятора роста Новосил и микроудобрения Маг-Бор на массу, площадь листьев растений, ФП и урожайность картофеля (среднее за 3 года)

Effect of Novosil growth regulator and Mag-Bor microfertilizer on potato weight, leaf area, FP and yield (3-year average)

Вариант	Масса растений в фазе цветения, г/куст	Площадь листьев в фазе цветения, тыс. м ² /га	ФП за вегетацию, тыс. м ² · сут/га	Урожайность, т/га
Контроль	476	35,3	1129	18,9
Новосил	589	37,3	1208	25,3
Маг-Бор 5 г/л	519	36,0	1155	21,4
Маг-Бор 10 г/л	485	34,9	1122	18,8
Новосил + Маг-Бор 5 г/л	567	36,9	1196	25,5
Новосил + Маг-Бор 10 г/л	513	35,6	1125	20,5

¹²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 386 с.

¹³Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП «РПО СО РАСХН», 2009. 222 с.

периоды ($r = 0,77...0,94$). Регрессионный анализ показал, что увеличение в фазе цветения сырой массы растений на 100 г/куст (x) вызывало повышение урожайности клубней (y_2) на 6,5 т/га:

$$y_2 = 0,0647 x - 12,28, R^2 = 0,8681. \quad (2)$$

Разница между фактической и рассчитанной урожайностью в среднем составила 5,4%, или 1,2 т/га, что дает возможность оперативно и с высокой точностью прогнозировать урожайность в фазе цветения по массе растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях Центральной Якутии обработка посадок картофеля регулятором роста Новосил массу растений увеличивает на 19–24%, площадь листьев и фотосинтетический потенциал – на 5–7%, магниевоборным удобрением (в дозе 5 г/л) – на 9 и 2% соответственно. Выявлена существенная прямая связь массы растений с их высотой и количеством в кусте ($r = 0,71...0,81$), а также площади листьев и значений ФП с высотой, количеством и массой растений ($r = 0,56...0,82$). Наибольший вклад в изменчивость показателей вносят препараты (37–68%), менее значительный – погодные условия и взаимодействие факторов (3–33%). Обработка растений картофеля регулятором роста Новосил и в комплексе с Маг-Бор 5 г/л повышает урожайность клубней в сравнении с контролем на 6,4–6,6 т/га (34–35%), магниевоборным удобрением в дозе 5 г/л – на 2,5 т/га (14%). В вариантах Маг-Бор 10 г/л и Новосил + Маг-Бор 10 г/л урожайность была на уровне контроля (–0,1 т/га) или повышалась на 1,6 т/га (8,5%). В засушливых условиях урожайность на указанных вариантах отмечена меньше контроля на 0,5–0,9 т/га. Доля влияния препаратов на изменчивость урожайности составила 68%, погодных условий – 26%, взаимодействия факторов – 4%. Рассчитаны уравнения регрессии, позволяющие оперативно и с высокой точностью прогнозировать площадь листьев и урожайность клубней по массе растений в фазе цветения. Разница между фак-

тическими и рассчитанными значениями составляла 4,4–5,4%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаповал О.А., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве // Защита и карантин растений. 2019. № 4. С. 9–14.
2. Агаронян А.Г., Саргисян С.М., Тер-Баян Н.Г. Совместное применение гербицидов и стимулятора роста на полях // Защита и карантин растений. 2020. № 12. С. 23–24.
3. Вильдфлуш И.Р., Цыганов А.Р., Мосур С.С. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность кукурузы // Плодородие. 2022. № 2. С. 16–18. DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.04.
4. Бондаренко А.Н., Костыренко О.В. Влияние внекорневого питания ростостимулирующими препаратами на урожайность и качество овощных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3 (63). С. 69–76. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-13.
5. Альберт М.А., Петров А.Ф., Шульга М.С., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. Особенности использования инновационных регуляторов роста при возделывании картофеля и сои в лесостепи Приобья // Инновации и продовольственная безопасность. 2022. № 2 (36). С. 45–51. DOI: 10.31677/2311-0651-2022-36-2-45-51.
6. Васильева С.В., Зейрук В.Н., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Барков В.А. Эффективность применения регуляторов роста растений на картофеле // Агрохимия. 2019. № 7. С. 45–51. DOI: 10.1134/S0002188119070135.
7. Черемисин А.И., Якимов И.А. Влияние некорневых подкормок на продуктивность оздоровленного исходного материала ранних сортов картофеля // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2018. № 4 (53). С. 199–204.
8. Gaj R., Borowski J. Effect of foliar fertilization with potassium and micronutrients on potato yield and quality // European Journal of Horticultural Science. 2020. Vol. 85 (6). P. 394–400. DOI: 10.17660/eJHS.2020/85.6.3.

9. Пахомова В.М., Даминова А.И. Хелатные микроудобрения с антиоксидантным эффектом // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 54–1 (55). С. 92–95.
10. Галеев Р.Р., Ковалев Е.А., Шульга М.С. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения микроэлементов в северной лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2021. № 1. С. 27–35. DOI: 10.31677/2072-6724-2021-58-1-27-35.
11. Черемисин А.И., Якимова И.А., Клинг А.П. Отзывчивость картофеля на обработку микроудобрениями при выращивании растений в теплице // Вестник Омского ГАУ. 2021. № 4 (44). С. 74–80. DOI:10.48136/2222-0364_2021_4_74.
12. Спиридонов А.М., Рачеева А.И., Бронштейн П.М. Влияние микроудобрений на урожайность и качество картофеля // Известия Горского государственного университета. 2023. Т. 60. № 2. С. 39–45. DOI: 10.54258/20701407_2023_60_2_39.
13. Савина О.В., Афиногенова С.Н. Влияние некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуматом на биометрические параметры роста и развития растений картофеля // Вестник РГАТУ. 2021. Т. 13. № 1. С. 59–66. DOI: 10.36508/RSATU.2021.49.1.009.
1. Shapoval O.A., Mozharova I.P. Plant growth regulators in agriculture. *Zashchita i karantin rastenii* = *Plant Protection and Quarantine*, 2019, no. 4, pp. 9–14. (In Russian).
2. Agaronyan A.G., Sargisyan S.M., Ter-Balyan N.G. Combined application of herbicides and growth stimulants in potato fields. *Zashchita i karantin rastenii* = *Plant Protection and Quarantine*, 2020, no. 12, pp. 23–24. (In Russian).
3. Vil'dflush I.R., Tsyganov A.R., Mosur S.S. Influence of organic, macro-, microfertilizers and growth regulator on photosynthetic activity of crops and corn productivity. *Plodorodie* = *Plodorodie*, 2022, no. 2, pp. 16–18. (In Russian). DOI: 10.25680/S19948603.2022. 125.04.
4. Bondarenko A.N., Kostyrenko O.V. Influence of foliar nutrition with growth-stimulating drugs on the yield and quality of vegetable crops. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*, 2021, no. 3 (63), pp. 69–76. (In Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-13.
5. Al'bert M.A., Petrov A.F., Shul'ga M.S., Galeev R.R., Kovalev E.A. Peculiarities of the use of innovative growth regulators in potato and soybean cultivation in the forest-steppe of the Priobye region. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'* = *Innovations and Food Safety*, 2022, no. 2 (36), pp. 45–51. (In Russian). DOI: 10.31677/2311-0651-2022-36-2-45-51.
6. Vasil'eva S.V., Zeiruk V.N., Derevyagina M.K., Belov G.L., Barkov V.A. Efficiency of plant growth regulators application on potatoes. *Agrokhimiya* = *Agrochemistry*, 2019, no. 7, pp. 45–51. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119070135.
7. Cheremisin A.I., Yakimova I.A. Influence of foliar feeding on productivity of the revitalized initial material of early potato varieties. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova* = *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*, 2018, no. 4 (53), pp. 199–204. (In Russian).
8. Gaj R., Borowski J. Effect of foliar fertilization with potassium and micronutrients on potato yield and quality. *European Journal of Horticultural Science*, 2020, vol. 85 (6), pp. 394–400. DOI: 10.17660/eJHS.2020/85.6.3.
9. Pakhomova V.M., Daminova A.I. Chelate microfertilizers with antioxidant effect. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2019, vol. 14, no. 54–1 (55), pp. 92–95. (In Russian).
10. Galeev R.R., Kovalev E.A., Shul'ga M.S. Yield and quality of potatoes depending on the application of microelements in the northern forest-steppe Ob in Novosibirsk. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*, 2021, no. 1, pp. 21–35. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2021-58-1-27-35.
11. Cheremisin A.I., Yakimova I.A., Kling A.P. Responsiveness of potatoes to microfertilizer treatment in greenhouse cultivation. *Vestnik Omskogo GAU* = *Vestnik of Omsk SAU*,

- 2021, no. 4 (44), pp. 74–80. (In Russian). DOI: 10.48136/2222-0364_2021_4_74.
12. Spiridonov A.M., Racheeva A.I., Bronshtein P.M. Effect of microfertilizers on potato yield and quality. *Izvestiya Gorskogo Gosudarstvennogo Universiteta = Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, 2023, vol. 60, no. 2, pp. 39–45. (In Russian). DOI: 10.54258/20701407_2023_60_2_39.
13. Savina O.V., Afinogenova S.N. The effect of top dressing with integrated microfertilizers and humate on biometric parameters of growth and development of potato plants. *Vestnik RGATU = Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*, 2021, vol. 13, no. 1, pp. 59–66. (In Russian). DOI: 10.36508/RSATU.2021.49.1.009.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ Слепцова Т.В., научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 677001, Республика Саха (Якутия), Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1; e-mail: SlepsovaTV@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Tatyana V. Sleptsova**, Researcher; **address:** 23/1, Bestuzheva-Marlinskovo St., Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia; e-mail: SlepsovaTV@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 14.07.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 29.08.2023
Дата публикации / Published 20.11.2023