

Зависимость урожайности и качества клубней картофеля от действия регулятора роста в предгорной зоне РСО-Алания

Л. П. Икоева¹✉

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

✉E-mail: ikoeval@bk.ru

Аннотация. Цель работы заключалась в изучении зависимости урожайности и качества клубней картофеля среднераннего сорта Невский от действия регулятора роста «Эпин-Экстра» на основании результатов полевых опытов. **Методы.** Исследования проводились по общепринятым методикам в течение 2019–2021 гг. по поставленным задачам на опытном участке Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук, расположенном в предгорной зоне РСО-Алания. Почва на опытном участке – выщелоченный чернозем, тяжелосуглинистый, средней мощности, подстилаемый галечником. **Результаты** исследования урожайности и качественных показателей клубней свидетельствуют о положительном влиянии регулятора роста «Эпин-Экстра» на картофель сорта Невский в предгорной зоне РСО-Алания по всем вариантам опыта. Предпосевная обработка клубней регулятором роста «Эпин-Экстра» в дозе 10 мл/т и внекорневая обработка посевов опрыскиванием в фазу бутонизации регулятором роста «Эпин-Экстра» в дозе 60 мл/га (комплексная обработка) способствовали формированию наиболее высокой урожайности – 29,6 т/га, товарность – 88,0 %. Наилучшие качественные показатели клубней наблюдались при комплексной обработке картофеля. Так, содержание сухого вещества составило 22,2 %, крахмала – 12,9 %, витамина С – 10,4 мг%, при этом отмечено наименьшее содержание нитратов – 89 мг/кг. Оценка экономической эффективности показывает, что затраты на производство картофеля окупались на всех вариантах опыта. Наиболее высокий уровень рентабельности – 290,8 % – отмечен при комплексной обработке картофеля. **Научная новизна.** Впервые в условиях предгорной зоны РСО-Алания исследовано влияние регулятора роста «Эпин-Экстра» на урожайность и качество клубней картофеля среднераннего сорта Невский. **Практическая значимость.** На основании результатов исследования при производстве картофеля в предгорной зоне РСО-Алания может быть рекомендовано применение регулятора роста «Эпин-Экстра» как эффективного и экологически безопасного агроприема, обеспечивающего повышение урожайности и качество клубней картофеля.

Ключевые слова: картофель, сорт Невский, регулятор роста, «Эпин-Экстра», урожайность, качество клубней, сухое вещество, крахмал, аскорбиновая кислота (витамин С).

Для цитирования: Икоева Л. П. Зависимость урожайности и качества клубней картофеля от действия регулятора роста в предгорной зоне РСО-Алания // Аграрный вестник Урала. 2023. № 03 (232). С. 13–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-13-21.

Дата поступления статьи: 26.11.2022, **дата рецензирования:** 16.01.2023, **дата принятия:** 03.02.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Урожай картофеля имеет большое экономическое значение во всем мире. Картофель является по значимости четвертой культурой после риса (*Oryza sativa* L.), пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и кукурузы (*Zea mays* L.), которые вносили вклад в мировую продовольственную безопасность [5, с. 85; 8, с. 55; 20, с. 375]. Картофель – дешевый источник энергии благодаря высокому содержанию углеводов (от 13

до 23 %), витаминов В и С, макроэлементов (калия, натрия, кальция, магния, фосфора) и микроэлементов (цинка, фтора, железа, йода, меди, марганца) [19, с. 1; 22, с. 4575]. Помимо того, что картофель является продуктом питания, он также используется в промышленности для производства пищевых продуктов, алкоголя, крахмала, кормов для животных и для производства биотоплива [19, с. 1; 22, с. 4575].

Системы земледелия, состоящие из различных агрономических приемов, таких как обработка почвы, управление питательными веществами и севооборот, значительно влияют на продуктивность и качество клубней картофеля. Из-за своей неглубокой корневой системы картофель нуждается в достаточном запасе питательных веществ для поддержания жизнеспособности клубней и прибавки урожайности. Поэтому в последние годы неотъемлемым элементом высокоэффективных технологий в картофелеводстве является избыточное применение химических средств (минеральных удобрений, ядохимикатов, гербицидов и др.) [1, с. 45; 5, с. 85; 6, с. 362; 7, с. 640; 15, с. 59; 17, с. 117]. Применение альтернативных агротехнологических методов, в частности обработка клубней и опрыскивание во время вегетации вегетативной массы растений биопрепаратами (регуляторами роста растений), способствуют снижению пестицидной нагрузки и повышению качества растениеводческой продукции [1, с. 45; 3, с. 103; 6, с. 362; 8, с. 55; 9, с. 26; 12, с. 28; 14, с. 18; 16, с. 30; 18, с. 77]. Регуляторы роста стимулируют жизненные процессы в растениях, улучшая их стрессоустойчивость и здоровье, что приводит к более высокому и качественному урожаю. Регуляторы роста могут улучшить биохимические показатели клубней и повысить устойчивость картофеля к неблагоприятным условиям внешней среды или патогенам [1, с. 45; 3, с. 103; 6, с. 362; 8, с. 55; 9, с. 26; 12, с. 28; 14, с. 18; 16, с. 30; 18, с. 77; 19, с. 1; 20, с. 375; 21, с. 1481; 22, с. 4575]. Кроме того, биостимуляторы снижают потребность в удобрениях [20, с. 375; 21, с. 1481; 22, с. 4575].

Поэтому во многих странах регуляторы роста успешно включаются в комплекс мер по выращиванию и повышению качественных показателей картофеля [1, с. 45; 3, с. 103; 6, с. 362; 8, с. 55; 9, с. 26; 12, с. 28; 14, с. 18; 16, с. 30; 18, с. 77; 19, с. 1; 20, с. 375; 22, с. 4575].

Однако было бы неверно предполагать, что регуляторы роста вызывают у растений новые иммунные свойства. Действие этих веществ ограничено генотипическими особенностями растений и проявляется только при фитоиммунной коррекции собственного иммунитета [20, с. 375; 22, с. 4575].

Брассиностероиды (БР) представляют собой особую группу стероидных фитогормонов, играющих важную роль в росте и развитии растений, регулирующих различные процессы, такие как удлинение клеток, деление клеток, фотоморфогенез, дифференцировка ксилемы и репродукция, а также реакции на абиотические и биотические стрессы [3, с. 107; 9, с. 96; 12, с. 113; 18, с. 77; 21, с. 1481].

Рядом исследователей изучена в различных почвенно-климатических условиях эффективность регуляторов роста на посадках разных сортов кар-

тофеля [1, с. 45; 3, с. 103; 6, с. 362; 8, с. 55; 9, с. 26; 12, с. 28; 14, с. 18; 16, с. 30; 18, с. 77].

Использование стимуляторов роста позволяет не только повысить урожайность семенных клубней с гектара, но и решить ее экологически безопасным способом. Учитывая значительное количество ростостимулирующих препаратов и их чувствительность к почвенно-климатическим условиям в случае применения, важно проведение широкого круга зональных исследований для выбора наиболее эффективных стимуляторов роста в условиях предгорной зоны РСО-Алания.

Цель исследования – изучить зависимость урожайности и качества клубней картофеля среднераннего сорта Невский от действия регулятора роста «Эпин-Экстра» в условиях предгорной зоны РСО-Алания.

Задачи исследования:

1) выявить влияние регулятора роста «Эпин-Экстра» на урожайность и качество клубней картофеля сорта Невский;

2) дать экономическую и энергетическую оценку применения на посадках картофеля сорта Невский регулятора роста «Эпин-Экстра».

Методология и методы исследования (Methods)

Эксперимент выполнялся на опытном участке Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук в условиях предгорной зоны РСО-Алания в 2019–2021 гг. на травопольном севообороте.

Почва опытного участка – выщелоченный чернозем средней толщины со средним содержанием гумуса в пахотном слое (6,3 %) и средним суглинком, подстилаемый галечником. Верхний слой почвы характеризовался слабокислой реакцией (рН ~5,48 %). Содержание питательных элементов в почве колеблется в следующем диапазоне: валовых форм калия – 1,6–2,3 %, фосфора – 0,20–0,30 %, азота – 0,24–0,45 %; легкогидролизуемого азота по Тюрину – Кононовой – 4–10, обменного калия по Масловой – 15–16, подвижного фосфора по Чирикову – 5–14 мг/100 г почвы [9, с. 26].

Погодные условия в период роста картофеля были разными. 2019 г. – засушливый. В период роста клубней картофеля в отдельные дни июня, июля и августа температура воздуха достигала +45 °С, а температура почвы на глубине 0,05–0,15 м поднималась до +30,1...+32,4 °С, погодные условия в целом неблагоприятные. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,9. 2020 г. – прохладный и умеренно влажный (ГТК = 1,0), тогда как 2021 г. – теплый и с обильными осадками (ГТК ~1,21), то есть достаточно благоприятный для возделывания картофеля.

Схема эксперимента включала следующие варианты:

вариант I – без применения регулятора роста «Эпин-Экстра» (контроль);

вариант II – предпосадочная обработка клубней 20 мл/т регулятором роста «Эпин-Экстра»;

вариант III – внекорневая обработка посевов опрыскиванием листьев в фазу бутонизации 120 мл/га регулятором роста «Эпин-Экстра»;

вариант IV – предпосадочная обработка клубней 10 мл/т регулятором роста «Эпин-Экстра» + внекорневая обработка посевов опрыскиванием листьев в фазу бутонизации 60 мл/га регулятором роста «Эпин-Экстра» [9, с. 26].

Размещение вариантов по делянкам опытного участка осуществлялось методом рандомизированных повторений. Учетная площадь делянки – 13,9 м². Повторность в опыте трехкратная.

В научном севообороте предшественником картофеля была озимая пшеница.

Предмет исследований – среднеранний сорт картофеля Невский, созданный на основе селекции сорта Кандидат и сорта Веселовский в НИИСХ Северо-Западных районов в 1976 г. Этот сорт с отличными вкусовыми качествами отличается уникальной способностью за счет мощной корневой системы выживать в различных климатических условиях, то есть легко переносит высокие температуры и дождливые периоды. Форма клубней продолговато-округлая, кожуха – тонкая гладкая бледно-желтого цвета с заметными розоватыми глазками. Мякоть клубня нежно-белого цвета. Показатель лежкости – 95 %. Урожайность сорта высокая – 27–38 т/га. Содержание в клубнях сухого вещества – 20–24 %, крахмала – 10–13 %. Имеет хороший иммунитет к таким заболеваниям, как фитофтороз, черная ножка, рак картофеля, фузариоз, парша обыкновенная.

Объект исследования – регулятор роста «Эпин-Экстра» с 24-эпибрасинолидом в качестве действующего вещества в концентрации 0,025 г/л, обеспечивающий высокий уровень иммунитета растений. 24-эпибрасинолид является ключевым регулятором многих аспектов роста и развития растений, включая деление и растяжение клеток, дифференцировку, тропизмы, апикальное доминирование, старение, абсциссию и цветение, функционирование фотосинтетического аппарата растений, синтез белков, ингибирование расщепления липидов, также уменьшает негативное воздействие тяжелых металлов (кадмия, меди, цинка, свинца) [5, с. 103]. Биопрепарат предназначен как для обработки семенных клубней картофеля перед посадкой, так и для листовой подкормки в период бутонизации. Регулятор роста, повышающий устойчивость к различным болезням растений (парша, фитофтороз, бактериоз и фузариоз), способствует увеличению на 15–20 % урожайности, товарности, а также улучшению качества клубней картофеля.

В опытах применялась агротехника, которая рекомендована для возделывания картофеля в пред-

горной зоне РСО-Алания [4, с. 6; 7, с. 640; 8, с. 55]. Посадка клубней картофеля проводилась во второй декаде апреля: ширина междурядий – 70 см, густота посадки – 57 тыс./га, глубина заделки клубней – 6–8 см, длина между кустами – 25 см. Уход за посадками картофеля включал две междурядные обработки, окучивание, обработку при необходимости против колорадского жука и фитофторозы. Предпосевная обработка клубней картофеля и внекорневая обработка растений стимулятором роста проводились ранцевым опрыскивателем в соответствии со схемой опыта. Уборку урожая картофеля осуществляли методом сплошного выкапывания клубней на делянках во второй декаде сентября.

Урожай оценивали путем взвешивания всех клубней с участка в соответствии с методикой исследования НИИКХ [10, с. 4]. Содержание сухого вещества в течение всего периода вегетации определяли термогравиметрическим методом [6, с. 362]. Биохимический анализ клубней картофеля проводили на содержание крахмала – метод кислотного гидролиза [6, с. 362]; аскорбиновой кислоты – метод Мурри [6, с. 362].

Расчет экономической эффективности проводили по методике испытаний регуляторов роста и развития растений в открытом и защищенном грунте [11, с. 6].

Экспериментальные данные были обработаны статистически в соответствии с общепринятыми методами с применением компьютерных программ Snedekor, Microsoft Excel [5, с. 6].

Результаты (Results)

Основным критерием эффективности регулятора роста является получаемый уровень урожайности. Исследования показали, что применение регулятора роста «Эпин-Экстра» на последнем этапе микрораспределения и обработки растущих растений в фазе бутонизации оказало определенное влияние на физиологические и биохимические процессы и в конечном счете на продуктивность исследуемого сорта.

Результаты по влиянию обработок на урожайность клубней представлены в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показывает, что урожайность клубней при всех обработках значительно превышала урожайность картофеля на контроле. Продуктивность на контрольном варианте составила в среднем 19,3 т/га, в то время как при предпосевной обработке клубней картофеля – 24,8 т/га, или на 5,5 т/га больше контрольного варианта при товарности 84,1 %. При опрыскивании растений картофеля в фазе бутонизации повышение составило 4,2 т/га, или 21,8%. Однако формированию более высокого урожая способствовала комплексная обработка: урожайность составила 29,6 т/га, товарность – 88,0 %, что на 10,3 т/га больше контроля, на 4,8 т/га больше II варианта и на 6,1 т/га – III варианта.

Таблица 1
Влияние регулятора роста «Эпин-Экстра» на урожайность картофеля сорта Невский (в среднем за три года)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Товарность, %
I	19,3	–	80,0
II	24,8	+5,5	84,1
III	23,5	+4,2	83,9
IV	29,6	+10,3	88,0
HCP ₀₅	4,1		

Table 1
Influence of the growth regulator “Epin-Ekstra” on the yield of potatoes of the Nevskiy variety (on average for three years)

Version	Productivity, t/ha	Increase, t/ha	Marketability, %
I	19.3	–	80.0
II	24.8	+5.5	84.1
III	23.5	+4.2	83.9
IV	29.6	+10.3	88.0
LSD ₀₅	4.1		

Таблица 2
Влияние регулятора роста «Эпин-Экстра» на химический состав клубней картофеля сорта Невский (в среднем за три года)

Вариант	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/к г
I	20,0	10,1	10,2	104
II	21,8	12,6	10,6	96
III	21,0	12,4	9,5	98
IV	22,2	12,9	10,4	89

Table 2
Influence of the growth regulator “Epin-Ekstra” on the chemical composition of potato tubers of the Nevskiy variety, g/bush (on average for three years)

Version	Dry matter, %	Starch, %	Vitamin C, mg%	Nitrates, mg/kg
I	20.0	10.1	10.2	104
II	21.8	12.6	10.6	96
III	21.0	12.4	9.5	98
IV	22.2	12.9	10.4	89

Анализ структуры урожая показал, что масса клубней картофеля сорта Невский с куста в зависимости от типа эксперимента колебалась от 650 до 836 г. В структуре урожая в основном преобладали клубни крупной фракции, их доля в урожае составила 56 %.

Качество клубней является комплексным показателем, который формируется в процессе выращивания картофеля и зависит от сорта, почвенно-климатических условий и методов ведения сельского хозяйства [7, с. 640; 8, с. 55].

Содержание сухого вещества является показателем количества фотосинтетических накоплений в растении и его способности поглощать элементы, а также важным фактором, определяющим качество клубней.

Анализ литературных данных показал, что максимальное количество сухих веществ и крахмала наблюдается несколько раньше до окончания периода вегетации картофеля [2, с. 3; 9, с. 26; 15, с. 30].

Технологические свойства клубней картофеля изученного сорта обусловлены содержанием сухого вещества, крахмала и витамина С в клубнях (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что наибольшее содержание сухого вещества – на варианте при комплексной обработке клубней и растений (22,2 %), минимум – при опрыскивании растений на варианте III (21,0 %).

На крахмалистость клубней влияют многие факторы: уровень плодородия почвы, удобрения, температура, влажность, агротехнические приемы.

Экономическая эффективность применения регулятора роста «Эпин-Экстра» на посадках картофеля сорта Невский (в среднем за три года)

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость затрат на 1 га, тыс. руб.	Стоимость картофеля в ценах реализации, тыс. руб.	Прибыль от реализации, тыс. руб.	Рентабельность, %
I	19,3	275,1	772	496,9	180,6
II	24,8	288,3	992	703,7	244,1
III	23,5	280,3	940	659,7	235,4
IV	29,6	305,5	1184	888,5	290,8
НСР ₀₅	4,1				

Примечание. Реализационная цена картофеля – 40 рублей за 1 кг.

Table 3

Economic efficiency of the use of the growth regulator "Epin-Ekstra" on plantings potato tubers of the Nevskiy variety (on average for three years)

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, %
I	19.3	275.1	772	496.9	180.6
II	24.8	288.3	992	703.7	244.1
III	23.5	280.3	940	659.7	235.4
IV	29.6	305.5	1184	888.5	290.8
LSD ₀₅	4.1				

Note. The selling price of potatoes is 40 rubles per 1 kg.

Крахмалистость (таблица 2) клубней картофеля в зависимости от обработки регулятором роста «Эпин-Экстра» варьировала от 12,4 до 12,9 %. Максимальное содержание крахмала получено на II и IV вариантах опыта (12,6 и 12,9 % соответственно). Содержание крахмала в клубнях картофеля, обработанных регулятором роста в фазу бутонизации (вариант III), ниже других вариантов (12,4 %), но выше контрольного варианта (10,1 %).

Из литературных источников [7, с. 640; 8, с. 55; 9, с. 26] известно, что в клубнях картофеля невысокое содержание аскорбиновой кислоты, однако при употреблении в больших количествах в течение года в условиях РСО-Алания картофель может являться одним из источников витамина С. На содержание аскорбиновой кислоты в свежесобранных клубнях картофеля существенное влияние оказывает динамика изменения ее концентрации в клубнях в течение вегетационного периода. Эти изменения в большинстве случаев являются следствием реакции сортов картофеля на климатические условия и агротехнические приемы.

Содержание витамина С в картофеле за годы исследований в зависимости от способа обработки регулятором роста «Эпин-Экстра» сильно различалось, его среднее содержание составляло 9,5–10,6 мг/т%. По экспериментальным данным лучшие показатели витамина С были у клубней картофеля при комплексной обработке регулятором роста (10,4 мг%).

Содержание нитратов в растениях является естественным процессом и в большей степени зависит от количества и соотношения минеральных элементов в почве, погоды, агротехнических приемов и сортов картофеля. Накопление нитратов в растениях является следствием метаболических нарушений, в результате чего поглощенный азот не полностью используется в синтезе аминокислот, а позже и в синтезе белков, то есть не все поглощенные нитраты восстанавливаются до аммиака. Поэтому наличие нитратов в сельскохозяйственной продукции не вызывает опасений. Другой вопрос, в каких количествах присутствуют эти вещества, так как если они накапливаются в клубнях выше нормы ПДК, то могут нанести вред здоровью человека [21, с. 1481]

Содержание нитратов в клубнях картофеля исследуемого сорта – ниже уровня ПДК (допустимая норма содержания нитратов – до 250 мг/кг) по всем вариантам опыта, однако наибольшее накопление нитратов отмечено на контрольном варианте (104 мг/кг) и с обработкой во время бутонизации (94 мг/кг).

Таким образом, результаты исследований показали, что регулятор роста «Эпин-Экстра» обладает высокой биологической активностью, что способствует более полной реализации генетического потенциала картофеля. Это проявлялось в усилении роста и развитии растений, что приводило к повышению урожайности, содержания крахмала, сухого вещества, витамина С и снижению нитратов в клубнях картофеля сорта Невский.

Оценка экономической эффективности применения регулятора роста «Эпин-Экстра» на посадках картофеля сорта Невский представлена в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, стоимость затрат на 1 га в варианте IV по сравнению с контролем увеличилась на 30,4 тыс. руб., или на 11,05 %, но при этом прибыль составила 888,5 тыс. руб., что на 28,8 % больше контроля, а уровень рентабельности – 290,8 %. Самые низкие затраты были в опытном варианте III, где опрыскивали растения картофеля регулятором роста в фазе бутонизации: 280,3 тыс. руб., что на 5,2 тыс. руб. больше контроля, но меньше II и IV опытных вариантов на 8,0 и 25,2 тыс. руб. соответственно при уровне рентабельности 235,4% против 244,1 и 290,8% соответственно.

Таким образом, на основании расчета экономической эффективности установлено, что затраты по всем опытным вариантам окупаются, но наиболее прибыльным оказался IV вариант (комплексная обработка), уровень рентабельности составил 290,8 %, что на 110,2 % больше контрольного варианта и на 46,7 и 55,4 % больше, чем на II и III опытных вариантах соответственно.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Регулятор роста «Эпин-Экстра» по всем опытным вариантам повышает урожайность и качество

клубней картофеля в условиях предгорной зоны РСО-Алания. Установлено, что урожайность картофеля увеличивается по сравнению с контрольным вариантом на 4,2–10,3 т/га по всем вариантам опыта. Наиболее высокая урожайность 29,6 т/га, товарность 88,0 % отмечены при предпосадочной обработке клубней регулятором роста «Эпин-Экстра» в дозе 10 мл/т и обработке посевов опрыскиванием в фазу бутонизации регулятором роста «Эпин-Экстра» в дозе 60 мл/га (комплексная обработка). Наилучшие качественные показатели клубней наблюдались при комплексной обработке картофеля: так, содержание сухого вещества составило 22,2 %, крахмала – 12,9 %, витамина С – 10,4 мг%, при этом отмечено наименьшее содержание нитратов – 89 мг/кг.

Таким образом, применение регулятора роста «Эпин-Экстра» в условиях предгорной зоны РСО-Алания при предпосадочной обработке клубней и внекорневой обработке посевов опрыскиванием листьев в фазу бутонизации на посадках картофеля сорта Невский является эффективным и экологически безопасным перспективным агротехническим приемом, обеспечивающим повышение урожайности и качество клубней картофеля.

Библиографический список

1. 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.
2. Вечер А. С., Гончарик М. Н. Физиология и биохимия картофеля. Москва: Наука и техника, 1973. 264 с.
3. Головацкая И. Ф., Бендер О. Г., Ефимова М. В., Бойко Е. В., Малофий М. К., Мурган О. К., Плюснин И. Н. Роль экзогенных стероидных фитогормонов в регуляции функционирования фотосинтетического аппарата // Актуальные проблемы картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Томск, 2018. С. 103–107.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Евстратова Л. П., Кузнецова Л. А., Николаева Е. В. Комплексная оценка урожайности и экологической адаптивности селекционного материала картофеля для использования в региональной технологии возделывания культуры // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86). С. 85–90. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-86-6-85-90.
6. Жевора С. В. Применение регуляторов роста и орошения на картофеле в регионах с неустойчивым увлажнением // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. Т. 14. № 4. С. 362–373. DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-362-373.
7. Икоева Л. П., Хаева О. Э. Действие микроудобрения «Агро Мастер» на урожайность и качество клубней картофеля // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 5 (105). С. 640–648.
8. 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.
9. 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.
10. Методика исследований по культуре картофеля НИИКХ. Москва: Агропромиздат, 1967. 114 с.
11. Паршин В. А., Оконов М. М., Бакинова Т. И. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Элиста: Джангар, 1997. 160 с.
12. Плеханова Л. П., Булдаков С. А. Эффективность действия биопрепаратов и фунгицидов против болезней растений, клубней картофеля и их влияние на урожайность // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 9 (87). Часть 2. С. 28–33. DOI: 10.23670/IRJ.2019.87.9.031.

13. Пузина Т. И., Макеева И. Ю. Интенсивность фотосинтеза и транспорт ассимилятов у *Solanum tuberosum* под действием 2,4-эпибрассинолида // *Сельскохозяйственная биология*. 2022. Т. 57. № 1. С. 113–121. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.113rus.
14. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2018. № 3 (43). С. 18–22.
15. Сердеров В. К., Караев М. К., Атамов Б. К. Возделывание сортов картофеля для промышленной переработки // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2020. № 3. С. 59–61. DOI: 10.30850/vrsn/2020/3/59-61.
16. 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: 03.10.2022).
17. 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.
18. 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: 09.02.2022).
19. Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Hamouz K. The effect of growth regulators and a biostimulator on the health status, yield and yield components of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) // *Gesunde Pflanzen*. 2020. Vol. 70. Pp. 1–11. DOI: 10.1007/s10343-017-0407-7.
20. Kołodziejczyk M., Gwóźdź K. Effect of plant growth regulators on potato tuber yield and quality. *Plant, Soil and Environment*. 2022. № 8 (68). Pp. 375–381. DOI: 10.17221/215/2022-PSE.
21. Uromova I. P., Kuposova N. N., Dabahova E. V., Shtyrlina O. V., Shtyrlin D. A. Brassinosteroids as a factor of photosynthetic activity increase of improved potatoes biosci // *Biosciences Biotechnology Research Asia*. 2015. Vol. 12. № 2. Pp 1481 – 1485.
22. 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.

Об авторе:

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

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

Dependence of yield and quality of potato tubers on the action of a growth regulator in the foothill zone of the Republic of North Ossetia-Alania

L. P. Ikoeva¹✉

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

✉E-mail: ikoeval@bk.ru

Abstract. The aim of the work was to study the effect of the growth regulator “Epin-Ekstra” on the yield and quality indicators of potato tubers Nevskiy variety by the results of field experiments. **Methods.** The studies on the set objectives were carried out of the conditions in the foothill zone of the Republic of North Ossetia-Alania on the experimental section of the North Caucasus Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” on according to generally accepted methods during 2019–2021. The soil of the experimental plot is leached, heavy

loam, medium thickness, underlain by pebbles. **Results.** The results of the study of the yield of potato Nevskiy variety testify to the positive impact of the growth regulator “Epin-Ekstra” in the conditions of the foothill zone of the Republic of North Ossetia-Alania. Pretreatment of tubers with the growth regulator “Epin-Ekstra” (10 ml/t) and treatment of crops by spraying in the phase of budding growth regulator “Epin-Ekstra” (60 ml/ha) contributed to the formation of the highest yield – 29.6 t/ha, 88,0 % marketability, which is 10,3 t/ha more than control, 4.8 t/ha more than in variant II and 6.1 t/ha – variant III. The best qualitative indicators of potato tubers were observed at complex processing: the content of dry matter – 22.2 %, starch – 12.9 %, vitamin C – 10.4 mg%. The lowest nitrate content of 89 mg/kg in tubers of Nevskiy potato variety was observed in the pre-budding treatment of tubers and the treatment of crops in the phase of budding with the growth regulator “Epin-Ekstra”. Calculations of economic efficiency show that the costs are recouped in all variants of the experience. The highest level of profitability 290.8 %. Cancelled at the complex treatment, which is 110.2 % more than the control variant. **Scientific novelty.** For the first time in the foothill zone of the Republic of North Ossetia-Alania the effect of the growth regulator “Epin-Ekstra” on the yield and quality of tubers of Nevskiy potato variety was studied. **Practical significance.** The conducted studies allow us to recommend the use of an effective growth stimulant “Epin-Ekstra” in potato pre-planting treatment at a dose of 10 ml/t and when spraying the leaves of plants at a dose of 60 ml/ha in the phase of budding, as environmentally safe and low-cost agricultural practices that ensure increased productivity and quality of potato tubers of the conditions in the foothill zone of the Republic of North Ossetia – Alania.

Keywords: potato, variety Nevskiy, growth regulator, “Epin-Ekstra”, yield, quality of tubers, dry matter, starch, ascorbic acid (vitamin C).

For citation: Ikoeva L. P. Zavisimost' urozhaynosti i kachestva klubney kartofelya ot deystviya regul'yatora rosta v predgornoy zone RSO-Alaniya [Dependence of yield and quality of potato tubers on the action of a growth regulator in the foothill zone of the Republic of North Ossetia-Alania] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 03 (232). Pp. 13–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-232-03-13-21.

Date of paper submission: 26.11.2022, **date of review:** 16.01.2023, **date of acceptance:** 03.02.2023.

References

1. Vasil'eva, S. V., Zeyruk V. N., Derevyagina M. K., Belov G. L., Barkov V. A. Effektivnost' primeneniya regul'yatorov rosta rasteniy na kartofele [Efficiency of plant growth regulators application on potato] // Agricultural Chemistry. 2019. No. 7. Pp. 45–51. DOI: 10.1134/S0002188119070135. (In Russian.)
2. Vecher A. S., Goncharik M. N. Fiziologiya i biokhimiya kartofelya [The physiology and biochemistry of potatoes]. Moscow: Nauka i tekhnika, 1973. 264 p. (In Russian.)
3. Golovatskaya I. F., Bender O. G., Efimova M. V., Boyko E. V., Malofiy M. K., Murgan O. K., Plyusnin I. N. Rol' ekzogenykh steroidnykh fitogormonov v regul'yatsii funktsionirovaniya fotosinteticheskogo apparata rasteniy [The role of exogenous steroid phytohormones in the regulation of the functioning of the photosynthetic apparatus of plants] // Aktual'nye problemy kartofelevodstva: fundamental'nye i prikladnye aspekty: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Tomsk, 2018. Pp. 103–107. (In Russian.)
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Technique of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
5. Evstratova L. P., Kuznetsova L. A., Nikolaeva E. V. Kompleksnaya otsenka urozhaynosti i ekologicheskoy adaptivnosti selektsionnogo materiala kartofelya dlya ispol'zovaniya v regional'noy tekhnologii vozdel'yvaniya kul'tury [Comprehensive assessment of productivity and ecological adaptability of potato breeding material for use in regional technology cultivation] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 6 (86). Pp. 85–90. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-86-6-85-90. (In Russian.)
6. Zhevora S. V. Primenenie regul'yatorov rosta i orosheniya na kartofele v regionakh s neustoychivym uvlazhneniem [The application of growth and irrigation regulators on potatoes in regions with unstable moisture] // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2019. Vol. 14. No. 4. Pp. 362–373. DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-362-373. (In Russian.)
7. Ikoeva L. P., Khaeva O. E. Deystvie mikroudobreniya “Agro Master” na urozhaynost' i kachestvo klubney kartofelya [The effect of the microfertilizer «Agro-master» on the yield and quality of potato tubers] // Scientific Life. 2020. Vol. 15. No. 5 (105). Pp. 640–648. (In Russian.)
8. 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. (In Russian.)

9. 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.)
10. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya NIIKKh. [Methodology of research on potato culture Research Institute of Potato Farming]. Moscow: Agropromizdat, 1967. 114 p. (In Russian.)
11. Parshin V. A., Okonov M. M., Bakinova T. I. Bioenergeticheskaya otsenka tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. [Bioenergetic assessment of technologies of cultivation of agricultural crops]. Elista: Dzhangar, 1997. 160 p. (In Russian)
12. Plekhanova L. P., Buldakov S. A. Effektivnost' deystviya biopreparatov I fungitsidov protiv bolezney rasteniy, klubney kartofelya I ikhv liyanie na urozhaynost' [The effectiveness of action of biological preparation and fungicidal agents against plant diseases, potatoes tuber and their influence on productivity of land] // International Research Journal. 2019. No. 9 (87). Ch. 2. Pp. 28–33. DOI: 10.23670/IRJ.2019.87.9.031. (In Russian.)
13. Puzina T. I., Makeeva I. Yu. Intensivnost' fotosintezai transport assimilatorov u Solanum tuberosum pod deystviem 2,4-epibrassinolida [Intensity of photosynthesis and transport of assimilates in Solanum tuberosum under the action of 24-epibrassinolide] // Agricultural Biology. 2022. Vol. 57. No. 1. Pp. 113–121. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.113rus. (In Russian.)
14. Sabirova T. P., Sabirov R. A. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The influence of biological products on the productivity of agricultural crops] // Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2018. No 3 (43). Pp. 18–22. (In Russian.)
15. Serderov V. K., Karaev M. K., Atamov B. K. Vozdeystviye 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.)
16. Starovoytova O. A., Starovoytov V. I., Manokhina A. A., Boyko Yu. P., Masyuk Yu. A. Vliyanie sredovykh faktorov so snizheniem pestitsidnoy nagruzki na formirovaniye urozhaya kartofelya [Influence of environmental factors on the decrease of pesticide effect on potato yield] // Agricultural Engineering. 2019. No. 2 (90). Pp. 30–34. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sredovykh-faktorov-so-snizheniem-pestitsidnoy-nagruzki-na-formirovaniye-urozhaya-kartofelya> (date of reference: 03.10.2022). (In Russian.)
17. Tanakov N. T., Sakibaev K. Sh., Israilova G. S., Zhanturaeva B. T. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' 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.)
18. 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: 09.02.2022). (In Russian.)
19. Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Hamouz K. The effect of growth regulators and a biostimulator on the health status, yield and yield components of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) // Gesunde Pflanzen. 2020. Vol. 70. Pp. 1–11. DOI: 10.1007/s10343-017-0407-7.
20. Kołodziejczyk M., Gwóźdź K. Effect of plant growth regulators on potato tuber yield and quality. Plant, Soil and Environment. 2022. № 8 (68). Pp. 375–381. DOI: 10.17221/215/2022-PSE.
21. Uromova I. P., Kuposova N. N., Dabahova E. V., Shtyrlina O. V., Shtyrlin D. A. Brassinosteroids as a factor of photosynthetic activity increase of improved potatoes biosci // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. No. 2. Pp 1481 – 1485.
22. 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.

Author's 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

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