

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПУТЁМ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

А.Ф. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

М.С. Шульга, директор учебного хозяйства «Практик»

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.В. Гаврилец, начальник информационно-аналитического и патентного отдела

О.Н. Колбина, магистрант

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: Petrov190378@mail.ru

Ключевые слова: биопрепараты, органоминеральные удобрения, стимуляторы роста, картофель, урожайность, качество продукции.

Реферат. Изложен опыт применения различных органоминеральных стимуляторов роста на картофеле в условиях лесостепи Западной Сибири. В процессе выполнения работы были использованы новые перспективные препараты, применение которых оказывает существенное влияние на рост, развитие, структуру урожая и продуктивность картофеля. В результате работы было установлено, что органоминеральные стимуляторы роста незначительно влияют на продолжительность вегетационного периода картофеля (1-3 суток). По результатам исследований было выявлено, что заражение и распространение болезней на посадках картофеля зависело в большей степени от условий года и применяемых препаратов и в меньшей степени от сорта. Так, в среднем, общая степень поражения растений по обработанному фону ниже на 2-8 % по отношению к контролю. Применение органоминеральных регуляторов роста оказывает положительное влияние на урожайность картофеля. Наиболее эффективным был препарат Эпин-Экстра, применение которого обеспечило до 8,3 т/га прибавки урожая в вариантах с обработкой клубней и до 7,2 т/га при обработке вегетирующих растений. Применение органоминеральных регуляторов роста существенного влияния на качественные показатели картофеля не оказывает, разница по вариантам составляла не более 1 %.

IMPROVING POTATO PRODUCTION TECHNOLOGY BY OPTIMISING THE USE OF ORGANOMINERAL GROWTH STIMULANTS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA

A.F. Petrov, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

M.S. Shulga, Director of the training farm "Praktik"

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

N.V. Gavrillets, Head Information, Analytical and Patent Department

O.N. Kolbina, Master's student

Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: biological products, organomineral fertilizers, growth stimulants, potatoes, yield, product quality.

Abstract. In the article experience of application of various organomineral growth stimulants on potatoes in the conditions of forest-steppe of Western Siberia is stated. In the course of work, the authors used new perspective preparations whose application has an essential influence on growth, development, the structure of a crop, and potato productivity. As a result of work, it has been established, that organomineral growth stimulants slightly influence the duration of the vegetation period of potatoes (1-3 days). The authors found

that the infestation and spread of diseases in potato crops depended to a greater extent on the conditions of the year and the preparations used, and to a lesser extent on the variety. On average, the overall degree of plant infestation on the treated background was 2-8 % lower compared to the control. The use of organomineral growth regulators has a positive effect on potato yields. The Epin-Extra preparation was the most effective, application of which provided up to 8.3 t/ha yield increase at tubers treatment, and up to 7.2 t/ha at vegetative plants treatment. The use of organomineral growth regulators does not have a significant impact on quality indicators of potatoes, as the difference between the variants was not more than 1 %.

Картофель – это одна из самых доступных, пластичных и в то же время распространённых овощных культур земного шара и в особенности в Российской Федерации. Без неё на сегодняшний день не обходится ни один стол. Но несмотря на распространённость картофеля, есть ещё нерешенные проблемы в его производстве, особенно в сложных условиях Сибири, климатические особенности которой с поздними и даже возвратными весенними и ранними осенними заморозками сильно влияют на рост и развитие картофеля, не позволяя ему в полной мере реализовать свой потенциал [1-4]. На современном этапе сельскохозяйственного производства большое внимание уделяется исследованиям по экологически безопасным технологиям возделывания, которые предполагают применение органоминеральных стимуляторов роста и биологических средств защиты растений [3-5].

Цель работы – разработка и совершенствование технологии производства паслёновых культур в условиях лесостепной зоны Западной Сибири путём подбора и оптимизации применения различных органоминеральных стимуляторов роста.

Закладка опыта и все исследования проводились в 2017 – 2020 гг. на полях учебно-опытного хозяйства «Сад мичуринцев» Новосибирского ГАУ, расположенного в северной лесостепи Приобья, относящейся к Западно-Сибирскому региону лесостепной зоны страны.

Почва опытного участка – серая лесная. Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,7 %, азота нитратного – 14–16,1 мг/кг, азота аммиачного – 13,9–16,3, подвижного фосфора 171–177 (по Чирикову Ю.И., 1969), обменного калия – 185–190 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований 29,8–53,0 мг-экв/ 100 г почвы, рН солевой 7,0–7,7 (данные центра агрохимической службы «Новосибирский»).

В соответствии с поставленными задачами был заложен следующий опыт: «Разработка и совершенствование технологии производства картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири путём оптимизации применения органоминеральных стимуляторов роста». Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок рендомизированное, площадь делянок 50 м², учетная – 20 м².

В работе использовались сорта картофеля: раннеспелый – Ред Скарлет, среднеранний – Лина. Непосредственно перед посадкой производили обработку откалиброванных клубней органоминеральными стимуляторами роста: Мивал-Агро – 14 г/т, Экстрасол – 2 л/т, Циркон – 50 мл/т, Эпин-Экстра – 40 мл/т, Фитоспорин-М – 50 мл/т. Расход общей жидкости при этом составлял 10 л/т. Основные удобрения вносили фоновно, под предпосадочную культивацию. Посадку обработанных клубней производили картофелесажалкой КСМ-4 в сцепке с трактором Т-40. Схема посадки 70 x 35.

Работа велась согласно существующим общепринятым методикам: определение запасов продуктивной влаги весной, в течение вегетации и перед уборкой проводили в слое до 1 м по горизонтам через 10 см термостатно-весовым методом по Б. Доспехову [5, 6]; температуру почвы замеряли цифровыми почвенными логгерами TR-2L (DS1922L-F5) на глубине от 5 до 30 см в режиме реального времени [7]; фенологические наблюдения за ростом и развитием картофеля проводили с использованием методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве; сухое вещество в анализируемом материале определяли весовым методом по ГОСТ 27548-97 [8, 9]; содержание нитратов в клубнях определяли ионометрическим методом

[10]; химический анализ клубней проводился физико-химической лабораторией ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ по общепринятым методикам согласно ГОСТу [11]; химический состав почвы определялся в лаборатории ЦАС «Новосибирский» согласно общепринятым методикам. Основные параметры сопутствующих учетов, наблюдений и урожайные данные обработаны методом дисперсионного анализа на ПК с использованием программы SNEDEKOR.

Рост и развитие картофеля, как и любой другой сельскохозяйственной культуры, является одним из основополагающих показателей его жизнедеятельности, ведь любые изменения в данном процессе ведут к необратимым последствиям в продуктивности и качестве продукции, поэтому данному вопросу уделяется особое внимание.

Погодные условия конкретного года влияли на рост и развитие растений картофеля. Так, наиболее оптимальным для роста и развития картофеля был 2019 г., когда влажная умеренно тёплая погода способствовала более ранним и дружным всходам – на 4-6 дней, что впоследствии положительно сказалось на вегетационном периоде в целом. При этом наименее благоприятным был 2018 г., когда холодная и влажная погода весной способствовала увеличению периода всходов в среднем до 10 дней. Дальнейшее развитие растений также проходило с отставанием, а пониженные температуры и высокая влажность августа отрицательно сказались на развитии картофеля в целом, где даже отмечалось очаговое поражение фитофторозом [11].

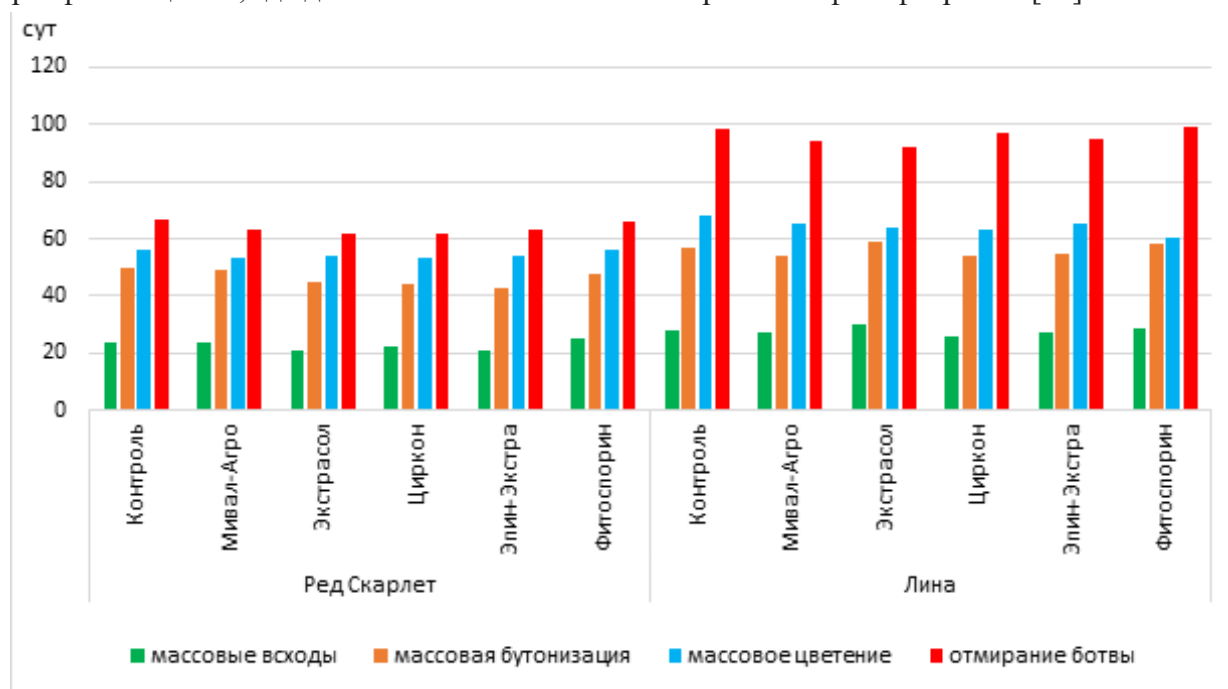


Рис. 1. Фенологические фазы роста и развития сортов картофеля в зависимости от регуляторов роста
(среднее за 2017-2020 гг.)

Figure 1. Phenological growth and development phases of potato varieties as a function of growth regulators
(average for 2017-2020)

По результатам проведённых исследований было установлено, что на рост и развитие растений картофеля оказывают влияние органоминеральные регуляторы роста. Так, предпосевная обработка клубней практически по всем вариантам опыта снижает период вегетации в среднем на 3-5 дней. При этом наиболее оптимальными являются препараты Экстрасол и Эпин-Экстра. Применение системного препарата Фитоспорин вызывает обратный эффект, когда отмечается незначительное увеличение периода вегетации (рис. 1).

Развитие вегетативной массы – это одно из условий получения хорошего урожая картофеля, поэтому данному показателю уделяется большое внимание.

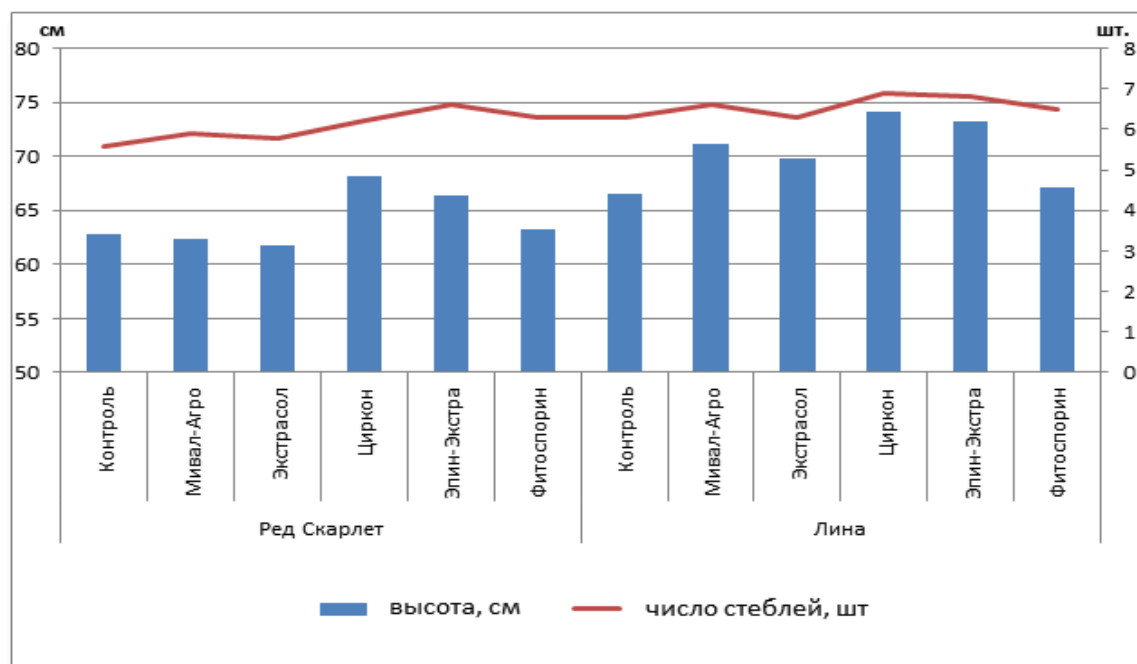


Рис. 2. Биометрические параметры картофеля в фазу массового цветения (среднее за 2017-2020 гг.)

Figure 2. Biometric parameters of potatoes during the mass flowering phase (average for 2017-2020)

Установлено, что все биометрические показатели картофеля во многом зависят от условий года и особенно от влажности и температуры. Так, в условиях 2019 г. отмечалось максимальное увеличение количества стеблей – до 17 %, куст был более мощный, хорошо облиственный. При этом наименее хорошими были погодные условия 2018 г., когда были отмечены самые низкие биометрические показатели. Средняя высота растений по всем вариантам в этот год исследований не превышала 55 см на сорте Ред Скарлет и 63 см на сорте Лина, кусты при этом были рыхлыми, с тонкими слабооблиственными стеблями.

Изучаемые стимуляторы роста также оказывали положительное влияние на биометрию растений (рис. 2). За годы исследований отмечалось увеличение основных показателей в среднем до 9–11 % по отношению к контролю. Максимальный эффект был отмечен в вариантах с применением Циркона на сорте Ред Скарлет, где высота растений составляла 68,2 и 67,2 см соответственно, что в среднем соответствует прибавке до 8 см по отношению к контролю. Количество стеблей также было выше в среднем на 5 %. Менее всего были эффективны препараты Экстрасол и Фитоспорин, у которых основные показатели находились на уровне контроля.

В современных технологических схемах защита растений от вредителей и болезней является весьма актуальной. Установлено, что распространение инфекций на посадках картофеля зависит больше от условий года и применяемых препаратов и в меньшей степени от сорта.

Наибольшее поражение растений отмечалось в 2018 г., когда пониженные температуры на фоне высокой влажности способствовали резкому увеличению развития патогенов на посадках картофеля – до 29 % и более, из которых на вегетативной массе отмечались фитофтороз и ризоктониоз, распространение которых было очаговым. На клубнях картофеля отмечалась высокая степень поражения ризоктониозом и мокрой гнилью, которая впоследствии сильно повлияла на сохранность картофеля.

Наиболее оптимальным по фитосанитарному состоянию был 2019 г., когда основные виды инфекции – фитофтороз, альтернариоз и мокрая гниль практически не проявлялись, при этом ризоктониоз был практически во всех вариантах с разной степенью выраженности – от 2 до 7,3 %.

В среднем за три года было установлено, что применяемые органоминеральные регуляторы роста, за исключением Мивал-Агро, оказывают положительное действие на развитие и степень распространения основных заболеваний картофеля. Так, в среднем общая степень поражения растений по обработанному фону ниже на 3 – 7 % по отношению к контролю.

Формирование клубней – это важный процесс в производстве картофеля, характер и интенсивность которого определяют величину будущего урожая. Достоверно установлено, что формирование клубней в первую очередь контролируется генетическими особенностями сорта и во многом определяется физиологическими условиями окружающей среды и агротехникой [12-14].

В период исследований было установлено, что условия года существенно влияют на продуктивность картофеля. Максимальные показатели урожайности – до 45 т/га – были отмечены в 2019 г. на сорте Ред Скарлет, что на 60 % выше урожайности 2018 г. и на 20 % – 2017 и 2020 гг. При этом действие всех изучаемых стимуляторов роста по годам было аналогичным (табл. 1).

Таблица 1

**Формирование урожайности картофеля в зависимости от регуляторов роста на чернозёме
выщелоченном (среднее за 2017-2019 гг.)**
Potato yield formation depending on growth regulators on leached chernozem (average for 2017-2019)

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га		
		20 июля	10 августа	1 сентября
Ред Скарлет	Контроль	11,6	16,5	27,3
	Мивал-Агро	12,3	18,6	29,4
	Экстрасол	13,2	18,4	29,0
	Циркон	15,3	19,6	34,8
	Эпин-Экстра	15,6	20,0	35,6
	Фитоспорин	13,8	18,4	29,7
Лина	Контроль	8,6	13,4	25,2
	Мивал-Агро	8,2	15,6	25,8
	Экстрасол	9,3	15,8	26,1
	Циркон	10,8	16,8	28,9
	Эпин-Экстра	11,6	17,4	29,6
	Фитоспорин	10,3	16,0	25,9
НСР _{0,5}		1,43		

Примечание. Результаты дисперсного анализа трёхфакторного опыта (2 x 6 x 3): индекс детерминации А (сорт) 26 %, В (регулятор роста) 34 % и С (год) 24 %. НСР_{0,5}: А – 1,89; В и АВ – 2,76; ВС – 1,86; АС – 2,05; ABC – 1,2.

Note. Results of analysis of variance in a three-factor experiment (2 x 6 x 3); A (cultivar) determination index 26 %, B (growth regulator) 34 % and C (year) 24 %. SAD_{0,5}; A, 1.89; B and AB, 2.76; BC, 1.86; AC, 2.05; ABC, 1.2.

В результате проведённых исследований было установлено, что образование клубней началось ещё в фазу бутонизации – начала цветения, причём действие стимуляторов роста отмечалось уже в результатах, полученных при первой копке 20 июля (рис. 3). При этом продуктивность картофеля уже варьировала от 270 до 390 г с 1 куста, что в среднем составляло прибавку до 25 %. При последующих копках наблюдалась аналогичная ситуация, особенно по отдельным вариантам. При этом наиболее эффективным был препарат Эпин-Экстра, применение которого на сорте Ред Скарлет обеспечило от 5,3 до 8,3 т/га прибавки урожая.

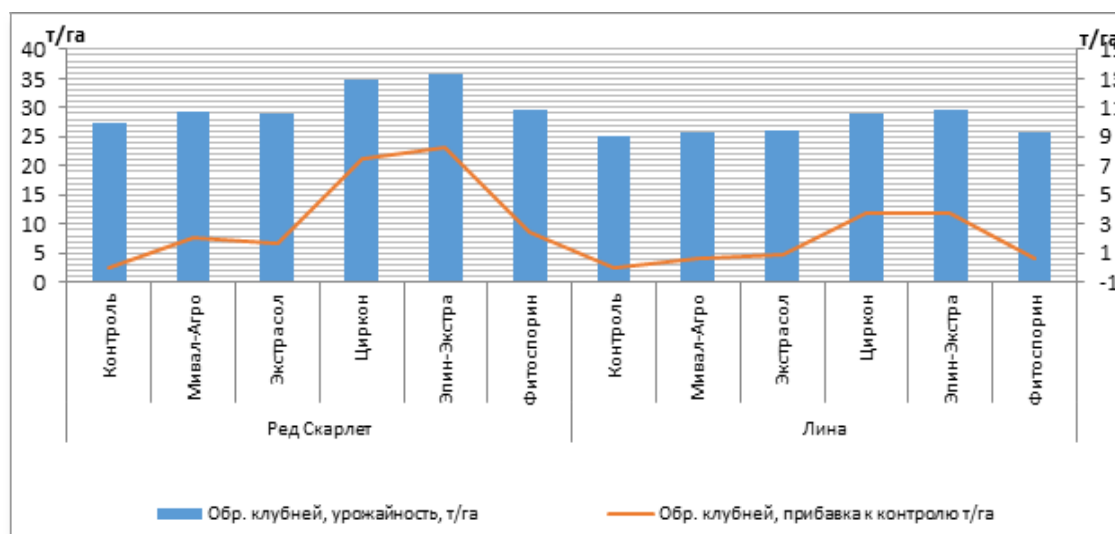


Рис. 3. Урожайность картофеля в зависимости от применения регуляторов роста (среднее за 2017-2020 гг.)

Figure 3. Potato yields as a function of growth regulator application (2017-2020 average)

В связи с тем, что клубни картофеля неоднородны по качеству и размеру, их делят на товарные и нетоварные. В наших исследованиях товарность картофеля зависела от тех же факторов, что и сама урожайность, т.е. наибольший выход товарной продукции отмечался в 2019 г., когда по отдельным вариантам данный показатель достигал 97 %. Наименьшим выход товарной продукции был во влажном и холодном 2018 г., когда по основным вариантам показатели были ниже 70 %.

Применяемые препараты, за исключением системного препарата Фитоспорин, также оказывали влияние на товарность клубней картофеля, в среднем улучшая данный показатель на 1–8 %. При этом наибольший эффект по обоим сортам и способам обработки был отмечен в вариантах с применением Эпин-Экстра на сорте Ред Скарлет, где данный показатель достигал 93 %.

Картофель – один из самых важных и востребованных продовольственных продуктов, который в России заслуженно называют «вторым хлебом». Свежий картофель имеет богатый биохимический состав. В нём содержится полный комплекс витаминов, аминокислот, антиоксидантов, минеральных веществ и главным образом крахмала [13-15].

В результате проведения исследований было установлено, что качественные показатели урожая картофеля в первую очередь зависят от сорта и погодных условий года и во вторую – от применения регуляторов роста (табл. 2).

Таблица 2

Биохимический состав сортов картофеля (среднее за 2017-2020 гг.)

Biochemical composition of potato varieties (average for 2017-2020)

Вариант	Сорт Ред Скарлет				Сорт Лина			
	сухое вещество, %	крахмал %	витамин С, мг/100г	нитраты мг/кг	сухое вещество, %	крахмал %	витамин С, мг/100г	нитраты мг/кг
Контроль	24,3	15,2	14,8	78	24,4	17,1	13,8	93
Мивал-Агро	24,2	15,3	14,6	82	24,3	17,6	14,2	81
Экстрасол	24,5	15,2	14,3	75	24,6	17,3	13,9	82
Циркон	24,6	15,4	14,4	84	24,7	17,4	14,4	78
Эпин-Экстра	24,6	15,5	14,7	70	24,7	17,8	14,5	90
Фитоспорин	24,3	15,3	14,6	81	24,5	17,7	14,2	83
НСР _{0,5}	0,16	0,11	1,19	3,62	0,12	0,08	0,14	4,75

На биохимический состав плодов наиболее существенное влияние оказывали условия года. Максимальные показатели по крахмалу – до 18 % и сухому веществу – до 28 % были отмечены в 2019 г. на сорте Лина, а минимальные – в 2018 г., когда накопление крахмала едва достигало 15 %, что в комплексе с низкой урожайностью существенно снижало его валовой сбор с 1 га. Наиболее высокие показатели сбора крахмала с 1 га отмечены в вариантах с применением Эпин-Экстра – от 5,3 до 5,6 т/га. При этом варианты с применением Циркона незначительно уступают ему, в среднем обеспечив до 5- 5,4 т/га.

Таким образом, применение органоминеральных стимуляторов роста положительно влияет на рост и развитие растений картофеля, стимулирует прирост вегетативной массы, закладку генеративных органов и при этом сокращает период вегетации в среднем на 3-5 суток.

Регуляторы роста Циркон и Эпин-Экстра за счёт ростостимулирующего действия оказывают положительное влияние на фитосанитарное состояние посадок картофеля, снижая распространение болезней в 1,5-2 раза.

Применение органоминеральных стимуляторов роста положительно влияет на продуктивность картофеля. Так, наиболее высокие показатели по урожайности получены в вариантах с применением Эпин-Экстра – до 36 т/га по сорту Ред Скарлет и до 32 т/га по сорту Лина, что в итоге составило прибавку урожайности 8,3 и 7,2 т/га соответственно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базауэр И.В., Галеев Р.Р. Урожайность сортов картофеля в зависимости от применения регуляторов роста в лесостепи Новосибирского Приобья // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов Новосибирского ГАУ. – Новосибирск, 2017. – С. 6–8.
2. Гаврилец Н.В. Влияние применения регуляторов роста на урожайность и качество раннего картофеля // Инновации и продовольственная безопасность. – 2015. – № 4 (10). – С. 45–48.
3. Шульга М.С., Петров А.Ф., Галеев Р.Р. Особенности применения новых инновационных органоминеральных стимуляторов роста в картофелеводстве // Актуальные проблемы АПК: сборник трудов научно-практической конференции, 21-23 окт. 2019 г. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 45–47.
4. Разработка биологизированной системы ускоренного семеноводства картофеля как фактора сохранения продуктивности и повышения безопасности получаемой продукции / А.Ф. Петров, Р.Р. Галеев, Ю.И. Коваль, В.П. Цветкова, М.С. Шульга, Н.В. Гаврилец, В.С. Масленикова, А.А. Шульга // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 1 (27). – С. 88–96.
5. Карманов С.Н. Урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 167 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 350 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – Вып. 2. – 189 с.
8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: Изд-во РАСХН, 2011. – 650 с.
9. ГОСТ 13496.19-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов. – М., 1995. – 20 с.
10. ГОСТ 27548-97 Корма растительные. Методы определения содержания влаги. – М., 1998. – 8 с.
11. Самотаева Н.В. Программирование урожайности разных по скороспелости сортов картофеля: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Тверь, 2009. – 24 с.
12. Отзывчивость различных сортов картофеля на водный режим светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / Н.Н. Дубенок, Д.А. Болотин, С.Д. Фомин, А.Г. Болотин // Известия

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 22–29.

13. Применение инновационных препаратов Эко-Стим в качестве регуляторов роста сельскохозяйственных культур / Е.В. Калюта, М.И. Мальцев, В.И. Маркин, И.Б. Катраков, Н.Г. Базарнова // Химия растительного сырья. – 2016. – № 2. – С. 145–152.
14. Касимова Н.З., Мингалиев С.К., Лаптев В.Р. Урожайность и качество клубней картофеля разных групп скороспелости в зависимости от приемов технологии выращивания в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 5. – С. 41–44.

REFERENCES

1. Bazauer I.V., Galeev R.R., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Actual problems of the agro-industrial complex), Proceedings of the Scientific and Practical Conference of Teachers, Students, Undergraduates and Postgraduates of Novosibirsk State University, Novosibirsk, 2017, pp. 6–8. (In Russ.)
2. Gavrilc N.V. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2015, No. 4 (10), pp. 45–48. (In Russ.)
3. Shul'ga M.S., Petrov A.F., Galeev R.R., *Aktual'nye problemy APK* (Actual Problems of the Agro-Industrial Complex), Proceedings of the Scientific and Practical Conferences, October 21–23, 2019, Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos», 2019, pp. 45–47. (In Russ.)
4. Petrov A.F., Galeev R.R., Koval' Yu.I., Cvetkova V.P., Shul'ga M.S., Gavrilc N.V., Maslenikova V.S., Shul'ga A.A., *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2020, No. 1 (27), pp. 88–96. (In Russ.)
5. Karmanov S.N. *Urozhaj i kachestvo kartofelya* (Potato yield and quality) Moscow: Rossel'hozizdat, 1988, 167 p.
6. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Al'yans, 2014, 350 p.
7. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur* (Methodology of state variety testing of agricultural crops), Moscow: Kolos, 1971, Issue 2, 189 p.
8. Litvinov S.S. *Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve* (Methodology of field experience in vegetable growing), Moscow: Izd-vo RASKHN, 2011, 650 p.
9. GOST 13496.19-93 *Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya sodержaniya nitratov i nitritov* (Feed, compound feed, feed raw materials. Methods for determining the content of nitrates and nitrites), Moscow, 1995, 20 p.
10. GOST 27548-97 *Korma rastitel'nye. Metody opredeleniya sodержaniya vlagi* (Vegetable feed. Methods for determining the moisture content), Moscow, 1998, 8 p.
11. Samotaeva N.V. *Programmirovaniye urozhajnosti raznyh po skorospelosti sortov kartofelya* (Programming the yield of potato varieties of different ripeness), Extended abstract of candidate's thesis, Tver', 2009, 24 p. (In Russ.)
12. Dubenok N.N., Bolotin D.A., Fomin S.D., Bolotin A.G., *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2018, No. 4 (52), pp. 22–29. (In Russ.)
13. Kalyuta E.V., Mal'cev M.I., Markin V.I., Katraikov I.B., Bazarnova N.G., *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, No. 2, pp. 145–152. (In Russ.)
14. Kasimova N.Z., Mingalev S.K., Laptev V.R., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2010, No. 5, pp. 41–44. (In Russ.)