

УДК 581.1:57.044

С.Н. ЛЕКУНОВИЧ, канд. биол. наук,
доцент кафедры биотехнологии¹

Н.Н. БЕЗРУЧЕНОК, канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры биотехнологии¹

¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Ю.В. ШЕВЧУК

начальник комплекса лаборатория-теплица

ОАО «Агро-Мотоль», Брестская обл., Республика Беларусь

Статья поступила 9 марта 2023 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В КЛОНАЛЬНОМ МИКРОРАЗМНОЖЕНИИ КАРТОФЕЛЯ

В статье приведены результаты исследований по влиянию регуляторов роста растений на развитие картофеля сорта Бриз в процессе клонального микроразмножения.

Установлено, что регулятор роста Потейтин в концентрации 2 мл/л в культуре in vitro у микро-растений картофеля сорта Бриз за период проведения исследований обеспечил наибольшую высоту и повысил ее на 24,2%, количество междоузлий – на 14,2%, длину корней – на 20%, их количество – в 1,7 раза по сравнению с контролем.

В условиях ex vitro выявлено, что при применении регулятора роста Потейтин в концентрации 2 мл/л получен наибольший суммарный вес мини клубней картофеля сорта Бриз – 815 г, что на 28% больше, чем в контрольном варианте.

Ключевые слова: клональное микроразмножение, in vitro, ex vitro, питательная среда Мурасиге Скуга, картофель, регуляторы роста, концентрация, миниклубни.

LEKUNOVICH S.N., PhD in Biol. Sc.

Associate Professor of the Department of Biotechnology¹

BEZRUCHENOK N.N., PhD in Biol. Sc.,

Associate Professor of the Department of Biotechnology¹

¹Polesye State University, Pinsk, Republic of Belarus

SHEVCHUK Yu.V.

Head of Laboratory-Greenhouse Complex

Public Corporation «Agro-Motol», Brest Region, Republic of Belarus

USE OF GROWTH REGULATORS IN CLONAL MICRO-PROPAGATION OF POTATOES

The article presents the results of research on the effect of plant growth regulators on the development of potatoes of the Breeze variety in the process of clonal micropropagation. It was found that the growth regulator Poteitin at a concentration of 2 ml/l in in vitro culture in potato micro-plants of the Breeze variety during the research period provided the highest height of micro-plants and increased it by 24.2%, the number of internodes by 14.2%, the length of roots by 20%, their number by 1.7 times compared with the control. In ex vitro conditions, it was revealed that when using the Poteitin growth regulator at a con-

centration of 2 ml/l, the largest total weight of mini-tubers of potatoes of the Breeze variety was obtained - 815 g, which is 28% more than in the control variant.

Keywords: clonal micropropagation, *in vitro*, *ex vitro*, Murashige Skoog nutrient medium, potato, growth regulators, concentration, minitubers.

Введение. Немаловажное значение при выращивании картофеля имеют технологии размножения районированных, дефицитных и перспективных сортов, а также новые приемы возделывания.

Одним из резервов повышения урожайности картофеля является ее оздоровление от вирусной инфекции. Основой для получения такого посадочного материала является выращивание микроклубней картофеля в культуре *in vitro* методом микроклонального размножения.

Клональное микроразмножение является перспективным способом вегетативного размножения растений, позволяющим получать генетически однородный, оздоровленный посадочный материал. Данный метод – это по существу вегетативное размножение на искусственной питательной среде в стерильных условиях [1, 2, 3].

Из большого состава изученных питательных сред наиболее пригодны для меристем картофеля среды на минеральной основе по Мурасиге Скуга, отличающиеся наиболее полным содержанием питательных веществ и высоким содержанием азота и калия [4].

Размножение в таких условиях сопряжено с использованием экзогенных фитогормонов или регуляторов роста.

Регуляторы роста – это большая группа природных или синтезированных органических соединений, проявляющих высокую биологическую активность при низких концентрациях. Они обладают способностью активно влиять на гормональный баланс растений, стимулировать рост и развитие, повышать их устойчивость к болезням, а также урожайность и качество мини-клубней, влиять на адаптивные свойства (засухоустойчивость, холодоустойчивость) [5,6].

Результатом влияния регуляторов роста является увеличение продуктивности и хозяйственно-биологической оценки культур, на которых они применялись, что весьма актуально в сельском хозяйстве.

В настоящее время известно много регуляторов роста, успешно применяемых на картофеле. Появление новых современных регуляторов требует их детального изучения с учетом особенностей способов обработки, концентрации используемого раствора и сортовой идентификации.

В связи с вышеизложенным, вопрос использования регуляторов роста в технологии клонального микроразмножения картофеля является актуальным.

Цель исследований – оценка характера действий регуляторов роста на морфологические показатели картофеля сорта Бриз в культуре *in vitro* и показатели структуры урожая в культуре *ex vitro*.

Для достижения цели поставлены задачи:

1. изучить влияние регуляторов роста на морфологические показатели микроклубней картофеля сорта Бриз в условиях *in vitro*;
2. оценить действие регуляторов роста на показатели структуры урожая картофеля сорта Бриз в культуре *ex vitro*.

Материалы и методы исследования.

Исследования были проведены на базе комплекса «Лаборатория-теплица» ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района Брестской области. В качестве объекта исследования использовали регуляторы роста растений Рэгги, Потейтин, Агромикс.

Действующее вещество препарата Рэгги – хлормекватхлорид, водорастворимый концентрат, который ингибирует биосинтез активных изомеров гиббереллинов, способствует тем самым сокращению длины соломины зерновых, лучшему развитию механических тканей и увеличению числа продуктивных стеблей [7, 8].

Регулятор роста Потейтин повышает урожайность клубней, улучшает качество продукции, гарантированно увеличивает энергию прорастания и полевую всхожесть семян, способствует ускоренному делению растительных клеток, увеличивает площадь листовой поверхности и содержания хлорофилла, активизирует «ген устойчивости» и иммунитет растения. Действующее вещество

препарата – комплекс 2.6 диметилпиридин-1-оксида с янтарной кислотой.

Регулятор роста «энерген ультра Агромикс» является природным стимулятором роста и развития растений и применяется для полива и опрыскивания овощных, цветочных и плодовых культур, активизирует жизненные силы растений, защищает растения от неблагоприятных факторов, заморозков, засухи. Химический состав: содержит не менее 700г/кг гумата и фульвата натрия (натриевых солей гуминовых и фульвовых кислот), соли кремниевых кислот, серу, макро- и микро-элементы в хелатной форме [9, 10, 11].

Для проведения исследований выбран сорт картофеля Бриз. Данный сорт относится к среднеранним столовым сортам. Для созревания клубней требуется в среднем от 60 до 80 дней с момента посадки. Сорт отличается высокой урожайностью и дает до 620 ц/га. Клубни Бриза крупные, овальные, с желтой гладкой кожурой и множеством неглубоких глазков. Средний вес клубня – около 120 грамм. Лежкость – 97%. Мякоть клубней желтая, сохраняет цвет и после приготовления. Содержание крахмала в клубнях 12–16% [12].

Клональное микроразмножение пробирочных растений осуществляли с помощью черенкования. В стерильных условиях бокса извлекали стерильные экспланты из пробирок и расчеренковывали на сегменты (черенок с листом и пазушной почкой) и высаживали в питательную среду на глубину междоузлия. В исследованиях исключали нижний черенок и верхушку микрорастения для получения более однородного материала.

Черенки помещали в питательную среду Мурасиге Скуга с добавлением регулятора роста согласно вариантов опыта:

- 1 – Контроль (среда МС без регулятора роста)
- 2 – МС + Рэгги 0,5 мл/л;
- 3 – МС + Рэгги 1 мл/л;
- 4 – МС + Рэгги 2 мл/л;
- 5 – МС + Потейтин 0,5 мл/л;
- 6 – МС + Потейтин 1 мл/л;
- 7 – МС + Потейтин 2 мл/л.
- 8 – МС + Агромикс 0,5 мл/л;
- 9 – МС + Агромикс 1 мл/л;
- 10 – МС + Агромикс 2 мл/л.

Пробирки с растениями помещали в условия культивационного помещения (фитотро-

на) на 21 день. Режим выращивания растений был следующий: температура +22°C, освещенность 5 тыс. люкс, фотопериод – 16-17 часов. Исследования проводили в 3-кратной повторности.

Осмотр растений-регенерантов осуществляли на 7, 14, 21 сутки. Измеряли высоту растения, длину корней, количество корней и подсчитывали число междоузлий на каждом растении.

Сформировавшиеся пробирочные растения картофеля сорта Бриз высаживали в 5-литровые контейнеры с торфяным субстратом в условиях теплицы. Посадку растений осуществляли на глубину 5 см, что соответствовало фазе 2-го листочка.

В фазу смыкания ботвы и в фазу бутонизации растения картофеля опрыскивали регуляторами роста согласно вариантов опыта:

- 1 – Контроль (проточная вода);
- 2 – Рэгги 1 мл/л;
- 3 – Рэгги 2 мл/л;
- 4 – Потейтин 1 мл/л;
- 5 – Потейтин 2 мл/л;
- 6 – Агромикс 1 мл/л;
- 7 – Агромикс 2 мл/л.

К уборке приступали через 10 дней с момента увядания картофельных листьев и побегов. В структуре урожая картофеля определяли следующие параметры: суммарный вес, количество клубней, среднее количество миниклубней, среднюю массу миниклубня, средний диаметр миниклубня, коэффициент размножения.

Для статистической обработки данных использовали пакет «Анализ данных» программы Microsoft Excel [13].

Результаты и их обсуждение.

Влияние регуляторов роста на развитие микрорастений картофеля сорта Бриз в культуре *in vitro*.

В ходе проведения исследований было установлено влияние регуляторов роста на высоту растений, количество междоузлий, длину и количество корней картофеля сорта Бриз в культуре *in vitro*.

Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что регулятор роста Потейтин в концентрации 2 мл/л обеспечил наибольший прирост микрорастений картофеля на протяжении всего периода наблюдений. Высота растений на 21-ый день на контрольном варианте составила 6,6 см, при использовании

регулятора роста Потейтин 2 мл/л увеличилась на 24,2% по сравнению с контролем. Высота растений при использовании регулятора Рэгги в концентрации 1,0 и 2,0 мл/л оказалась на уровне контроля.

Указанный показатель при использовании регулятора роста Агромикс в концентрации 2 мл/л превышал контрольный вариант на 12,1%, но уступал варианту с регулятором роста Потейтин 2 мл/л на 10%. Высота растений при использовании регулятора Агромикс в концентрациях 1 мл/л достоверно не отличалась от варианта с регулятором роста Потейтин 2 мл/л.

Результаты исследований показали, что регулятор роста Потейтин в концентрациях 0,5, 1,0 и 2 мл/л на протяжении всего периода наблюдений оказал наибольшее влияние на количество междоузлий картофеля по сравнению с другими вариантами опыта (рисунок 2). Количество междоузлий картофеля на 21-ый день опыта в контроле составило 6,3 шт., при использовании регулятор роста Потейтин в концентрациях 0,5–2 мл/л количество междоузлий картофеля составило 7,1–7,3 шт., что на 12,7–15,9% больше, чем в контроле.

При использовании регулятора роста Рэгги количество междоузлий картофеля соста-

вило 6,5–6,6 шт., что на 3,1–4,7% превышало показатели контрольного варианта.

Количество междоузлий при использовании регулятора роста Агромикс в концентрациях 1 мл/л и 2 мл/л превысило контрольный вариант на 7,9–9,5%.

Данные рисунка 3 свидетельствуют о том, что применение регулятора роста Потейтин в концентрации 1 мл/л обеспечило наибольшую длину корней микрорастений картофеля на протяжении всего периода наблюдений по сравнению с другими вариантами опыта. Длина корней на 21-ый день на контрольном варианте составила 4,5 см, при использовании регулятора роста Потейтин в концентрации 1 мл/л была выше на 24,5% относительно контроля.

При использовании регулятора роста Рэгги в концентрации 2 мл/л длина корней оказалась выше контроля на 17,7%, в концентрации 1 мл/л – на 15,5%.

Длина корней при использовании регулятора роста Агромикс в концентрациях 1 мл/л и 2 мл/л была ниже, чем при использовании регуляторов роста Потейтин и Рэгги, но превышала контрольный вариант на 6,6–8,8%.

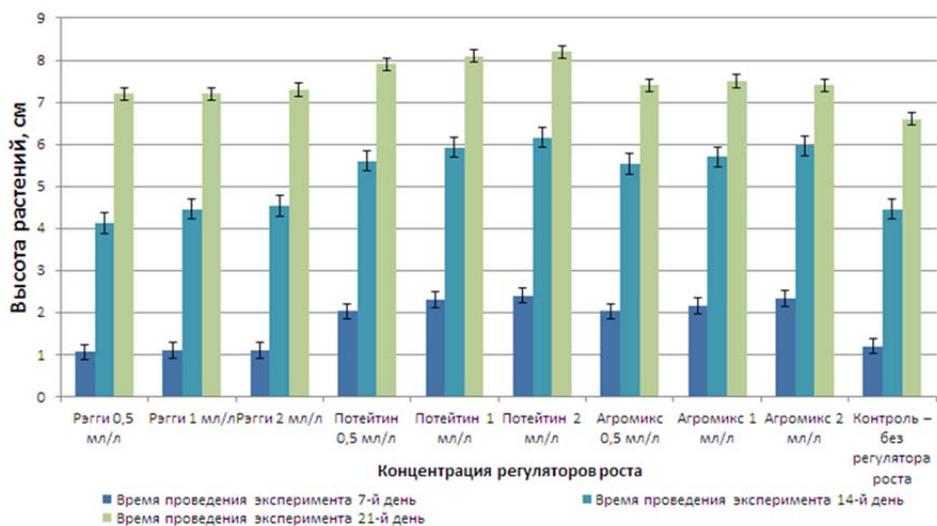


Рисунок 1. – Влияние регуляторов роста на высоту растений картофеля

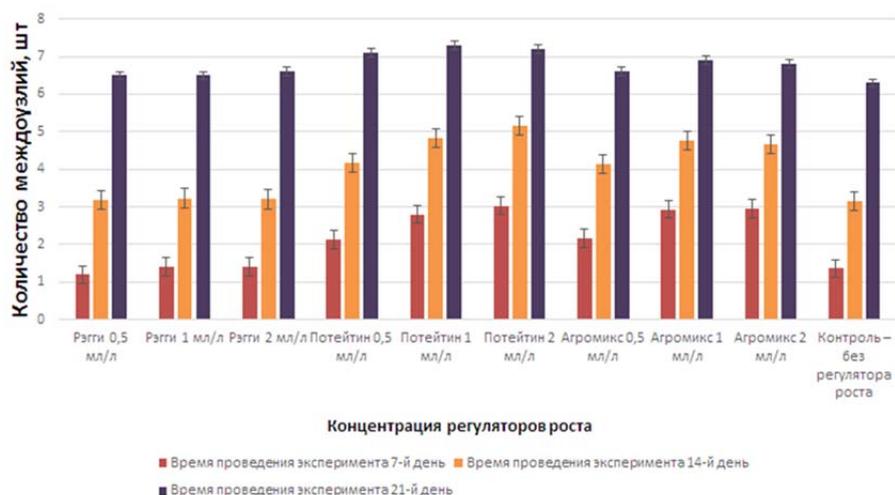


Рисунок 2. – Влияние регуляторов роста на количество междоузлий картофеля

Результаты исследований показали, что регулятор роста Потейтин в концентрации 2 мл/л обеспечил наибольшее количество корней на протяжении всего периода наблюдений по сравнению с другими вариантами опыта – 14,1 шт., что в 1,7 раза больше чем в контрольном варианте (рисунок 4).

При использовании регулятора роста Агромикс в концентрации 2 мл/л полученные данные статистически не отличались от варианта с использованием регулятор роста Потейтин 2 мл/л.

При использовании регулятора роста Рэги в концентрации 2 мл/л количество корней оказалось выше контроля в 1,5 раза, но уступало варианту с регулятором роста Агромикс 2 мл/л и Потейтин 2 мл/л на 7,6-8,4%.

Влияние регуляторов роста на показатели структуры урожая картофеля сорта Бриз в условиях *ex vitro*.

Сравнительный анализ влияния регуляторов роста на продуктивность безвирусных миниклубней картофеля сорта Бриз представлен в таблице.

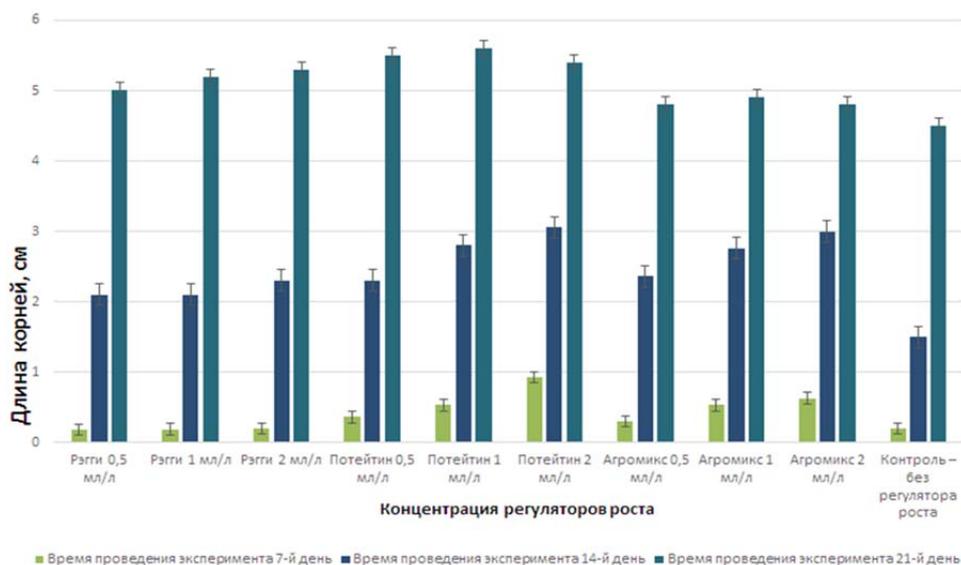
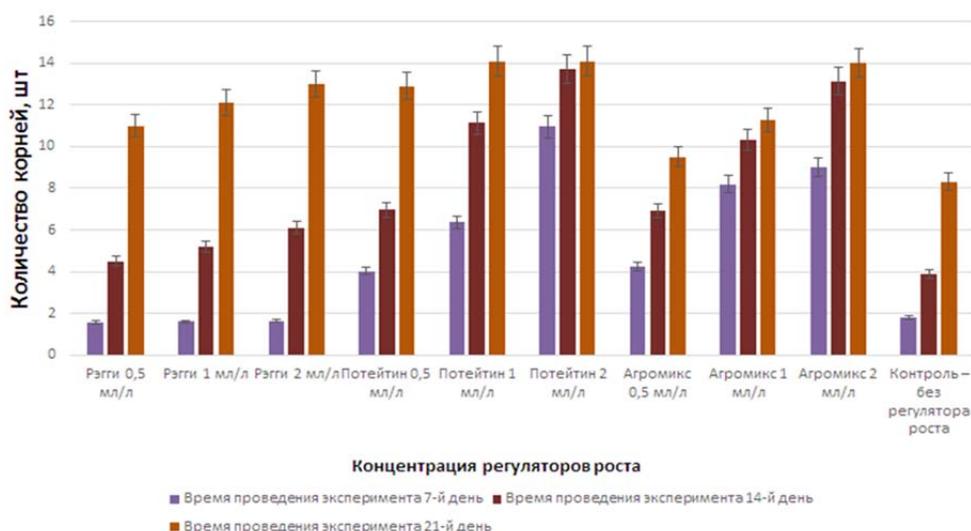


Рисунок 3. – Влияние регуляторов роста на длину корней картофеля



Рисуюнок 4. – Влияние регуляторов роста на количество корней картофеля

Таблица – Структура урожая картофеля в условиях защищенного грунта

Вариант опыта	Суммарный вес, г ($\bar{M} \pm m$)	Количество клубней, шт/ ($\bar{M} \pm m$)	Среднее количество миниклубней шт, на 1 растение ($\bar{M} \pm m$)	Средняя масса миниклубня, г ($\bar{M} \pm m$)	Средний диаметр миниклубня, см ($\bar{M} \pm m$)	Коэффициент размножения, шт.
Контроль	638±20,3	32±0,6	3±0,15	20±0,35	4±0,15	1:2
Рэгги 1 мл/л	748±20,4	33±0,6	3±0,17	21±0,35	4,5±0,17	1:3
Рэгги 2 мл/л	760±20,6	35±0,7	3±0,16	22,5±0,37	4,2±0,16	1:3
Потейтин 1 мл/л	806±22,3	40±1,0	4±0,17	22,5±0,36	5,2±0,18	1:4
Потейтин 2 мл/л	815±21,8	36±0,8	4±0,18	23±0,39	5,5±0,20	1:5
Агромикс 1 мл/л	775±21,1	36±0,8	3±0,16	22±0,37	5±0,17	1:3
Агромикс 2 мл/л	782±21,2	37±0,9	3±0,16	21,5±0,36	4,8±0,17	1:4

Анализ приведенных данных показал, что наибольший суммарный вес миниклубней картофеля сорта Бриз получен при действии регулятора роста Потейтин в концентрации 2 мл/л – 815 г, что на 28% больше контроля.

При действии регулятора роста Рэгги в концентрации 1 мл/л и 2 мл/л наблюдалось увеличение веса картофеля по сравнению с контролем на 17% и 19% соответственно.

Суммарный вес миниклубней при использовании регулятора Агромикс в концентрации 2 мл/л уступал варианту опыта с применением регулятора роста Потейтин 2 мл/л на

4%, но превышал контрольный вариант на 22%.

Наибольший диаметр миниклубней был получен при действии регулятора роста Потейтин в концентрации 2 мл/л – 5,5 см, который превышал контроль в 1,3 раза. Наименьший диаметр клубней наблюдался при применении регулятора роста Рэгги в концентрации 2 мл/л – 4,2 см, который на 5% выше контрольного варианта.

В варианте опыта с регулятором роста Потейтин в концентрации 1мл/л получено наибольшее количество миниклубней –

40шт, что на 25% больше контроля. Средняя масса клубня в варианте опыта с регулятором роста Потейтин 2 мл/л составила 23г и превышала контрольный вариант на 15%. Коэффициент размножения с применением регулятора роста Потейтин 2 мл/л оказался в 2,5 раза больше контроля.

Заключение. Изучение влияния регуляторов роста на морфологические показатели микрорастений картофеля сорта Бриз в условиях *in vitro* позволило установить: регулятор роста Потейтин в концентрации 2 мл/л за период проведения исследований обеспечил наибольшую высоту растений и повысил ее на 24,2%, количество междоузлий – на 14,2%, длину корней – на 20%, их количество – в 1,7 раза по сравнению с контролем.

При использовании регулятора Рэгги в концентрации 1,0 и 2,0 мл/л высота растений картофеля превышала контрольный вариант на 3-9%, количество междоузлий – на 3,1-4,7%, длина корней – на 15,5-17,7%.

При использовании регулятора Агромикс 2 мл/л высота растений превышала контроль на 4%, количество междоузлий – на 6%, длина корней – на 7%, количество корней – в 1,6 раза.

В условиях *ex vitro* выявлено, что при применении регулятора роста Потейтин в концентрации 2 мл/л получен наибольший суммарный вес миниклубней картофеля сорта Бриз – 815 г, что на 28% больше чем в контрольном варианте.

При использовании регуляторов роста Агромикс и Рэгги в концентрации 2 мл/л, суммарный вес миниклубней превышал контрольный вариант на 22% и 19% соответственно.

Список литературы

1. Булдаков, С. А. Оздоровлений картофель в пленочных теплицах / С. А. Булдаков [и др.] // Картофель и овощи. – 2013. – № 6. – С. 28–29.
2. Усков, А. И. Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: Получение исходных растений / А. И. Усков // Достижение науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С. 20–22.
3. Коновалова, Г. И. Оптимизация питательных сред для клонального микроразмножения картофеля в культуре *in vitro*. / Г. И. Коновалова // Актуальные проблемы защиты картофеля, плодовых и овощных культур от болезней, вредителей и сорняков: Мат. науч.-практ. конф., Минск, 2005. – С. 20–26.
4. Хромова, Л. М. Культивирование верхушечных меристем картофеля для оздоровления сортов от вирусной инфекции. Тканевые и клеточные культуры в селекции растений / Л. М. Хромова. – М., 1990. – 55 с.
5. Тулинов, А. Г. Использование регулятора роста растений Вэрва для повышения урожайности и качества картофеля / А. Г. Тулинов [и др.] // Земледелие. – 2010. – №4. – С. 41–42.
6. Хрипач, В. А. Брассиностероиды. / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Мн. : Навука і тэхніка, 1993. – 287 с.
7. Вакуленко, В. В. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве / В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал // Агро XXI. – 2001. – №2. – С. 2–4.
8. Абделаал, Х. К. Урожайность и качество зерна яровой тритикале при применении регулятора роста Рэгги в условиях центрального района нечерноземной зоны/ Х. К. Абделаал // Плодородие. – 2019. – №6. – С. 18–21.
9. Турецкая Р.Х. Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста // Р. Х. Турецкая, Ф. Я. Поликарпова. – М.: Наука, 1968. – 94 с.
10. Мартинчик, Т. Н. Эффективность регуляторов роста растений при возделывании картофеля на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / Т. Н. Мартинчик, Е. Г. Сапалева // Почвоведение и агрохимия. – 2009 № 2(43). – С.197–205.
11. Прусакова, Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова [и др.] // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.
12. Сидоренко, Т. Н. Влияние технологических приемов на продуктивность картофеля разных групп спелости / Т. Н. Сидоренко, Л. Г. Тихонова // Картофелеводство. – 2014. – №22(1). – С.150–158.
13. Биометрия в MS Excel: учебное пособие / Е.Я. Лебедевко [и др.]. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. –172 с.

References

1. Buldakov S.A., Shakleina N.A., Plekhanov L.P. and others. Ozdorovleniy kartofel' v plenochnykh teplitsakh [Recovery potatoes in film greenhouses]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], 2013, no. 6, pp. 28-29 (in Russian)
2. Uskov A.I. Vosproizvodstvo ozdorovlennogo iskhodnogo materiala dlya semenovodstva kartofelya: Poluchenije iskhodnykh rasteniy [Reproduction of improved source material for potato seed production: Obtaining source plants]. *Dostizheniye nauki i tekhniki APK* [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex], 2009, no. 9, pp. 20-22 (in Russian)
3. Konovalova G. I. Optimizatsiya pitatel'nykh sred dlya klonal'nogo mikrorazmnozheniya kartofelya v kul'ture in vitro [Optimization of nutrient media for potato clonal micropropagation in in vitro culture]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii: Aktual'nyye problemy zashchity kartofelya, plodovykh i ovoshchnykh kul'tur ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov* [Actual problems of protecting potatoes, fruit and vegetable crops from diseases, pests and weeds: Mat. scientific-practical. Conf.], Minsk, 2005, pp. 20-26. (in Russian)
4. Khromova L.M. *Kul'tivirovaniye verkhushechnykh meristem kartofelya dlya ozdorovleniya sortov ot virusnoy infektsii. Tkaneyvyye i kletochnyye kul'tury v selektsii rasteniy* [Cultivation of potato apical meristems for the recovery of varieties from viral infection. Tissue and cell cultures in plant breeding]. Moscow, 1990, 55 p. (in Russian)
5. Tulinov A. G., Shmorgunov G. T., Khurshkainen T. V., Skripova N. N. Ispol'zovaniye regulatora rosta rasteniy Verva dlya povysheniya urozhaynosti i kachestva kartofelya [Use of the plant growth regulator Verva to increase the yield and quality of potatoes]. *Zemledeliye* [Agriculture], 2010, no. 4, pp. 41-42 (in Russian)
6. Khripach V. A., Lakhvich F.A., Zhabinsk V.N. *Brassinosteroidy* [Brassinosteroids]. Minsk, Navuka i tehnika Publ., 1993, 287 p. (in Russian)
7. Vakulenko V.V., Shapoval O.A. *Novyye regulatory rosta v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve* [New regulators of growth in agricultural production]. AGRO XXI, 2001, no. 2, pp. 2-4 (in Russian)
8. Abdelaal H.K. Urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy tritikale pri primenenii regulatora rosta Reggi v usloviyakh tsentral'nogo rayona nechernozemnoy zony [Yield and grain quality of spring triticale when using Reggie growth regulator in the conditions of the central region of the non-chernozem zone]. *Plodorodiye* [Fertility], 2019, no. 6, pp. 18-21 (in Russian)
9. Turkish R.Kh., Polikarpov F.Ya. *Vegetativnoye razmnozheniye rasteniy s primeneniyem stimulyatorov rosta* [Vegetative propagation of plants using growth stimulants]. Moscow, Nauka Publ., 1968, 94 p. (in Russian)
10. Martinchik, T.N., Sapaleva E.G. Effektivnost' regulyatorov rosta rasteniy pri vozdeyvanii kartofelya na dernovo-podzolistoy rykhlosupeschanoy pochve [The effectiveness of plant growth regulators in the cultivation of potatoes on soddy-podzolic loose sandy soil]. *Pochvovedeniye i agrokimiya* [Soil science and agrochemistry], 2009, no. 2(43), pp. 197-205 (in Russian)
11. Prusakova, L.D., Malevannaya N.N., Belopukhov S.Yu., Vakulenko V.V. Regulatory rosta rasteniy s antistressovymi i immunoprotekturnymi svoystvami [Plant growth regulators with antistress and immunoprotective properties]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2005, no. 11, pp. 76-86 (in Russian)
12. Sidorenko T.N., Tihonova L.G. Vliyaniye tekhnologicheskikh priyemov na produktivnost' kartofelya raznykh grupp spelosti [Influence of processing efficiency methods of the potato different groupripeness]. *Kartofelevodstvo* [Potato Growing]. 2014, no. 22(1), pp. 150– 158 (in Russian).
13. *Biometry in MS Excel: Textbook*. Lebedko E.Ya., Khokhlov A.M., Baranovsky D.I., Getmanets O.M. *Biometriya v MS Excel: uchebnoye posobiye* [Biometry in MS Excel: Textbook]. St. Petersburg, Lan, 2020. 172 p. (in Russian).

Received 9 March 2023