

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Мушинский, доктор сельскохозяйственных наук

А.Ж. Саудабаева, кандидат биологических наук

Е.В. Аминова, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральный научный центр биологических систем и
агротехнологий РАН, Оренбург, Россия

E-mail: aleka_87@bk.ru

Ключевые слова: гибрид, картофель, патоген, урожайность, селекция

Реферат. Оценка и отбор селекционного материала по требуемым показателям в условиях конкретной зоны возделывания занимает главное место в работе по изучению селекционных гибридов. Получение новых перспективных сортов картофеля является важной задачей, стоящей перед селекционерами. По мнению учёных-аграриев, на фоне экономического кризиса и санкций главным инструментом в решении задачи обеспечения продовольственной безопасности страны в настоящее время является импортозамещение, предусматривающее, в первую очередь, увеличение выпуска отечественной продукции при снижении ввоза импортных товаров. Рост конкурентоспособности и экспортного потенциала национальных товаров на мировом продовольственном рынке является целью импортозамещения. Цель исследования состоит в изучении и отборе наиболее перспективных и адаптированных к условиям Оренбургской области гибридов картофеля из селекционного материала ФГБНУ «Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства». Исследования проведены в соответствии с Методикой исследований по культуре картофеля (1967), Международным классификатором СЭВ (1984), Методическими рекомендациями по методике ведения селекционного процесса по культуре картофеля (1980). Изучение потенциала формирования урожайности и поражаемости основными распространёнными патогенами у селекционных гибридов картофеля проводили на орошаемом участке К(Ф)Х «Хомутский В.И.» Переволоцкого района Оренбургской области в 2019–2021 гг. Почвенный покров опытного участка – чернозём южный среднелугосный среднеломощный. Из 19 исследованных гибридов за 3 года испытаний только 21 % формируют урожайность выше, чем у сорта-стандарта, остальные 79 % – намного ниже. За тот же период из изученных гибридов 26 % поражались распространёнными патогенами, максимальное поражение клубней картофеля столонной гнилью отмечалось у селекционных гибридов 13.20.101 (5,1 %), 13.10.11 (4,5 %) и М 14.16.25 (3,3 %), паршой обыкновенной – 13.32.1 (26,5 %), М 14.18.99 (18,3 %) и 13.20.9 (17 %). В результате работы выделен перспективный селекционный материал картофеля для дальнейшей работы, сочетающий низкую поражаемость с повышенной урожайностью – Ольгинск 13.30.2 (38,1 т/га), 10.76.1 (60,9 т/га), М 14.07.08 (38,1 т/га), М 14.07.6 (51,1 т/га).

RESULTS OF STUDYING PROMISING BREEDING POTATO HYBRIDS UNDER IRRIGATED CONDITIONS IN THE ORENBURG REGION

A.A. Mushinskiy, Doctor of Agricultural Sciences

A.Zh. Saudabaeva, PhD in Biological Sciences

E.V. Aminova, PhD in Agricultural Sciences

Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnology RAS, Orenburg, Russia

Keywords: *hybrid, potato, pathogen, yield, breeding.*

Abstract. The main focus of the work on breeding hybrids is the evaluation and selection of breeding material for the desired traits under the conditions of the specific cultivation zone. Obtaining new promising potato varieties is an important task that breeders face. Currently, import substitution is the main tool in solving the problem of food security in the country. Agricultural scientists understand import substitution as increasing the output of domestic products while reducing the import of imported goods, especially in times of economic crisis. Import substitution aims to increase national goods' competitiveness and export potential in the world food market. The purpose of this study is to study and select the most promising and adapted to the conditions of the Orenburg region potato hybrids from the breeding material of FSBSI (Federal State Budgetary Scientific Institution) "South Ural Research Institute (Research Institute) of Horticulture and Potato Production". The research was conducted by the Methodology of Potato Crop Research (1967), International Classifier of CMEA (Council for Mutual Economic Assistance) (1984), Methodological Recommendations on the Methodology of Breeding Processes for Potato Crop (1980). The authors studied the potential of yield formation and infestation by the main common pathogens in potato breeding hybrids were carried out on the irrigated plot of K(F)X (peasant farm) "Khomutsky V.I.". Perevolotsk district of Orenburg region in the period from 2019 to 2021. For the experimental plot, the soil cover was southern medium-humus medium-poddy chernozem. Of the 19 hybrids studied, only 21 % produced yields higher than those of the standard variety in the 3-year trials. The remaining hybrids, 79 %, show much lower yields. During the same period, 26 % of the hybrids studied were affected by common pathogens. The maximum damage of potato tubers by table rot was found in breeding hybrids 13.20.101 (5.1 %), 13.10.11 (4.5 %) and M 14.16.25 (3.3 %), common scab - 13.32.1 (26.5 %), M 14.18.99 (18.3 %) and 13.20.9 (17 %). As a result, the authors identified promising potato breeding material for further work. This hybrid is Olninsk13.30.2 (38.1 t/ha), 10.76.1 (60.9 t/ha), M 14.07.08 (38.1 t/ha), M 14.07.6 (51.1 t/ha). It combines low pathogen infestation and higher yields compared to other hybrids.

В нашей стране картофель занимает ведущее место по качественным показателям, питательности и пригодности к переработке. Например, картофельный белок хорошо известен своими питательными, эмульгирующими и антиоксидантными свойствами, которые делают его ценным источником белка для пищевой промышленности [1]. Клубни картофеля богаты также пищевыми волокнами, содержат медь, магний, фосфор, калий, селен, натрий, цинк, ниацин, витамины В₆, С, К [2–3]. Заявленная селекционерами потенциальная продуктивность картофеля достигает 50–90

т/га, но фактическая урожайность значительно ниже. Основным источником потерь урожая – болезни, вредители и неблагоприятные условия возделывания, которые могут снизить урожайность на 20–40% [4–5].

В хозяйствах Оренбургской области преимущественно возделываются импортные сорта картофеля, которые плохо приспособлены к региональным условиям [6]. Из-за высокой стоимости сельскохозяйственной техники, средств защиты, минеральных удобрений производитель не в состоянии повлиять на урожайность картофеля, которая за послед-

ние 5 лет в среднем не превышает 20 т/га и подвержена значительным колебаниям по годам [4, 6].

Цель исследований состоит в изучении и отборе наиболее перспективных и адаптированных к условиям Оренбургской области гибридов картофеля из селекционного материала ФГБНУ «Южно-Уральский НИИ садоводства и картофелеводства».

Агроклиматические условия Оренбургской области позволяют обеспечить высокую урожайность картофеля на орошении, но в настоящее время наблюдается тенденция к снижению площадей посадки и качества клубней на фоне увеличения спроса на данную продукцию. В этой связи остаётся актуальным решение проблемы совершенствования сортового состава картофеля для данного региона.

Сокращение длительности селекционного процесса в основном лимитируется максимальным проявлением и стабильностью признаков в первых поколениях вегетационного размножения. Ранний отбор по урожайности среди сеянцев первого года нежелателен, так как определяющий урожай признак – число стеблей на растение – формируется лишь после нескольких поколений. Кроме того, между числом клубней и средней урожайностью существует положительная корреляция [7]. В настоящее время нет однозначного ответа на вопрос, начиная с какой стадии селекционного процесса можно получать достоверные данные по отбору гибридных растений по продуктивности. Наиболее перспективным подходом, позволяющим судить о ценности селекционного материала, является предварительная оценка гибридов по основным хозяйственно-ценным признакам и поражаемости патогенами. Данные, полученные в результате 2–3-летнего исследования, дают возможность достоверно судить о целевом назначении гибридов.

На урожайность картофеля влияют 5 основных факторов: скорость развития растения, количество полностью функционирующей листовой ткани, продолжительность её функционирования, продуктивность и скорость формирования клубней. Наблюдая степень проявления основных факторов в оптимальных условиях прорастания картофеля и под воздействием тех или иных стрессов, можно в короткие сроки отобрать наиболее перспективные генотипы для данного региона.

Нами осуществлен сравнительный анализ сочетания значимых признаков у 19 селекционных гибридов, позволивший выделить формы с ярко выраженным и стабильным проявлением хозяйственно-ценных признаков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования были сорт-стандарт Невский и 19 селекционных гибридов картофеля среднеранней группы спелости – 14.26.5, М 14.18.99, 13.07.7, 13.20.9, 13.20.99, М 14.16.25, Ольгинск 13.30.2, М 14.17.48, 13.10.11, 10.67, 10.76.1, 12.2.8, М 14.21.11, 95.5.2-5, 13.32.1, М 14.13, М 14.07.08, М 14.07.6, 13.20.101.

Исследования проводили на орошаемом участке К(Ф)Х «Хомутский В.И.» Переволоцкого района в 2019–2021 гг. Предшественник – пар чёрный. Ежегодно вносили калийные удобрения, общая норма – $N_{75}P_{120}K_{112}$.

Посадку картофеля осуществляли четырёхрядной картофелесажалкой GRUSE FL-20KLZ с междурядьями 0,75 м и полугребневой заделкой клубней. Дата посадки в 2019 и 2021 гг. – 15 мая, в 2020 г. – 18 мая. Площадь делянки составила 140 м², учётная площадь – 70 м² (длина 50 м, ширина 1,4 м).

Расположение вариантов в повторении систематическое.

Учет болезней проводился по ГОСТ 29267-91, ГОСТ Р 55329-2012 (ИФА–тест), Методическим указаниям по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля ВИР (2010). Основные селекционные исследования проведены в соответствии с Методикой исследований по культуре картофеля (1967), Международным классификатором СЭВ (1984), Методическими рекомендациями по методике ведения селекционного процесса по культуре картофеля (1980).

Статистический анализ результатов исследований выполняли по методике Б.А. Доспехова [8] с помощью офисного программного комплекса Microsoft Office с применением программы Excel (Microsoft Office, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным климатического мониторинга, май 2021 г. оказался аномально жарким. За 2019–2021 гг. температура воздуха в мае ва-

рьировала от +4°C (6 мая) до +41°C (24 мая). Средняя температура воздуха в мае 2021 г. превысила норму на 3-7°C. Температура воздуха в июне варьировала от +10°C до +36°C, в июле от +10°C до +39°C, в августе от +7°C до +40°C [9].

В вегетационный период 2020 г. температура воздуха достигала отметки +35 °C и была выше нормы на 3,1°C. Максимальное количество осадков отмечено в мае – 54 мм и в июне – 60 мм, но в целом в 2020 г. выпало осадков на 17 мм меньше нормы [10].

Условия для роста и развития растений в вегетационный период 2019 г. были благоприятными. Осадков выпало на 54 мм больше нормы, температура воздуха была ниже нормы на 0,6°C [11].

Лучшими для условий Оренбургской области считаются селекционные гибриды со следующими признаками растений: растение полу- и прямостоячее, высокое или средней высоты, тип облиственности промежуточный или стеблевой; клубень округлый или удлиненный, с очень мелкой или мелкой глубиной глазков, с красной и белой окраской кожуры, с белой или желтой мякотью (таблица).

Морфологические признаки изучаемых селекционных гибридов

Morphological traits of the studied breeding hybrids

Селекционные гибриды	Морфологические признаки	
	растение	клубень
M14.18.99, 13.20.99, M14.16.25	Прямостоячее. Средней высоты. Тип облиственности стеблевой	Удлиненно-овальный, глубина глазков очень мелкая, окраска кожуры частично красная, окраска мякоти желтая
14.26.5, 95.5.2-5,	Раскидистое. Высокое. Тип облиственности промежуточный	Овально-округлый, глубина глазков мелкая, окраска кожуры желтая, окраска мякоти желтая
13.07.7, 13.20.9	Прямостоячее. Средней высоты. Тип облиственности стеблевой	Овально-округлый, глубина глазков средняя, окраска кожуры светло-бежевая, окраска мякоти желтая
10.76.1, 12.2.8, M 14.07.08	Раскидистое. Средней высоты. Тип облиственности стеблевой	Округлый, глубина глазков мелкая, окраска кожуры светло-бежевая, окраска мякоти желтая

Ольнинск 13.30.2, М 14.17.48, 13.20.101	Раскидистое. Низкое. Тип облиственности стеблевой	Овально-округлый, глубина глазков мелкая, окраска кожуры светло-бежевая, окраска мякоти белая
10.67, М 14.21.11, М 14.07.6	Полупрямостоячее. Средней высоты. Тип облиственности стеблевой	Удлиненный, глубина глазков мелкая, окраска кожуры частично красная, окра- ска мякоти светло-жёлтая
13.10.11, 13.32.1, М 14.13,	Полупрямостоячее. Средней высоты. Тип облиственности промежуточный	Удлиненный, глубина глазков очень мелкая, окраска кожуры частично крас- ная, окраска мякоти светло-жёлтая

По органолептическим качествам практически все изучаемые гибриды имели высокие показатели, за исключением М 14.21.11 – 3 балла. Наилучшую дегустационную оценку получили варианты Ольнинск 13.30.2, М 14.07.6 (5 баллов), 10.76.1 (4,5 балла), М 14.13 (4,7 балла).

За время исследования особое внимание уделялось таким показателям, как урожайность и товарность картофеля, в среднем за 3 года исследования по данным показателям выделились следующие гибриды: Ольнинск 13.30.2 (38,1 т/га), 10.76.1 (60,9 т/га), М 14.07.08 (38,1 т/га), М 14.07.6 (51,1 т/га), у остальных урожайность колебалась от 3,9 до 36,1 т/га, а товарность от 44,3 до 94,7 % (рис. 1).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по факторам «гибрид», «год»

и взаимодействию «гибрид-год» в условиях опытного участка показали достоверные различия между изученными гибридами по всем признакам (урожайность, товарность, поражаемость) для 5 %-го уровня значимости. По фактору «гибрид» полученные значения F составили 8,10–38,30 при стандартном значении критерия Фишера $F_{ст}$ 1,49; по фактору «год» – 6,90–156,50 при $F_{ст}$ 2,99; по взаимодействию «гибрид-год» – 1,40–10,50 при $F_{ст}$ 1,35. Дисперсионный анализ также позволил установить, что влияние генотипа всегда выше, чем влияние условий года выращивания.

Сравнительное изучение гибридов, не показывающих и показывающих симптомы поражения основными распространенными патогенами, позволило определить разную степень негативного влияния патогенов

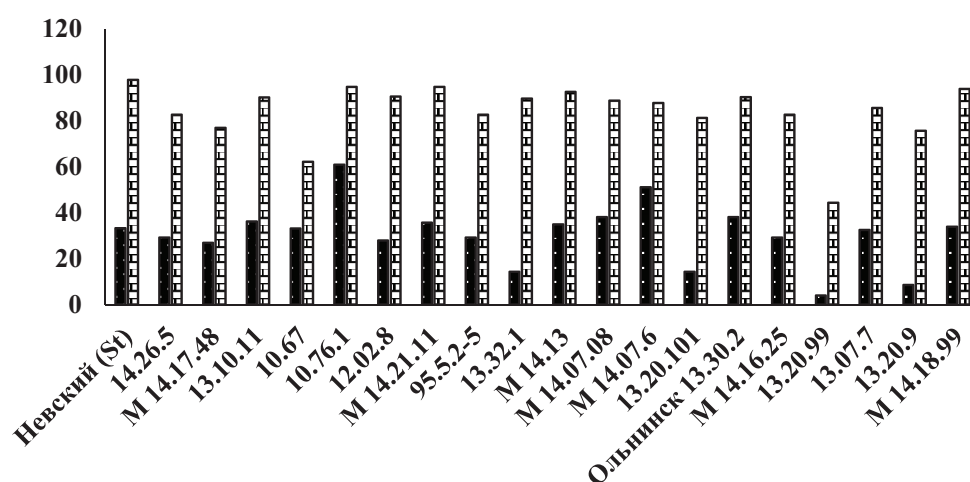


Рис. 1. Урожайность и товарность гибридов картофеля в среднем за 2019–2021 гг.

Fig. 1. Yield and marketability of potato hybrids on average for 2019–2021.

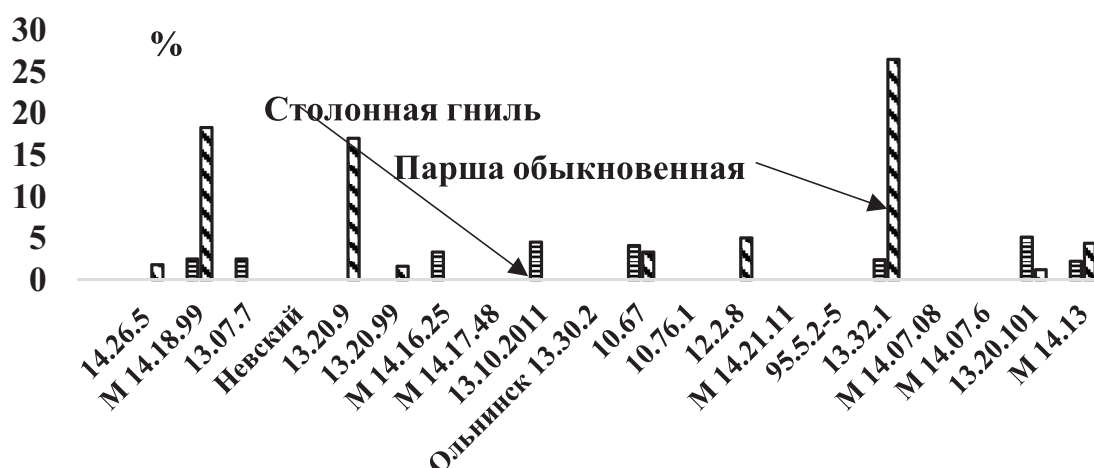


Рис. 2. Поражаемость селекционных гибридов картофеля распространенными патогенами (2019–2021 гг.)

Fig. 2. Infestation of breeding potato hybrids by common pathogens (2019–2021)

на формирование урожая клубней картофеля. Так, гибриды Ольгинск 13.30.2, 10.76.1, М 14.07.08, М 14.07.6, не проявляющие симптомы болезней, показали высокую урожайность. Нами было сделано предположение, что данные гибриды обладают толерантностью к парше обыкновенной и столонной гнили. Толерантность в представленном случае проявилась в виде устойчивости к негативному влиянию патогенов на продуктивность растений. Максимальное поражение клубней картофеля столонной гнилью отмечалось у селекционных гибридов 13.20.101 (5,1 %), 13.10.11 (4,5 %) и М 14.16.25 (3,3 %), паршой обыкновенной – 13.32.1 (26,5 %), М 14.18.99 (18,3 %) и 13.20.9 (17,0 %). Поражение клубней стандартного сорта Невский отсутствовало (рис. 2).

Поражаемость вирусами считается наиболее опасной и ежегодно обнаруживается в разных странах, потери урожая от них составляют от 20 до 90% [12–13], вирусы способны поражать как культурный, так и дикий картофель [14–15]. В своей работе A.V. Karasev, S.M. Gray [16] указывают, что потери зависят от сорта, количества заражённых растений в поле, времени инфицирования и ряда других факторов.

В ходе проведенных исследований у всех изученных гибридов не наблюдались патогены

ПВХ и PVY, за исключением стандартного варианта Невский.

Трёхлетний период исследований селекционных гибридов позволил оценить их стрессоустойчивость и возможности роста и накопления урожая при неблагоприятных условиях среды, таких как экстремально жаркая и сухая погода и развитие болезней. Учитывая это, нами во время селекционного процесса определены достаточно продуктивные гибриды с низкой поражаемостью патогенами.

ВЫВОДЫ

1. В результате комплексного трехлетнего исследования селекционных гибридов выявлены лучшие по значимым качественным и количественным признакам растений: Ольгинск 13.30.2 (38,1 т/га), 10.76.1 (60,9 т/га), М 14.07.08 (38,1 т/га), М 14.07.6 (51,1 т/га), сочетающие в себе высокую продуктивность и низкую поражаемость основными болезнями.

2. Полученные результаты можно рассматривать как первоначальный этап поиска перспективных для селекции гибридов и характеристики их адаптивных свойств, связанных с формированием урожайности.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2019–2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0011).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bártová V., Bárta J., Jarošová M. Antifungal and antimicrobial proteins and peptides of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers and their applications // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2019. – Vol. 103(14). – P. 5533–5547. – DOI: 10.1007/s00253-019-09887-9. Epub 2019 May 29. PMID: 31144014.
2. *Mechanisms* and recent advances in biological control mediated through the potato rhizosphere / S. D'Allo, A. Crépin, C. Barbey [et al.] // *FEMS Microbiol Ecol.* – 2011. – Vol. 75(3). – P. 351–364. – DOI: 10.1111/j.1574-6941.2010.01023.x. Epub 2011 Jan 12. PMID: 21204870.
3. Agarwal S., Fulgoni V.L. Intake of Potatoes Is Associated with Higher Diet Quality, and Improved Nutrient Intake and Adequacy among US Adolescents: NHANES 2001-2018 // *Analysis. Nutrients.* – 2021. – Vol. 13(8). – P. 2614. – DOI: 10.3390/nu13082614. PMID: 34444775; PMCID: PMC8400280.
4. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Саудабаева А.Ж. Подбор сортов картофеля для почвенно-климатических условий в Оренбургской области на орошении // *Известия НВ АУК.* – 2019. – № 2(54). – С. 105–112. – DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-12.
5. Camire M.E., Kubow S., Donnelly D.J. Potatoes and Human Health, Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2009. – Vol. 49, N 10. – P. 823–840. – DOI: 10.1080/10408390903041996.
6. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Саудабаева А.Ж. Толерантность сортов картофеля к *Streptomyces scabies* и *Fusarium oxysporum* в орошаемых условиях Оренбургской области // *Известия Самарской ГСХА.* – 2019. – № 4. – С. 8–12. – DOI: 10.12737/33172.
7. Khalid Zaheer, M. Humayoun Akhtar. Potato Production, Usage, and Nutrition—A Review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* – 2016. – Vol. 56, N5. – P. 711–721. – DOI: 10.1080/10408398.2012.724479.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 6-е, стер. – Москва: Альянс, 2011. – 350 с.
9. *Агрометеорологический декадный бюллетень по Оренбургской области за 2021 год* / Оренбургский ЦГМС – филиал ФГБУ «Приволжское УГМС». – Оренбург, 2021. – 170 с.
10. *Агрометеорологический декадный бюллетень по Оренбургской области за 2020 год* / Оренбургский ЦГМС – филиал ФГБУ «Приволжское УГМС». – Оренбург, 2020. – 169 с.
11. *Агрометеорологический декадный бюллетень по Оренбургской области за 2019 год* / Оренбургский ЦГМС – филиал ФГБУ «Приволжское УГМС». – Оренбург, 2019. – 168 с.
12. Jones R. Virus disease problems facing potato industries worldwide: viruses found, climate change implications rationalizing virus strain nomenclature and addressing the potato virus Y issue // *The Potato, botany, production and uses* / Ed. Navarre R. and Pavec M. – Washington State University, 2014. – P. 202–225.
13. *Potato Pathogens in Russia's Regions: An Instrumental Survey with the Use of Real-Time PCR/RT-PCR in Matrix Format* / A. Malko, P. Frantsuzov, M. Nikitin [et al.] // *Pathogens.* – 2019. – Vol. 8 (1). – P. 18. – DOI: 10.3390/pathogens8010018.
14. First report of seed-borne cherry leaf roll virus in wild potato, *Solanum macaule*, from South America / J. Crosslin, K.C. Eastwell, C.M. Davitt, J.A. Abad // *Plant Disease.* – 2010. – Vol. 94. – P. 782.
15. Широко распространенные и потенциально опасные для российского агропроизводства возбудители вирусных болезней картофеля / Е.В. Рогозина, Н.В. Мироненко, О.С. Афанасенко, Ю. Мацухито // *Вестник защиты растений.* – 2016. – № 4. – С. 24–33.
16. Karasev A.V., Gray S.M. Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 2013. – Vol. 51. – P. 571–586. – DOI: 10.1146/annurev-phyto-082712-102332.

REFERENCES

1. Bártová V., Bárta J., Jarošová M., Antifungal and antimicrobial proteins and peptides of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers and their applications, *Appl Microbiol Biotechnol.*, 2019, Vol. 103(14), pp. 5533–5547, DOI: 10.1007/s00253-019-09887-9. Epub 2019 May 29. PMID: 31144014.

2. Diallo S., Crépin A., Barbey C., Orange N., Burini J.F., Latour X., Mechanisms and recent advances in biological control mediated through the potato rhizosphere, *FEMS Microbiol Ecol.*, 2011, Vol. 75(3), pp. 351–64, DOI: 10.1111/j.1574-6941.2010.01023.x. Epub 2011 Jan 12. PMID: 21204870.
3. Agarwal S., Fulgoni V.L., Intake of Potatoes Is Associated with Higher Diet Quality, and Improved Nutrient Intake and Adequacy among US Adolescents: NHANES 2001-2018, *Analysis. Nutrients*, 2021, Vol. 13 (8), pp. 2614, DOI: 10.3390/nu13082614. PMID: 34444775; PMCID: PMC8400280.
4. Mushinskiy A.A., Aminova E.B., Saudabaeva A.Zh., *Izvestija NV AUK*, 2019, No. 2(54), pp. 105–112, DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-12. (In Russ.)
5. Camire M.E., Kubow S., Donnelly D.J., *Potatoes and Human Health, Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2009, Vol. 49, No. 10, pp. 823-840, DOI: 10.1080/10408390903041996.
6. Mushinskiy A.A., Aminova E.B., Saudabaeva A.Zh., *Izvestija Samarskoj GSHA*, 2019, No.4, pp. 8–12, DOI 10.12737/33172. (In Russ.)
7. Khalid Zaheer, M. Humayoun Akhtar, Potato Production, Usage, and Nutrition – A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2016, Vol. 56, No. 5, pp. 711 -721, DOI: 10.1080/10408398.2012.724479.
8. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experiment methodology: (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Al'yans, 2011, 350 p.
9. *Agrometeorologicheski jdekadnyj bjulleten' po Orenburgskoj oblasti za 2021 god* (Agrometeorological Decade Bulletin for the Orenburg Region for 2021), Orenburg, 2021, 170 p. (In Russ.)
10. *Agrometeorologicheskij dekadnyj bjulleten' po Orenburgskoj oblasti za 2020 god* (Agrometeorological Decade Bulletin for the Orenburg Region for 2020), Orenburg, 2020, 169 p. (In Russ.)
11. *Agrometeorologicheskij dekadnyj bjulleten' po Orenburgskoj oblasti za 2019 god* (Agrometeorological Decade Bulletin for the Orenburg Region for 2019), Orenburg, 2019, 168 p. (In Russ.)
12. Jones R. Virus disease problems facing potato industries worldwide: viruses found, climate change implications rationalizing virus strain nomenclature and addressing the potato virus Y issue, *The Potato, botany, production and uses*, Moscow, 2014, Washington State University, pp. 202–225.
13. Malko A., Frantsuzov P., Nikitin M. et al., Potato Pathogens in Russia's Regions: An Instrumental Survey with the Use of Real-Time PCR/RT-PCR in Matrix Format, *Pathogens.*, 2019, Vol. 8 (1), pp. 18, DOI:10.3390/pathogens8010018.
14. Crosslin J. Eastwell K.C., Davitt C.M., Abad J.A., First report of seed-borne cherry leaf roll virus in wild potato, *Solanum macaule*, from South America, *Plant Disease*, 2010, Vol. 94., pp. 782.
15. Rogozina E.V., Mironenko N.V., Afanasenko O.S., Macuhito Ju., *Vestnik zashhity rastenij*, 2016, No. 4, pp. 24–33. (In Russ.)
16. Karasev A.V., Gray S.M. Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato, *Annu. Rev. Phytopathol.*, 2013, No. 51, pp. 571–586, DOI 10.1146/annurev-phyto-082712-102332.