НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ПО АГРОНОМИИ

RESEARCH PAPERS ON AGRONOMY

№ 04 / 2022

ISSN 2658-7963

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ПО АГРОНОМИИ **SCIENTIFIC WORKS ON AGRONOMY**

№ 4. 2022

ISSN 2658–7963
DOI: 10.35244/2658–7963–2022–7–4

Учредитель:
ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха»

Established by:
Russian Potato Research Center

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС 77–80056 от 25.12.2020

Certificate of registration of mass media:
PI № FS 77–80056 от 25.12.2020

Журнал включен в системы Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Materials are posted on the portal of the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU

Журнал выходит с 2019 г.

Published since 2019

Периодичность издания – 4 раз в год

Periodicity: four times a year

Адрес журнала во всемирной сети Интернет:

Address of the scientific journal on the Internet:

Электронный почтовый ящик:
agronomyscientific@yandex.ru

E-mail:
agronomyscientific@yandex.ru

Адрес редакции:
188338, Ленинградская область, Гатчинский район, д. Белогорка, ул. Институтская 1.
+7 (813) 719–12–51

Publisher address:
188338, Leningrad region, Gatchina district, village of Belogorka, st. Institute 1.
+7 (813) 719–12–51

К рассмотрению принимаются материалы, которые соответствуют научным специальностям действующего паспорта Высшей аттестационной комиссии по направлениям:

- 01.06 Биотехнология
- 01.01 Общее земледелие
- 01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель
- 01.04 Агрохимия
- 01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений
- 01.07 Защита растений
- 01.09 Овощеводство

For consideration, publications in the following areas are accepted, which correspond to the scientific specialties of the current passport of the Higher Attestation Commission in areas:

- 01.06 Biotechnology
- 01.01 General farming
- 01.02 Land reclamation, reclamation and protection
- 01.04 Agrochemistry
- 01.05 Selection and seed production of agricultural plants
- 01.07 Plant protection
- 01.09 Vegetable growing

Все поступившие в редакцию материалы подлежат двойному анонимному рецензированию.

All materials submitted to the editors are subject to double anonymous review

Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции.

Opinions of the authors may not coincide with the point of view of the editors

Редакция в своей деятельности руководствуется рекомендациями Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics).

The editors are guided by the recommendations of the Ethics Committee for Scientific Publication (Committee on Publication Ethics)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

УДК 633. 491; 661.162
DOI: 10.35244/2658-7963-2021-7-4-5-14

АСПЕКТЫ РЕГУЛЯЦИИ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ

Аникина И. Н.[1]

[1] НАО Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан

В обзоре рассмотрены подходы использования регуляции роста в процессе онтогенеза картофеля. Использование возможностей управления растительным организмом имеет большое значение для семеноводства картофеля, как фактор повышения коэффициента размножения, для разработки методик программирования, моделирования и прогнозирования урожая семян. Возрастающая роль и значение регуляторов роста растений вызывает необходимость глубокого изучения природы действия этих соединений с использованием современных биохимических и молекулярно-генетических методов.

Ключевые слова: фитогормоны, биопрепараты, рост растений, картофель, ризобактерии, обработки.

Вопросы управления ростом и развитием растительного организма на протяжении развития растениеводства всегда привлекали исследователей.

За последнее столетие сделаны большие успехи в изучении регуляторов роста, их влияния на индивидуальное развитие и периодичность роста растений, раскрыты молекулярные и генетические основы регуляции процессов развития растений в онтогенезе и филогенезе [35].

В настоящее время список соединений, проявляющих гормональную активность в отношении растений расширился, кроме традиционных гиббереллинов, ауксинов, цитокининов, абсцизовой кислоты и этилена он включает новые физиологически активные соединения, которые так же проявляют свойства регуляторов роста, к ним относятся жасмониевая кислота и её соли, брассиностероиды, салициловая кислота, фузикокцин и другие.

Все эти фитогормоны и их аналоги обладают общими свойствами: они образуются в растениях в малых количествах, легко передвигаются из одной части в другую и вызывают значительные метаболические и формообразовательные эффекты [15, 18, 19, 22, 31].

Для выяснения конкретной роли фитогормонов в клубнеобразовании перспективным решением является применение современных биохимических и молекулярно-генетических методов. Большой интерес представляет изучение направленного изменения эндогенного содержания гормонов в растениях картофеля, с использованием трансгенного подхода [31, 35].

Регуляторы роста в настоящее время стали неотъемлемым элементом современного растениеводства, позволяющим решать многие проблемы, а также эффективным и доступным инструментом повышения рентабельности сельскохозяйственного растениеводства [15, 17, 18].

В исследованиях Mani показана, эффективность предпосадочной обработки клубней тиомочевиной на прекращение периода покоя и всхожесть картофеля. Под действием тиомочевины происходило подавление активности каталаз и увеличение концентрации перекиси водорода, что и вызывает прерывания покоя клубней [14].

Другими исследователями показано положительное влияние тиомочевины на формирование и высоту стеблей картофеля и урожайность клубней [31].

По мнению Зейрук В. Н., Глёз В. М. использование регуляторов роста для предпосадочной обработки клубней является дополнительным приемом повышения устойчивости картофеля к болезням и повышению урожайности. В качестве эффективных препаратов авторы назвали: Бигус, Эпин-Экстра, Циркон, Вэрва, Крезацин, Мивал-Агро [30].

В работах S. V. Murashev и др. показан положительный эффект обработок картофеля регуляторами роста на основе аминокислот на продуктивность, которая повысилась на 20–30 %. При этом отмечено сокращение межфазного периода развития на 20 % и сокращение вегетационного периода на 5–10 дней [15].

Препараты группы ретардантов широко используются в сельскохозяйственном растениеводстве [26]. В семеноводстве картофеля данные препараты используется для повышения коэффициента размножения, одно из характерных проявлений их действия – торможение роста, благодаря этому повышается механическая прочность тканей стебля, что положительно влияет на приживаемость рассады меристемного картофеля [1, 8].

Ряд исследователей выяснили, что в результате воздействия препарата хлорхолинхлорид (ССС) на картофеле ингибируется рост стеблей, уменьшается длина и число междоузлий, увеличивается число листьев и их размеры, уменьшается длина столонов и ускоряется созревание клубней [8, 23].

Доказана связь обработок ретардантами с образованием в растениях одних гормональных веществ и снижением количества других. Так Wang Huiqun и Xiao Langtao показали, что в результате внекорневой обработки растений картофеля препаратом хлорхолинхлоридом (ССС) в дозировке 2,0 г $л^{-1}$ в листьях повышалось содержание индолуксусной-3-кислоты (ИУК) и зеатина, при этом содержание абсцизовой кислоты снижалось. Было определено, что данный препарат оказывает значительную регулирующую роль на фотосинтез растений, под его воздействием повысилась устьичная проводимость, чистая скорость фотосинтеза и интенсивность транспирации. В результате повысилась урожайность и качество клубней [23].

У растений томатов, по данным Пучкова М., обработанных 0,2 %-м раствором ССС, уменьшалась высота главного стебля в 1,5–2,0 раза, увеличивалось число настоящих листьев и толщина главного стебля. В результате рассада отличалась повышенной засухоустойчивостью, выдерживала снижение температуры воздуха до минус 2,0 °С, повышалась ее приживаемость. На обработанных растениях плоды созревали на 3–5 дней раньше обычных сроков, а количество красных плодов увеличилось на 8–12 %. Выход ранней продукции при многократных сборах возрос на 25–30 % [19].

Известно использование цитокининов для улучшения роста сельскохозяйственных растений, выращиваемых в условиях повышенной солености и заболоченных почв [31].

Большое значение имеют регуляторы роста для размножения картофеля *in vitro* [1, 11, 22]. Под контролем представителей двух групп регуляторов роста: ауксинов и цитокининов находятся процессы дифференциации и каллусогенеза. Кроме того, они влияют на процессы морфогенеза и клубнеобразования *in vitro*. Первая публикация об индукции клубнеобразования *in vitro* сделаная Баркером в 1953 году указывала на стимулирующее действие кинетина на образование микроклубней из пазушных

почек столонов (Chandra & Birhman, 1994) [3]. Дополнительные данные о роли цитокининов в образовании клубней получены при изучении трансгенных растений с экспрессией гена изопентенилтрансферазы (ipt Ti-плазмиды *Agrobacterium tumefaciens*) [44]. Роль цитокининов в клубнеобразовании подтверждается большим количеством исследований [9, 11, 22].

Лучше всего в процессе клубнеобразования изучена роль гиббереллинов. Обработки гиббереллинами усиливали рост в длину стеблевых органов растений и оказывали стимулирующее влияние на инициацию, рост и ветвление столонов у картофеля и препятствовали образованию клубней *in vitro* [9, 24]. В настоящее время имеются данные о существенном влиянии гиббереловой кислоты на экспрессию генов картофеля, связанных с углеводным и белковым метаболизмом в листьях, генов, которые связаны с фотопериодической регуляцей клубне образования [31].

Получены данные об использовании *in vitro* недавно признанных фитогормонов.

По данным Zhang [25] при использовании жасмоновой кислоты в среде Мурасиге и Скуга в концентрации 0,2–2 мг $дм^{-3}$ жасмоновой кислоты было значительно увеличено побегообразование и корнеобразование при культивировании регенерантов картофеля сортов Helanwuhua и Favorita.

При исследовании совместного влияния соединений жасмоновой кислоты и цитокинина бензиладенина на клубнеобразование картофеля (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro* было выявлено, что бензиладенин подавлял действие жасмонатов и ингибировал рост корней и клубнеобразование [20].

Метод размножения картофеля *in vitro* открыл новую веху в картофелеводстве. Использование оздоровленного от вирусов исходного материала стало основой современного семеноводства картофеля. При этом на каждом этапе воспроизводства семян начиная от меристемной культуры активно используются регуляторы роста [2, 9, 11, 12, 20, 22, 24, 27].

Особенности длительного культивирования в условиях *in vitro* по мнению Овэс Е. В. И Гаитовой Н. А. связаны с возможной клеточной дестабилизацией культуры, которая происходит в том числе по вине гормональных препаратов, используемых в питательных средах [32].

Гормоны играют ключевую роль в формировании и росте клубней картофеля. При этом установлено, что те же препараты, (гибберелловая кислота, индолилмасляная кислота и кинетин), которые участвуют в формировании клубней *in vitro*, они показывают положительный результат на клубнеобразование in vivo при обработке ими ботвы картофеля в фазу бутонизации- цветения [17, 18, 27].

Важнейшее значение в процессе воспроизводства растениеводческой продукции имеет свойство регуляторов роста повышать адаптивные функции растительного организма. Так установлено, регулятор роста брассинолид в условиях засоления увеличивает скорость фотосинтеза и флуоресценцию хлорофилла в растениях, а также показано, что регуляторы роста растений на основе гибберелловых кислот и кинетин могут быть использованы для улучшения физиологических показателей растений в стрессовых условиях [31].

Petrov A. и др. показали, что при использовании внекорневых обработок посадок картофеля регуляторами роста Эпин-Экстра и Циркон было отмечено сокращение вегетационного периода на 3–5 дней; снизилось распространение болезней в 1,5–2 раза; повышение урожайности составило 8,3 т/га [18].

В последнее время возрос интерес к препаратам природного происхождения, которые получают из растительного или микробного сырья, они не уступают по своему действию синтетическим гормональным препаратам [4, 5, 34]. Так Dahshan, и др. установлено положительное влияние обработки как традиционными фитогормонами: гиббереллловая кислота (GA3), индол-3-масляная кислота (IBA), так и растворами природных препаратов (экстракт чеснока, дрожжевой экстракт, экстракт зеленого чая) на урожайность картофеля [4].

Использование биопрепаратов стало биобезопасной альтернативой, позволяющей сократить использование агрохимикатов [6, 7, 28, 33]. Среди биопрепаратов наибольшее распространение в практике получили препараты на основе микроорганизмов. Усилиями многих ученых заложена научная основа для выяснения роли микроорганизмов в качестве стимуляторов урожайности и индукторов устойчивости.

Способность бактерий к мобилизации питательных веществ из труднорастворимых компонентов почвы привела к широкому использованию коммерческих бактериальных препаратов в сельскохозяйственном растениеводстве, которые ошибочно называют бактериальными удобрениями, хотя их функции не ограничиваются этим свойством [21, 34]. Кроме того, бактерии способны к выделению веществ гормональной природы и биофунгицидов, что приводит не только к улучшению роста растений, но повышает их устойчивость к различным биотическим и абиотическим воздействиям [2, 44].

Следует отметить, что положительное влияние на растения оказывают микробные препараты различного происхождения [46]. Установлено, что для стимуляции роста и повышения устойчивости растений могут выступать вторичные метаболиты микроорганизмов (бактерий р. *Bacillus*, грибов р. *Fusarium*, симбиотрофных грибов-эндофитов, трутовых грибов и др.) [46]. Кроме того, доказана положительная роль обработок препаратами на основе дрожжей. который содержит много ценных для растений веществ, а именно, цитокинины, углеводы, аминокислоты, ферменты и витамины B1, B2, B3 и др. на развитие и продуктивность картофеля [6, 21].

Наиболее изучена роль ризосферных бактерий в стимуляции роста растений и синтезе различных видов бактериоцинов и белков экзо-токсинов, которые представляют собой биологически активные пептидные фрагменты с фунгицидным действием [13, 21].

Например, *Azospirillum brasilense*, *Agrobacterium spp.*, *Bradyrihizobium spp.*, *Enterobacter spp.* и *Rhizobium legominosarum*, могут продуцировать индол-3-уксусную кислоту, ауксин, который способствует росту растений. [21, 33].

Большой интерес к положительному влиянию ризобактерий, способствовал созданию большого количества коммерческих микробных препаратов, использование которых содействует повышению эффективности растениеводства. [31, 34]. Они способствуют росту растений, влияя на выработку растительных гормонов, связывание железа с помощью сидерофора, управление стрессом с помощью ключевых ферментов, таких как 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат (ACC), и разложение органического вещества почв.

В то же время возрастает интерес к биологически активным веществам растений, которые так же показывают положительные результаты в повышении продуктивности и адаптационных свойств [28]. Растения являются доступным сырьем, содержащим огромное количество ценных биологически активных веществ разного спектра

действия, которые с давних пор применяются в том числе растениеводстве. [5, 6, 7, 16, 28, 29].

Давидянц Э. С. обобщив результаты многочисленных исследований предположила, что именно тритерпеновые гликозиды участвуют в регуляции физиолого-биохимических процессов, лежащих в основе роста, развития и стрессоустойчивости растений. Растения, имеющие в своем составе этот класс биологически активных соединений, согласно её исследованиям, могут выступать в качестве сырья для растительных стимуляторов роста [5].

Усилиями многих ученых доказана роль биологически активных соединений растений (эпибрассинолид, флавоноиды, стероидные гликозиды, тритерпеновые и гидроксикоричные кислоты и др.), в регуляции ростовых процессов и повышении урожайности и устойчивости к стрессам и патогенам [6, 7, 16].

Многими исследователями отмечен положительный эффект использования биопрепаратов на основе стероидных гликозидов (вторичных метаболитов растений), в том числе и на культуре картофеля. При использовании препаратов павстим, молдстим, эмистим на культуре томата в защищенном грунте, прирост урожая составил более 30 %, при этом отмечено повышение качества плодов и снижение инфекционного потенциала почвы [29]. Особенно существенный иммунорегулирующий результат стероидные гликозиды оказывают при биотических и абиотических стрессах [33].

Данные утверждения подтверждаются результатами исследований Аникиной И. Н. и др. проведенных в условиях северо-востока Казахстана получены данные, свидетельствующие о значительном стимулирующем эффекте настоя Паслена черного, имеющего в своем составе стероидные гликозиды, стероидные алкалоиды, стероидные олигогликозиды на продуктивность картофеля. Увеличение общей массы клубней одного куста при обработке препаратом в среднем составило 34 %. Прирост продовольственной фракции клубней составил 46 % [28].

В настоящее время на практике подтверждена эффективность препаратов биосил, новосил, силк, полученных на основе экстрактов пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) [29]. Данные препараты проявляют не только рострегулирующие, но и фунгицидные действия [7]. Применение этих препаратов повышает устойчивость растения к различным заболеваниям, при этом повышается активность генов стрессоустойчивости. [31].

Так, Зайцева Н. В. в качестве сырья для стимулирующих препаратов она предложила использовать такие растения как *Melilotus officinalis (L.) Pall.* и *Melilotus albus Medikus, Oberna behen (L.) Ikonn.*, *Ribes fragrans Pall.*, *Sanguisorba officinalis L., Chamaenerion angustifolium (L.) Scop. Plantago major L.*, *Ledum palustre L.*, *Artemisia vulgaris L.*, *Artemisia lagocefala (Bess.)*, *Tanacetum vulgare L.*, *Trifolium pratense L., Rubus idaeus L.*, *Equisetum arvense L.*, *Artemisia integrifolia L., Galium album Mill.* В данных исследованиях выявлено, что обработка растительными экстрактами не только повышала всхожесть семян, но и значительно повышала стрессоустойчивость обработанных растений [28].

В связи с возрастанием роли регуляторов роста и значением их для современного растениеводства необходимо более глубокое изучение внутренних механизмов действия этих соединений. Известно, что биосинтез фитогормонов и ингибиторов, их инактивация и функционирование находятся под непосредственным контролем клеточного ядра [35]. В свою очередь фитогормоны оказывают влияние на функционирование ядра и других генетических структур в клетке через цитоплазматические индукторы и ингибиторы.

Метилирование ДНК является одним из путей гормонального влияния, связанных с репрессией и дерепрессией генов. Под его влиянием усиливается или ослабляется, а также может быть прекращена экспрессия соответствующих генов на конкретном этапе онтогенеза. Функциональная активность генов в значительной степени зависит от места локализации от количества присоединяющихся или освобождающихся метильных групп [35].

Выявление конкретных зависимостей между указанными показателями метилирования и функционирования генов – одна из важнейших задач изучения гормонально-генетического контроля роста и развития растений, которую еще предстоит решить.

Список литературы

1. Anikina I. N., Adamzhanova Zh. A. New aspects of regulation of plant growth *in vitro* // Advanced Studies in Science: Theory and Practice. – 2015. – № 3. – P. 289–294
2. Bulgarelli D., Schlaeppi K., Spaepen S., Ver Loren van Themaat E., Schulze-Lefert P. Structure and function of bacterial microbiota of plants // Annu. Rev. Plant Biol. – 2013. – № 64. – P. 807–838.
3. Chandra R., Birhman R. K. *In vitro* micro propagation in relation to pedigree in potato // J. Indian Potato Assoc. – 1994. – № 21. – P. 87.
4. Dahshan M. A., Zaki H. E. M., Moustafa Y. M. M., Abdel-Mageed Y. T., Hassan M. A. M. Effect of some growth regulators and natural extracts on yield and quality of potato Minia // J. of Agric. Res. & Develop. – 2018. – № 2 (38). – P. 271–295.
5. Davidyants E. S. Effect of triterpene glycol-sides on a and ß amylase activity and total protein content in wheat seedlings // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2011. – № 5(47). – P. 530–536.
6. Godlewska K., Ronga D., Michalak I. Plant extracts – importance in sustainable agriculture // Italian Journal of Agronomy. – 2021. – № 16(2). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – (дата обращения: 27.05.2022).
7. Gorbyleva E. L., Borovskii G. B. Growth and stability biostimulators for plants containing terpenoids and other biologically-active compounds // Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. – 2018. – № 4 (8). – P. 32–41.
8. Hossain Md., Hossain Md., Hossain T., Haque M., Quamruzzaman Md., Sarkar M. D. Varietal response to benzylaminopurine and chlorocholine chloride on *in vitro* tuberization of potato // Agricultural Research. – 2019. – № 8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/331842517_Varietal_Response_to_Benzylaminopurine_and_Chlorocholine_chloride_on_In_Vitro_Tuberization_of_Potato – (дата обращения: 27.05.2022).
9. Koda Y., Okazawa Y. Influences of environmental, hormonal and nutritional factors on potato tuberization *in vitro* // Japan Jour. Crop Sci. – 1983. – № 52. – P. 592–591.
10. Kulen O., Stushnoff C., Davidson R., Holm D. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield // American Journal of Potato Research. – 2011. – № 88. – P. 167–174.
11. Kumari M. Effect of kinetin on growth and development of microtubers of potato (*Solanum Tuberosum* L.) // International Journal of Multidisciplinary Research Configuration. – 2021. – № 1. – P. 48–54.
12. Kumlay A., Kaya C., Yildirim B. Different plant growth regulators on improvement of potato (Solanum tuberosum L.) micropropagation // Journal of the Institute of Science and Technology. 2021. № 11. P. 1603–1615.

13. Lone R., Shuab R., Sharma V., Kumar V., Mir R., Koul K.K. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and development of potato (*Solanum tuberosum*) // Plant. Asian Journal of Crop Science. – 2015. – № 7. – P. 233–243.
14. Mani F., Bettaieb T., Doudech N., Hannachi C. Effect of hydrogen peroxide and thiourea Яon dormancy breaking of microtubers and field-grown tubers of potato // African Crop Science Journal. – 2013. – № 21(3). – P. 221–234
15. Murashev S.V., Kiru S.D., Verzhuk V.G., Pavlov A.V. Potato plant growth acceleration and yield increase after treatment with an amino acid growth stimulant // Agronomy Research. – 2020 – № 18(2). – P. 494–506.
16. Ohara S., Ohira T. Plant growth regulation effects of triterpenoid saponins // Journal of Wood Science. – 2003. – № 1 (49). – P. 0059–0064.
17. Pavlista A. Growth Regulators Increased Yield of Atlantic Potato // American Journal of Potato Research. – 2011. – № 88. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/257776393_Growth_Regulators_Increased_Yield_of_Atlantic_Potato – (дата обращения: 27.05.2022).
18. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество картофеля / А.Ф. Петров, Р.Р. Галеев, Н.В. Гаврилец [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 2(59). – С. 62–72. – DOI 10.31677/2072–6724–2021–59–2–62–72.
19. Puchkov M., Abdelkader M. Effects of plant growth regulators on vegetables crops // Natural sciences. – 2017. – № 58. – P. 013–022.
20. Sarkar D., Pandey S., Sharma S. Cytokinins antagonize the jasmonates action on the regulation of potato (*Solanum tuberosum*) tuber formation *in vitro* // Plant Cell Tissue and Organ Culture. – 2006. – № 87. – P. 285–295. – DOI: 10.1007/s11240–006–9166–3.
21. Vissey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and Soil. – 2003. – № 225. – P. 571–586
22. Vural G., Özsan T., & Gozen V., Onus A. *In Vitro* Micro Tuber Formation in Potato (Solanum tuberosum L.): is there any Relation between Methyl Jasmonate, Sugars, and Explants // International Journal of Biotech Trends and Technology. – 2018. – № 8. – P. 1–8. – DOI: 10.14445/22490183/IJBTT-V8I1P601.
23. Wang H., Xiao L. Effects of Chlorocholine Chloride on Phytohormones and Photosynthetic Characteristics in Potato (Solanum tuberosum L.). Journal of Plant Growth Regulation. – 2008. – № 28. – P. 21–27.
24. Xu X., van Lammeren A., Verner E., Vreugdenhil D. The role of gibberellin, abscisic acid and sucrose in the regulation of potato tuber formation *in vitro* // Plant Physiol. – 1998. – № 117. – P. 575–584
25. Zhang Z., Zhou W., Li H., Zhang G., Kaisrajan S., Yu J. Effect of jasmonic acid on *in vitro* explant growth and microtuberization in potato // Biologia Plantarum. – 2006. – № 50. – P. 453–456.
26. Zheng R.R., Wu Y., Xia Y.P. Chlorocholine chloride and paclobutrazol treatments promote carbohydrate accumulation in bulbs of Lilium Oriental hybrids ‘Sorbonne’ // Journal of Zhejiang University. Science. – 2012. – № 13(2). – P. 136–144.
27. Аникина И.Н. Сравнительная характеристика эффективности внекорневых стимулирующих обработок посадок меристемного картофеля в условиях северо-востока Казахстана // Вестник Семипалатинского государственного университета им. Шакарима. – 2013. – № 3 (63). – С. 79–82

28. Аникина И. Н. Перспективы использования фитопрепарата на основе *Solanum Nigrum* в картофелеводстве // Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты». Том II. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. 2021. – С. 14–18
29. Горбылева Е. Л., Боровский Г. Б. Биостимуляторы роста и устойчивости растений терпеноидной природы и другие биологически активные соединения, полученные из хвойных пород // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – № 4 (27). – С. 32–41.
30. Зейрук В. Н., Глёз В. М. Подготовка семенного материала и посадка картофеля // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 61–63.
31. Князева Т. В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае: монография / Т. В. Князева. – Краснодар: ЭДВИ, 2013. – 128 с.
32. Овэс Е. В., Гаитова Н. А. Новые элементы технологии оздоровления и получения базовых клонов перспективных сортов и гибридов картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 11. – С. 60–62.
33. Поликсенова В. Д. Индуцированная устойчивость растений к патогенам и абиотическим стрессовым факторам // Вестник БГУ. – 2009. – № 1. – С. 48–60
34. Соколова М. Г., Акимова Г. П., Рудиковский А. В., Глянько А. К., Вайшля О. Б. Бактериальные биопрепараты и их влияние на урожай томатов и картофеля // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 26–27
35. Шевелуха В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. – М.: Колос, 1997. – 594 с.

Об авторах:

Аникина Ирина Николаевна, к. с.-х. н., доцент, НАО Торайгыров университет, e-mail: anikina.i@mail.ru

ASPECTS OF POTATO PLANT DEVELOPMENT REGULATION

Anikina I. N.[1]

[1] Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

The review considers approaches to the use of growth regulation in the process of potato ontogenesis. The use of management capabilities of plant organism is a great importance for potato seed production, as an increasing the multiplication factor, for developing methods for programming, modeling and prognostication seed yield. The growing role and importance of plant growth and development regulators need a deep study of the nature of the action of these compounds using modern biochemical and molecular genetic methods.

Keywords: phytohormones, biological preparations, plant growth, potatoes, rhizobacteria, treatments.

References

1. Anikina I. N., Adamzhanova Zh. A. New aspects of regulation of plant growth *in vitro* // Advanced Studies in Science: Theory and Practice. – 2015. – № 3. – P. 289–294

2. Bulgarelli D., Schlaeppi K., Spaepen S., Ver Loren van Themaat E., Schulze-Lefert P. Structure and function of bacterial microbiota of plants // Annu. Rev. Plant Biol. – 2013. – № 64. – P. 807–838.
3. Chandra R., Birhman R. K. *In vitro* micro propagation in relation to pedigree in potato // J. Indian Potato Assoc. – 1994. – № 21. – P. 87.
4. Dahshan M. A., Zaki H. E.M., Moustafa Y. M.M., Abdel-Mageed Y. T., Hassan M. A. M. Effect of some growth regulators and natural extracts on yield and quality of potato Minia // J. of Agric. Res. & Develop. – 2018. – № 2 (38). – P. 271–295.
5. Davidyants E. S. Effect of triterpene glycol-sides on a and ß amylase activity and total protein content in wheat seedlings // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2011. – № 5(47). – P. 530–536.
6. Godlewska K., Ronga D., Michalak I. Plant extracts – importance in sustainable agriculture // Italian Journal of Agronomy. – 2021. – № 16(2). [Access mode]. – Access mode: – (date of appeal: 27.05.2022).
7. Gorbyleva E. L., Borovskii G. B. Growth and stability biostimulators for plants containing terpenoids and other biologically-active compounds // Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. – 2018. – № 4 (8). – P. 32–41.
8. Hossain Md., Hossain Md., Hossain T., Haque M., Quamruzzaman Md., Sarkar M. D. Varietal response to benzylaminopurine and chlorocholine chloride on *in vitro* tuberization of potato // Agricultural Research. – 2019. – № 8. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/331842517_Varietal_Response_to_Benzylaminopurine_and_Chlorocholine_chloride_on_In_Vitro_Tuberization_of_Potato – (date of appeal: 27.05.2022).
9. Koda Y., Okazawa Y. Influences of environmental, hormonal and nutritional factors on potato tuberization *in vitro* // Japan Jour. Crop Sci. – 1983. – № 52. – P. 592–591.
10. Kulen O., Stushnoff C., Davidson R., Holm D. Gibberellic acid and ethephon alter potato minituber bud dormancy and improve seed tuber yield // American Journal of Potato Research. – 2011. – № 88. – P. 167–174.
11. Kumari M. Effect of kinetin on growth and development of microtubers of potato (*Solanum Tuberosum* L.) // International Journal of Multidisciplinary Research Configuration. – 2021. – № 1. – P. 48–54.
12. Kumlay A., Kaya C., Yildirim B. Different plant growth regulators on improvement of potato (Solanum tuberosum L.) micropropagation // Journal of the Institute of Science and Technology. 2021. № 11. P. 1603–1615.
13. Lone R., Shuab R., Sharma V., Kumar V., Mir R., Koul K. K. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and development of potato (*Solanum tuberosum*) // Plant. Asian Journal of Crop Science. – 2015. – № 7. – P. 233–243.
14. Mani F., Bettaieb T., Doudech N., Hannachi C. Effect of hydrogen peroxide and thiourea Яon dormancy breaking of microtubers and field-grown tubers of potato // African Crop Science Journal. – 2013. – № 21(3). – P. 221–234
15. Murashev S. V., Kiru S. D., Verzhuk V. G., Pavlov A. V. Potato plant growth acceleration and yield increase after treatment with an amino acid growth stimulant // Agronomy Research. – 2020 – № 18(2). – P. 494–506.
16. Ohara S., Ohira T. Plant growth regulation effects of triterpenoid saponins // Journal of Wood Science. – 2003. – № 1 (49). – P. 0059–0064.
17. Pavlista A. Growth Regulators Increased Yield of Atlantic Potato // American Journal of Potato Research. – 2011. – № 88. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/257776393_Growth_Regulators_Increased_Yield_of_Atlantic_Potato – (date of appeal: 27.05.2022).

18. Influence of growth regulators on potato yield and quality / A. F. Petrov, R. R. Galeev, N. V. Gavrilets [et al.] // Bulletin of NGAU (Novosibirsk State Agrarian University). – 2021. – № 2(59). – P. 62–72. – DOI 10.31677/2072–6724–2021–59–2–62–72.
19. Puchkov M., Abdelkader M. Effects of plant growth regulators on vegetables crops // Natural sciences. – 2017. – № 58. – P. 013–022.
20. Sarkar D., Pandey S., Sharma S. Cytokinins antagonize the jasmonates action on the regulation of potato (*Solanum tuberosum*) tuber formation *in vitro* // Plant Cell Tissue and Organ Culture. – 2006. – № 87. – P. 285–295. – DOI: 10.1007/s11240–006–9166–3.
21. Vissey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and Soil. – 2003. – № 225. – P. 571–586
22. Vural G., Özsan T., & Gozen V., Onus A. *In Vitro* Micro Tuber Formation in Potato (Solanum tuberosum L.): is there any Relation between Methyl Jasmonate, Sugars, and Explants // International Journal of Biotech Trends and Technology. – 2018. – № 8. – P. 1–8. – DOI: 10.14445/22490183/IJBTT-V8I1P601.
23. Wang H., Xiao L. Effects of Chlorocholine Chloride on Phytohormones and Photosynthetic Characteristics in Potato (Solanum tuberosum L.). Journal of Plant Growth Regulation. – 2008. – № 28. – P. 21–27.
24. Xu X., van Lammeren A., Verner E., Vreugdenhil D. The role of gibberellin, abscisic acid and sucrose in the regulation of potato tuber formation *in vitro* // Plant Physiol. – 1998. – № 117. – P. 575–584
25. Zhang Z., Zhou W., Li H., Zhang G., Kaisrajan S., Yu J. Effect of jasmonic acid on *in vitro* explant growth and microtuberization in potato // Biologia Plantarum. – 2006. – № 50. – P. 453–456.
26. Zheng R. R., Wu Y., Xia Y. P. Chlorocholine chloride and paclobutrazol treatments promote carbohydrate accumulation in bulbs of Lilium Oriental hybrids 'Sorbonne' // Journal of Zhejiang University. Science. – 2012. – № 13(2). – P. 136–144.
27. Anikina I. N. Comparative characteristic of the effectiveness of extracorneal stimulating treatments for planting meristemic potatoes in the north-east of Kazakhstan//Bulletin of Semipalatinsk State University named after Shakarim. – 2013. – № 3 (63). – P. 79–82
28. Anikina I. N. Prospects for the use of phytopreparation based on Solanum Nigrum in potato growing // Collection of scientific works of the All-Russian (national) scientific and practical conference «Actual problems of agricultural science: applied and research aspects». – Volume II. Nalchik: FSBEI HE Kabardino-Balkarian GAU. 2021. – P. 14–18
29. Gorbyleva E. L., Borovsky G. B. Biostimulators of growth and stability of plants of terpenoid nature and other biologically active compounds obtained from conifers // Izvestia of universities. Applied chemistry and biotechnology. – 2018. – № 4 (27). – P. 32–41.
30. Zeiruk V. N., Gleuse V. M. Preparation of seed material and planting of potatoes // Protection and quarantine of plants. – 2010. – № 2. – P. 61–63.
31. Knyazeva T. V. Plant growth regulators in the Krasnodar Territory: monograph/T.V. Knyazeva. – Krasnodar: EDVI, 2013. – 128 p.
32. Oves E. V., Haitiova N. A. New elements of technology for improving and obtaining basic clones of promising varieties and hybrids of potatoes // Achievements in science and technology of the agro-industrial complex. – 2016. – Vol. 30. – № 11. – P. 60–62.
33. Poliksenova V. D. Induced resistance of plants to pathogens and abiotic stress factors // Bulletin of BSU. – 2009. – № 1. – P. 48–60
34. Sokolova M. G., Akimova G. P., Rudikovsky A. V., Glosko A. K., Vaishlya O. B. Bacterial biologics and their influence on tomato and potato crops // Fertility. – 2008. – № 1. – P. 26–27
35. Hair B. C. Plant growth and regulation in ontogenesis. – M.: Kolos, 1997. – 594 p.

Anikina Irina N., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Toraighyrov University, e-mail: anikina.i@mail.ru

УДК 635.21;631.52
DOI: 10.35244/2658-7963-2021-7-4-15-23

ИЗУЧЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

Гуреева Ю. А.[1], Симаков Е. А.[2], Сафонова А. Д.[1], Батов А. С.[1], Орлова Е. А.[1]

[1] Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал «ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН», Краснообск, Россия
[2] ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», Москва, Россия

Научный руководитель: Симаков Е. А., д. с.-х. н., главный научный сотрудник, заведующий отделом экспериментального генофонда картофеля, ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха.

В статье приведены данные исследований 2019–2021 гг. по изучению сортов раннего картофеля в условиях Новосибирского Приобья. Урожайность клубней во время первой динамической копки (60 дней п/п) обеспечил раннеспелый сорт Легенда – 17,6 т/га. Во вторую динамическую копку (75 дней п/п) также выделился сорт Легенда достоверно превысивший стандарт Ред Скарлетт. Во время уборки наибольшую продуктивность показал сорт Терра – 39,9 т/га. По методике выявления адаптивности были отмечены следующие сорта: Легенда (1,11) и Терра (1,20). Устойчивость к болезням вегетации и хранения была на уровне стандарта.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum*, картофель, ранний сорт, урожайность, продуктивность, биохимический состав, устойчивость к болезням.

Введение

Картофель является важнейшим продовольственным продуктом для населения Российской Федерации, от уровня обеспеченности которым зависит продовольственная безопасность страны [7, с. 25; 2].

Согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ, которую утвердили 21 января 2020 года, целевой показатель самообеспечения России семенами основных культур должен быть зафиксирован на уровне не менее 75 %. По итогам 2019 года доля используемых в России семян отечественной селекции картофеля составила всего 9,7 %, а остальные 90,3 % импортные семена [8].

Продовольственная независимость в отношении картофеля должна составлять 95 %. В 2021 году данный показатель был на уровне 85,9 %, что на 9,1 % ниже планового значения ведомственного проекта [1].

Для решения проблемы продовольственной безопасности РФ, необходимо создавать и внедрять в производство новые отечественные сорта картофеля, которые обеспечат стабильный рост производства и решат проблему импортозамещения семян картофеля [5, с. 127].

Сорта отечественной селекции лучше переносят средний и даже низкий уровень культуры земледелия. Местные сорта эффективнее противостоят стрессовым факторам: жаре, засухе, кислотности, засолённости, плотности почвы и различным болезням. При отмеченных условиях выращивание отечественных сортов картофеля имеет неоспоримое преимущество перед зарубежными сортами [6, с. 32].

В настоящее время выращивание отечественных сортов картофеля требует ускоренного производства семенного материала. Российскими оригинаторами уже созданы новые перспективные сорта различного целевого использования [9, с. 3].

Для условий лесостепи Новосибирского Приобья с коротким вегетационным периодом, актуально возделывание ранних сортов, успевающих реализовать свой продуктивный потенциал.

По данным Государственного реестра селекционных достижений, на 2021 год районировано 490 сортов картофеля. В Западно-Сибирском (10) регионе районировано 67 сортов, из которых 40 % (27 сортов) относятся к ранней группе созревания. За последние 5 лет было районировано по 10 региону всего 2 раннеспелых сорта: Терра (2020 г.) и Легенда (2021 г.) [4].

В настоящее время большинство производителей зависят от иностранных организаций, занимающихся семеноводством, поэтому для решения проблемы импортозамещения были изучены современные ранние сорта картофеля, созданные отечественными селекционерами. [3, с. 23].

Цель исследования – выявление новых перспективных отечественных сортов картофеля ранней группы созревания для последующего внедрения их в производство в лесостепи Новосибирского Приобья.

Условия, материалы и методы исследования.

Исследование проводилось в 2019–2021 гг. в лесостепной зоне Новосибирского Приобья. Материалом исследовании являлись 7 современных сортов картофеля отечественной селекции – Корчма, Купец, Легенда, Терра, Триумф, Юбиляр, Юна. За стандарт был взят зарубежный сорт Ред Скарлетт, так как, он входит в первую десятку по объему посевных площадей в Российской Федерации.

Опыты закладывали в Сибирском НИИ растениеводства и селекции – филиале ИЦиГ СО РАН в севообороте: пшеница – овес – сидеральный пар (рапс) – картофель. Почвенный покров представлен среднемощным выщелоченным черноземом. Климат – резко-континентальный.

Метеоусловия в годы исследований 2019–2021 гг. характеризовались достаточно влажной весной и высокой суммой эффективных температур, кроме мая 2021 года, который отличался низкой влажностью – 25,1 мм (при 37 мм среднемноголетней), но достаточно высокими температурами, что дало дружные всходы на уровне 2019–2020 гг. Летние месяцы вегетации в годы исследований характеризовались благоприятными условиями для развития растений. Температурный режим был выше средней многолетней на 102, 293 и 200 °С. Самым благоприятным был 2020 год, в этом году влагообеспеченность в целом за вегетацию была выше средней многолетней на 12 %, а сумма положительных температур на 293 °С. Это дало возможность растениям картофеля оптимально реализовать свой потенциал.

Клубни высаживались в принятые для Новосибирской области сроки (3 декада мая), по общепринятой для этого исследования схеме. Площадь посадки 75×30 см. Посадка вручную по бороздам. Уборка в 2019–2021 году проводилась механизировано. Обработка: прополки, рыхление, окучивание, борьба с колорадским жуком – 2-х кратная обработка инсектицидом проводилась по мере необходимости.

Закладку опыта, проведение учетов, оценку образцов в полевых условиях (фенологические и фитопатологические наблюдения, пробные копки) выполняли согласно методическим рекомендациям ВИР и ВНИИКХ им. А.Г. Лорха (Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля, Санкт-Петербург: ГНУ ГНЦ РФ ВИР, 2010).

Визуальная оценка на устойчивость к болезням вегетации растений проводилась на естественном инфекционном фоне. Клубневой анализ на устойчивость к болезням хранения выполнен в лаборатории иммунитета по общепринятой методике ВНИИКХ (Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям, – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 1980. – 53 с).

Биохимическая оценка клубневого урожая проведена в аналитической лаборатории биохимии и технологии СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН – по методике Ермакова А. И. (Ермаков А. И., Арасимович В. В.и др. Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 456 с.).

Оценка столовых и вкусовых качеств испытуемых сортообразцов определяли органолептическим методом по 9-ти бальной шкале: 9 – очень хороший, 7 – хороший, 5 – удовлетворительный, 3 – плохой (Методические указания по определению столовых качеств картофеля / под ред. С. М. Букасова, – Л.: ВИР, 1975. – 17 с.).

Коэффициент адаптивности рассчитан по методике выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм по параметру «урожайность» (Животков Л. А.,1996).

Математическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа, используя программное обеспечение SNEDECOR, разработанное О. Д. Сорокиным (Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.).

Результаты исследований

Скороспелость картофеля – сложный признак, который зависит прежде всего от интенсивности клубнеобразования сорта. За 2019–2021 гг., у 4 из 8 сортов урожай в первую динамическую копку (60 дней после посадки) был свыше 15,0 т/га.

В 2019 году сорт картофеля Легенда достоверно превысил зарубежный стандарт Ред Скарлетт. В 2020 году Ред Скарлетт достоверно превысили следующие сорта: Юбиляр, Легенда, Терра и Корчма. В последний год испытаний достоверно превысили стандарт следующие отечественные сорта: Корчма, Легенда, Юна и Терра.

В среднем за три года наибольший урожай в первую динамическою копку отмечен у сорта Легенда – 17,6 т/га (таблица 1).

Таблица 1. Урожай сортов картофеля раннего срока созревания, в первую копку (60 дней после посадки), 2019–2021 гг.

№	Образец	Урожай, г/куст			Среднее 2019–2021 гг.	
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Урожай, г/куст	Урожай, т/га
1	Корчма	334	458	529	440	15,4
2	Купец	333	325	150	269	9,4
3	Легенда	519	425	566	503	17,6
4	Терра	292	442	683	472	16,5
5	Триумф	260	367	483	370	13,0
6	Юбиляр	442	425	400	422	14,8
7	Юна	325	375	600	433	15,2
8	Ст. Ред Скарлетт	378	333	358	356	12,5
$НСР_{05}$		78	69	159	-	-

В среднем урожай во вторую динамическою копку (75 дней после посадки) у 5 сортов (Юбиляр, Триумф, Корчма, Терра, Легенда) составил свыше 25,0 т/га (таблица 2).

В 2019 году сорта картофеля Легенда, Корчма и Терра достоверно превысили стандарт Ред Скарлетт. На второй год исследований зарубежный стандарт достоверно превысили все испытываемые сортообразцы, кроме сорта Юна. В 2021 году сорт Легенда статистически достоверно превысил Ред Скарлетт. Остальные сортообразцы имели данный показатель на уровне стандарта.

В среднем за три года наибольший урожай во вторую динамическою копку отмечен у сорта Легенда – 31,2 т/га (таблица 2).

Таблица 2. Урожай сортов картофеля раннего срока созревания, во вторую копку (75 дней после посадки), 2019–2021 гг.

№	Образец	Урожай, г/куст			Среднее 2019–2021 гг.	
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Урожай, г/куст	Урожай, т/га
1	Корчма	773	725	833	777	27,2
2	Купец	513	525	491	510	17,8
3	Легенда	763	763	1150	892	31,2
4	Терра	783	808	858	816	28,6
5	Триумф	517	842	925	761	26,6
6	Юбиляр	713	583	933	743	26,0
7	Юна	500	479	825	601	21,0
8	Ст. Ред Скарлетт	625	458	916	666	23,3
$НСР_{05}$		114	52	216	-	-

Средняя продуктивность во время уборки у 6 из 8 изучаемых ранних сортов превысила 30 т/га (таблица 3).

В 2019 году продуктивность раннеспелых сортов Купец и Легенда в условиях Новосибирской области достоверно превысила стандарт. В 2020 году во время уборки выделились следующие образцы: Триумф, Легенда, Корчма, Терра и Купец – урожайность которых была выше стандарта. В 2021 году Ред Скарлетт реализовал свой потенциал урожайности – 1037 г/куст, превзошел его только сорт Терра – 1280 г/куст.

За три года исследований в среднем продуктивность свыше 35 т/га отмечена у следующих сортов: Купец, Легенда и Терра.

Для более объективной оценки адаптивности ранних сортов картофеля использовали анализ урожая за три года. Показатель среднесортовой урожайности брался за 1. По полученным данным коэффициента адаптивности (КА) можно оценить адаптивные и продуктивные возможности изучаемых сортов. За период исследований большинство отечественных сортов (62,5 %) отличились высокими продуктивными способностями по сравнении с зарубежным стандартом, и имели коэффициент адаптивности свыше 1. Наибольшие значения показателя адаптивности отмечены у двух перспективных сортов отечественной селекции: Легенда (1,11) и Терра (1,20).

Таблица 3. Урожай сортов картофеля раннего срока созревания, во время массовой уборки и коэффициент адаптивности, 2019–2021 гг.

№	Сорт	Урожай, г/куст			Среднее 2019–2021гг		Средний коэффициент адаптивности (Ка)
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Урожай, г/куст	Урожай, т/га	
1	Корчма	890	1050	991	977	34,2	1,03
2	Купец	1107	1094	813	1005	35,2	1,06
3	Легенда	1140	1004	1019	1054	36,9	1,11
4	Терра	1077	1067	1280	1141	39,9	1,20
5	Триумф	990	951	914	952	33,3	1,01
6	Юбиляр	810	703	848	787	27,5	0,83
7	Юна	800	637	954	797	27,9	0,84
8	Ст. Ред Скарлетт	983	610	1037	877	30,7	0,92
Среднесортовая урожайность		975	890	982	-	-	-
$НСР_{05}$		127	176	146	-	-	-

Таблица 4. Крахмал, кулинарный тип и вкусовые качества ранних сортов картофеля, 2019–2021 гг.

№	Образец	Крахмал,%				Кулинарный тип	Вкус
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее 2019–2021 гг.		
1	Корчма	14,2	14,0	14,0	14,1	А-В	9
2	Купец	13,4	14,4	13,1	13,6	А-В	9
3	Легенда	15,4	13,4	15,3	14,7	А-В	7
4	Терра	15,7	15,7	14,8	15,4	А-В	7
5	Триумф	14,3	13,3	12,8	13,5	А-В	7
6	Юбиляр	17,4	17,7	16,6	17,2	А-В	9
7	Юна	14,2	14,0	12,8	13,7	А-В	7
8	Ст. Ред Скарлетт	12,5	12,0	11,5	12,0	А-В	7

Содержание крахмала ранних сортов картофеля варьировало от 12,0 % у стандарта Ред Скарлетт до 17,2 % у сорта Юбиляр (таблица 4). Все изученные сорта относятся к универсальному кулинарному типу не разваривaются и не темнеют. В результате органолептической оценки картофеля были выделены следующие сорта: Корчма, Купец и Юбиляр, имеющие очень хорошие вкусовые качества. Остальные изученные сорта имели хороший вкус на уровне стандарта.

Для оценки устойчивости к болезням вегетации данный полевой опыт не обрабатывался фунгицидными препаратами. Полевая устойчивость к альтернариозу и фитофторозу на уроне стандарта Ред Скарлетт отмечена у всех исследуемые сортов (таблица 5).

Проведенный клубневой анализ ранних сортов картофеля, во время хранения, позволил выделить сорта, обладающие резистентностью к различным грибным заболеваниям, без использования фунгицидных обработок для хранилищ. Сорта Леген-

Таблица 5. Максимальное поражение сортов раннего картофеля болезнями вегетации и хранения, 2019–2021 гг.

№	Образец	Альтернариоз	Фитофтороз	Парша		Ризоктониоз	Сухая гниль
				обыкновенная	серебристая		
1	Корчма	5	6	3	3	5	7
2	Купец	5	5	3	5	5	5
3	Легенда	5	7	5	5	5	9
4	Терра	5	6	5	5	5	8
5	Триумф	5	7	5	5	5	8
6	Юбиляр	5	6	6	5	5	5
7	Юна	5	7	5	5	5	8
8	Ред Скарлетт	5	6	5	3	5	9

да, Триумф и Юна имели хорошую устойчивость к фитофторозу клубней. За три года испытаний по устойчивости к ризоктониозу все изученные образцы были на уровне стандарта.

Сильное поражение клубней картофеля паршой обыкновенной отмечали в 2019 г., серебристой – в 2021 г. Сортов, устойчивых к двум видам парши не установлено.

Сорта Ред Скарлетт и Легенда обладали высокой устойчивостью к сухой гнили.

Заключение

Для получения очень раннего урожая (60 дней п/п) в условиях лесостепи Новосибирской области рекомендуется возделывать сорта Юна, Корчма, Терра и Легенда, имеющие урожай свыше 15,0 т/га. Для получения ранней продукции (75 дней п/п) подходят сорта Юбиляр, Триумф, Корчма, Терра и Легенда, характеризующиеся потенциальной урожайностью более 25 т/га. Для сбора высокого урожая в основную копку рекомендуются сорта: Легенда и Терра, имеющие урожайность 36,9 т/га и 39,9 т/га, и пригодных для зимнего хранения.

В результате исследования выявлены перспективные сорта картофеля ранней группы созревания, созданные отечественными селекционерами: Легенда и Терра, которые имеют высокий коэффициент адаптивности от 1,11 до 1,20. Данные сорта также имели универсальный кулинарный тип, хорошую вкусовую оценку и содержание крахмала превышающее зарубежный стандарт Ред Скарлетт. Устойчивость к болезням вегетации и хранения у сортов Легенда и Терра была на уровне стандарта. Кроме этого, данные сорта подходят для производства органического картофеля.

Сорта Легенда и Терра по комплексу ценных признаков превзошли зарубежный стандарт и рекомендуются для решения проблемы импортозамещения в условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2019–0012.

Список литературы

1. Аналитический вестник № 9 (769) «О ходе реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (к правительственному часу 502-го заседания Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 31 марта 2021 г.) / под общ. ред. начальника Аналитического управления Аппарата Совета Федерации А. Е. Пе-

трова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://council.gov.ru/media/files/d4ApG8Uw6BKngDd1JO3WsPDgIlAj1AEd.pdf– (дата обращения: 16.05.2022).
2. Анисимов Б. В. Сортовые ресурсы и передовой опыт семеноводства картофеля. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2000. – 148 с.
3. Анисимов Б. В., Еланский С. Н., Зейрук В. Н., Кузнецова М. А., Симаков Е. А., Склярова Н. П., Филиппов С. Н., Яшина И. М. Сорта картофеля, возделываемые в России. – М.: Агроспас, 2013. – 144 с.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, Том 1. Сорта растений. – Москва. 2021. – С. 150–165.
5. Дроботушенко Е. А. Обеспечение продовольственной безопасности России на примере Забайкальского края // Приграничный регион в историческом развитии: партнёрство и сотрудничество: материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию Революции 1917 года, 80-летию со дня образования Читинской области, 50-летию атомной промышленности в Забайкалье: в 3 частях, Чита, 22 сентября 2017 года. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2017. – С. 127–132.
6. Казак А. А., Логинов Ю. П., Гайзатулин А. С. Урожайность и качество клубней картофеля сорта Коломба в зависимости от предшественника и срока посадки в северной лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(94). – С. 31–37.
7. Косарева О. С., Костина Л. И., Кирпичева Т. В. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от климатических условий // Эколого-географическое испытание новейших сортов картофеля для внедрения в производство: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Сыктывкар: СГУ им. Питирима Сорокина, 2018. – С. 53–56
8. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации, 21 янв. 2020 г. № 20 [Электронный ресурс] / Консультант-Плюс. Россия. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ – (дата обращения: 16.05.2022).
9. Симаков Е. А. Картофелеводство России: состояние и перспективы в новых условиях / Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов, С. В. Жевора, А. В. Митюшкин, А. А. Журавлев, С. Н. Зебрин // Картофель и овощи. – 2022. – № 4. – С. 3–6.

Об авторах:

Гуреева Ю. А., младший научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал «ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН», e-mail: gureva97@yandex.ru

Симаков Евгений Алексеевич, доктор с.-х. наук, профессор, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», e-mail: vniikh@mail.ru

Сафонова А. Д., старший научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал «ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН», e-mail:

Батов А. С., младший научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал «ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН», e-mail:

Орлова Е. А., к. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал «ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН», e-mail:

STUDY OF DOMESTIC EARLY RIPENING POTATO VARIETIES IN THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK REGION

Gureeva Yu.A.[1], Simakov E. A.[2], Safonova A. D.[1], Batov A. S.[1], Orlova E. A.[1]

[1] Siberian Research Institute of Crop Production and Selection – branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia
[2] Federal Potato Research Center, Moscow, Russia

The article presents research data from 2019–2021. on the study of varieties of early potatoes in the conditions of the Novosibirsk Ob region. The yield of tubers during the first dynamic digging (60 days p / p) was provided by the early ripe variety Legend – 17.6 t / ha. In the second dynamic harvest (75 days p/p), the Legend variety also stood out, significantly exceeding the Red Scarlett standard. During harvesting, the Terra variety showed the highest productivity – 39.9 t/ha. According to the methodology for identifying adaptability, the following varieties were noted: Legend (1.11) and Terra (1.20). Resistance to diseases of vegetation and storage was at the level of the standard.

Keywords: Solanum tuberosum, potato, early variety, yield, productivity, biochemical composition, disease resistance.

References

1. Analytical Bulletin No. 9 (769) «On the Progress in the Implementation of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets» (by the government hour of the 502nd meeting of the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation on March 31, 2021) / under the general editor-in-chief of the Analytical Department of the Federation Council Apparatus A. E. Petrov [Electronic resource]. – Access mode: http://council.gov.ru/media/files/d4ApG8Uw6BKngDd1JO3WsPDgIlAj1AEd.pdf – (accessed date: 16.05.2022).
2. Anisimov B. V. Varietal resources and best practices in potato seed production. – M.: Federal State Budgetary Institution «Rosinformagrotech», 2000. – 148 p.
3. Anisimov B.V., Elansky S.N., Zeiruk V.N., Kuznetsova M.A., Simakov E.A., Sklyarova N.P., Filippov S.N., Yashina I.M. Potato varieties cultivated in Russia. – M.: Agrospas, 2013. – 144 s.
4. State Register of Breeding Achievements Approved for Use, Volume 1. Plant varieties. – Moscow. 2021. – P. 150–165.
5. Drobotushenko E.A. Ensuring food security of Russia on the example of the Trans-Baikal Territory / /Border region in historical development: partnership and cooperation: materials of the International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the Revolution of 1917, the 80-th anniversary of the formation of the Chita region, the 50th anniversary of the nuclear industry in Transbaikalia: in 3 parts, Chita, September 22, 2017. – Chita: Trans-Baikal State University, 2017. – P. 127–132.
6. Kazak A.A., Loginov Yu.P., Gayzatulin A.S. Yield and quality of tubers of potato of the Kolomba variety depending on the predecessor and planting time in the northern forest-steppe of the Tyumen region // Izvestia of the Orenburg State Agrarian University. – 2022. – № 2(94). – P. 31–37.

7. Kosareva O. S., Kostina L. I., Kirpicheva T. V. Productivity of potato varieties depending on climatic conditions // Ecological and geographical test of the latest potato varieties for introduction into production: materials of the All-Russian scientific and practical conference. – Syktyvkar: SSU named after Pitirim Sorokin, 2018. – P. 53–56
8. On the approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation, January 21, 2020 No. 20 [Electronic resource] / Consultant-Plus. Russia. – Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ – (Accessed date: 16.05.2022).
9. Simakov E. A. Potato breeding of Russia: state and prospects in new conditions / E. A. Simakov, B. V. Anisimov, S. V. Zhevora, A. V. Mityushkin, A. A. Zhuravlev, S. N. Zebrin // Potatoes and vegetables. – 2022. – № 4. – P. 3–6.

About authors:

Gureeva Y. A., Junior Researcher, Siberian Research Institute of Crop Production and Selection – branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail:

Simakov E. A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal Potato Research Center**,** e-mail:

Safonova A. D., Senior Research Associate, Siberian Research Institute of Crop Production and Selection – branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail:

Batov A. S., Junior Researcher, Siberian Research Institute of Crop Production and Selection – branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail:

Orlova E. A., Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Siberian Research Institute of Crop Production and Selection – branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail:

УДК 635.21:631.563:581.19
DOI: 10.35244/2658-7963-2021-7-4-23-31

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ К ПЕРЕРАБОТКЕ НА ХРУСТЯЩИЙ КАРТОФЕЛЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ С ПИГМЕНТИРОВАННОЙ МЯКОТЬЮ КЛУБНЯ

Королева А. К.[1], Войнова М. С.[1]

[1] ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», Moscow, Russia

В статье представлены результаты оценки пригодности к переработке на хрустящий картофель гибридов картофеля *(Solanum tuberosum L.),* полученных в процессе селекции, направленной на яркую пигментацию мякоти клубня и повышенное содержание антиоксидантов, сочетающих данное качество с комплексом других хозяйственно-ценных признаков. Пищевая ценность картофеля с пигментированной мякотью определяется более высоким по сравнению с обычными сортами содержанием антиоксидантных веществ, которые важны для замедления процессов старения организма.

Антиоксидантная активность картофеля с белой и желтой мякотью обеспечивается в основном за счет хлорогеновой кислоты, в то время как антоцианы являются основными антиоксидантами у картофеля с фиолетовой и красной мякотью. По результатам морфологической, биохимической и органолептической оценки были выявлено девять перспективных гибридов, пригодных к переработке на цветной хрустящий картофель спустя три месяца после уборки и две недели рекондиционирования. Показано, что селекция картофеля на пигментацию мякоти клубня представляет интерес не только с точки зрения разнообразия функциональных продуктов для диетического питания, но и для повышения конкурентоспособности пигментированных отечественных сортов картофеля в качестве привлекательных для покупателя натуральных цветных картофелепродуктов, таких как хрустящий картофель.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum L*, картофель, гибрид, селекция, пигментированная мякоть, антиоксиданты, антоцианы, хрустящий картофель, цветной картофель.

Введение

В природе в естественном состоянии произрастает около 300 видов картофеля, и только пятая часть из них вовлечена в гибридизацию. Родина разноцветного картофеля – Южная Америка. Однако дикий картофель не слишком пригоден для употребления в пищу – его клубни мелкие и горькие. Поскольку в диких формах есть гены, отвечающие за яркую окраску: ген D контролирует красный пигмент, ген P – синий, их используют в селекции для создания пигментированных сортов в качестве родительских форм, скрещивая с уже имеющимися окультуренными сортами и гибридами картофеля. [8, 9, 10]

Пищевая ценность картофеля с пигментированной мякотью определяется более высоким по сравнению с обычными сортами содержанием антиоксидантных веществ, которые важны для замедления процессов старения организма. Антиоксидантная активность картофеля с белой и желтой мякотью обеспечивается в основном за счет хлорогеновой кислоты, в то время как антоцианы являются основными антиоксидантами у картофеля с фиолетовой и красной мякотью. Установлено, что содержание антоцианов у пигментированного картофеля коррелирует с суммарным содержанием растворимых фенольных соединений и антиоксидантной активностью. [2]

При холодном хранении такого картофеля содержание фенольных соединений, в частности антоцианов, увеличивается. Пигментированный картофель также является более предпочтительным для потребления в пищу и промышленной переработки, так как, по некоторым данным, в ходе этих процессов сохраняет антиоксидантные свойства и улучшает качество конечных продуктов [2]. В цветной мякоти картофеля накапливается до 48,6–63,4 мг% витамина С, что в два раза выше по сравнению с обычными клубнями. Много в цветных клубнях и каротиноидов (500–800 мг). Также в цветном картофеле содержится инозитол (витамин В8), препятствующий отложению холестерина. Очень важно и то, что после термической обработки в среднем сохраняется 54–93 % полезных веществ. [8, 9]

Однако ассортимент отечественных пигментированных сортов картофеля невелик. Так как картофель является одной из сельскохозяйственных культур первой значимости для России, внедрение новых отечественных сортов с вышеупомянутыми свойствами представляет интерес с точки зрения оздоровления населения и разнообразия питания в целом.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – оценить пригодность к переработке на цветной хрустящий картофель гибридов, полученных в ходе селекционного процесса на повышенную пигментацию мякоти клубней для оценки перспективности создания из них сортов

с повышенным содержанием антиоксидантов и сочетанием данного качества с другими хозяйственно-ценными признаками, например, пригодности к переработке на хрустящий картофель

Задачи исследования:

Провести морфологический анализ исследуемых гибридов для установления возможности производства из них хрустящего картофеля.

Изучить биохимические показатели данных гибридов (содержание крахмала, сахаров и сухого вещества) для оценки целесообразности переработки на хрустящий картофель.

Провести технологический процесс обжаривания и органолептическую оценку хрустящего картофеля из опытных образцов.

Определить гибриды, наиболее подходящие для производства пигментированного хрустящего картофеля.

Материалы и методы

Картофель, используемый для переработки, должен обладать комплексом морфологических, технологических и биохимических признаков.

Из морфологических признаков важными являются: форма клубней, глубина глазков. Наиболее пригодны к переработке на чипсы округло-овальные и округлые клубни, размером по наибольшему поперечному диаметру 40–60 мм. Поверхность клубней должна быть гладкой, без наростов и неозеленённой. Наиболее пригодны для переработки клубни с глубиной залегания глазков не более 1,5 мм (средних) и их количеством не более 6 шт. на клубень [1, 3].

Морфологическая оценка клубней (цвет кожуры, тип кожуры, цвет мякоти, форма клубня, глубина глазков и столонного следа) проводилась визуально по Методическим указания по технологии селекционного процесса картофеля / Симаков Е. А., Склярова Н. П., Яшина И. М. (2006).

Содержание сухого вещества должно быть от 16 % до 28 %. От его количества зависит выход готовой продукции, впитываемость масла и консистенция готового продукта. Высокое содержание сухого вещества способствует более грубой консистенции чипсов, а при его низком содержании требуется больше масла для изготовления готового продукта [6].

Процесс приготовления чипсов включает мойку, очистку и резку клубня на ломтики толщиной 1,0–1,3 мм; отмывку крахмала и обсушивание ломтиков фильтровальной бумагой; обжаривание ломтиков во фритюрнице на рафинированном масле при температуре +160–180 °С в течение 1,5–3 мин в зависимости от толщины ломтиков; извлечение ломтиков из фритюрницы и удаление излишков масла. Цвет, консистенцию форму чипсов оценивают по шкале от 1 до 9 баллов [3].

Пригодные для переработки образцы можно отбирать по цвету после жарки чипсов, интенсивность которого имеет высокую корреляцию с содержанием редуцирующих сахаров в клубнях. Это позволяет с достаточно высокой достоверностью определять пригодность селекционных гибридов для переработки на картофеле- продукты, не прибегая к анализу редуцирующих сахаров. Цвет чипсов оцениваемый на уровне 7–9 баллов, позволяет отнести образец к высокопригодным, с баллом 6 – среднепригодным, баллом 5 – к слабопригодным. Формы с баллами 1–4 непригодны для переработки [3].

Оценка содержания крахмала и сухого вещества, а также технологический процесс определения пригодности производился по Методическим указаниям по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / Пшеченков К. А., Давыдейкова О. Н., Седова В.И., Мальцев О. В., Чулков Б. А. (2008).

Рисунок 1. Ломтики цветного хрустящего картофеля (после обжаривания во фритюре)

От содержания редуцирующих сахаров, накапливающихся в клубнях во время хранения, зависит окраска чипсов: чем выше их содержание, тем темнее цвет обжаренного картофелепродукта [5]. Наиболее пригодны клубни с общим содержанием редуцирующих сахаров в пределах 0,2–0,4 % (в т. ч. сахароза – не более 0,08 % (0,4 г/л), глюкоза – не более 0,005 % (0,02 г/л)) [7]. Редуцирующие сахара в процессе обжарки реагируют со свободными аминокислотами, вследствие чего образуется большое количество акриламидов, появляется горьковатый привкус. В процессе хранения клубней, за счет гидролиза крахмала, наблюдается накопление моносахаров, поэтому оценку рекомендуется проводить через 3 и 6 месяцев хранения. Для снижения содержания сахаров применяют рекондиционирование (прогрев) клубней [3].

Рекондиционирование заключается в прогревании в течение двух-трех недель (при холодном хранении 2–3 градуса) при температуре 20–22 °С, не допуская прорастания и позеленения клубней. При температуре хранения 8–10 °С – в течение одной недели (при необходимости) [3].

Для массовой оценки редуцирующих сахаров в селекционном материале приемлем экспресс-метод, основанный на измерении уровня глюкозы бытовым медицинским глюкометром. Метод позволяет быстро отобрать образцы с высоким и низким содержанием сахаров в селекционном процессе [3].

Как показывает зарубежная и отечественная практика, высокая точность определения содержания в клубнях редуцирующих сахаров при производстве обжаренных картофелепродуктов не требуется, поскольку допускается большой диапазон этого показателя.

Определение содержания глюкозы проводилось после 6 месяцев хранения по инструкции к прибору глюкометром «Contour plus».

Результаты исследования

Проведена оценка морфологических, биохимических и органолептических показателей клубней картофеля через 3 месяца и через 6 месяцев после уборки с предварительной закладкой на двухнедельное рекондиционирование. Всего было оценено 15 гибридов картофеля различного происхождения, полученных в ходе селекционного процесса, направленного на пигментацию мякоти клубня и повышенное содержание антиоксидантов.

Таблица 1. Морфологическая и биохимическая оценка пригодности клубней

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Окраска кожуры	Глубина глазков	Столонный след	Балл	Форма клубня	Балл	Содержание крахмала,%	Содержание сух. вещ-ва,%	Балл
1	654-2-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Фиол.	Мелкие	Поверх-ностный	7	Окр-овал.	7	10,8	16,6	2
2	686-58	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол.	Мелкие	Поверх-ностный	7	Окр-овал.	7	13,7	19,4	5
3	686-17	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол.	Мелкие	Поверх-ностный	7	Удлин-овал.	7	15,3	21,1	7
4	633-2-21	59У01-3 × Terra Rosa	Красн.	Мелкие	Поверх-ностный	7	Окр-овал.	7	14,7	20,4	6
5	686-19	54-10-3 × Terra Rosa	Красн.	Средние	Поверх-ностный	5	Удлин-овал.	7	12,7	18,4	4
6	686-18	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол.-кор.	Поверх.	Поверх-ностный	9	Удлин-овал.	7	11,7	17,5	3
7	686-56	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол.	Мелкие	Поверх-ностный	7	Окр-овал.	7	12,8	18,5	4
8	686-4	54-10-3 × Terra Rosa	Роз.	Мелкие	Мелкий	7	Удлин.	5	8	13,7	1
9	685-8	All Blue × Шарвари Пирошка	Красн.	Средние	Поверх-ностный	5	Окр-овал.	7	14,1	19,8	5
10	608-64-21	Барин × Terra Rosa	Фиол.-кор.	Средние	Поверх-ностный	5	Окр-овал.	7	15,3	21,1	7
11	654-1-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Красн.	Мелкие	Поверх-ностный	7	Окр-овал.	7	8,6	14,3	1
12	687-17	М16-31ТС × Гала	Фиол.	Средние	Мелкий	5	Окр-овал.	7	10,1	15,8	1
13	654-3-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Фиол.	Средние	Поверх-ностный	5	Окр.	9	11,2	16,9	2
14	617-2-21	4421-13 × Blue Congo	Фиол.	Средние	Поверх-ностный	5	Удлин.	5	13,5	19,3	5
15	687-15	М16-31ТС × Гала	Фиол.	Глубок.	Средний	3	Окр.	9	8,1	13,8	1

Результаты морфологической оценки показали, что 14 из 15 гибридов оказались подходящими по глубине глазков и гладкости клубня (глазки от поверхностных до средних, столонный след от поверхностного до среднего). Все гибриды обладают подходящей формой (от округлой до слегка удлинённой). Содержанием сухих веществ в диапазоне от 16 до 28 % обладают 12 из 14 гибридов.

Таблица 2. Органолептическая оценка хрустящего картофеля (через 3 месяца хранения)

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Пигмент мякоти до жарки (балл)	Пигмент мякоти после жарки (балл)	Цвет, балл	Форма, балл	Консистенция, балл
1	654-2-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Фиол. (9)	Фиол. (9)	7	6	6
2	686-58	54-10-3 × Terra Rosa	Крем-фиол (4)	Крем-фиол. (6)	7	5	7
3	686-17	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол кольцо (5)	Фиол. кольцо (4)	9	5	7
4	633-2-21	59У01-3 × Terra Rosa	Крем-роз (2)	Крем-роз. (2)	7	6	6
5	686-19	54-10-3 × Terra Rosa	Желт-фиол. (2)	Желт-фиол. (2)	7	7	7
6	686-18	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол (3)	Фиол. (3)	6	5	7
7	686-56	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол. (3)	Фиол. (3)	9	6	7
8	686-4	54-10-3 × Terra Rosa	Роз. центр (5)	Роз. центр (5)	5	5	8
9	685-8	All Blue × Шарвари Пирошка	Роз. центр (3)	Роз. центр (3)	5	6	6
10	608-64-21	Барин × Terra Rosa	Фиол. центр (6)	-	3	6	7
11	654-1-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Роз. (8)	-	3	5	6
12	687-17	М16-31ТС × Гала	Фиол. (8)	-	3	5	8
13	654-3-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Фиол. (9)	-	4	4	5
14	617-2-21	4421-13 × Blue Congo	Крем-фиол. (7)	-	3	5	4
15	687-15	М16-31ТС × Гала	Фиол. (7)	-	3	4	8

Таблица 3. Органолептическая оценка хрустящего картофеля (через 6 месяцев хранения)

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Пигмент мякоти до жарки (балл)	Пигмент мякоти после жарки (балл)	Цвет, балл	Форма, балл	Консистенция, балл	Содержание глюкозы, г/л
1	654-2-21	М16-31ТС × Terra Rosa	Фиол. (9)	Фиол. (9)	3	6	7	4,973
2	686-58	54-10-3 × Terra Rosa	Крем-фиол (4)	Крем-фиол. (6)	4	6	7	0,648
3	686-17	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол кольцо (5)	Фиол. кольцо (4)	2	6	5	0,216
4	633-2-21	59У01-3 × Terra Rosa	Крем-роз (2)	Крем-роз. (2)	2	6	7	3,042
5	686-19	54-10-3 × Terra Rosa	Желт-фиол. (2)	Желт-фиол. (2)	3	6	7	1,980
6	686-18	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол (3)	Фиол. (3)	3	4	5	1,098
7	686-56	54-10-3 × Terra Rosa	Фиол. (3)	Фиол. (3)	3	5	9	2,646
8	686-4	54-10-3 × Terra Rosa	Роз. центр (5)	Роз. центр (5)	3	9	8	5,346
9	685-8	All Blue × Шарвари Пирошка	Роз. центр (3)	Роз. центр (3)	3	7	8	2,952

Цвет после жарки является основополагающим фактором оценки, так как напрямую связан с содержанием редуцирующих сахаров и товарным видом данного картофельного продукта. По результатам жарки хрустящего картофеля спустя 3 месяца после уборки и 2-недельного рекондиционирования пригодны по цвету оказались 9 гибридов (диапазон цвета 5–9 баллов от слабопригодных до высокопригодных). Замечено, что пигмент мякоти клубня сохранился после жарки, а у некоторых образцов стал ярче на 1–2 балла. Наиболее пригодным по всем признакам на данном этапе оценки оказался гибрид 686–17. Остальные 6 образцов оказались непригодными, получив от 1 до 4 баллов по цвету.

По результатам повторной жарки после 6 месяцев хранения и двухнедельного рекондиционирования ни один из 9 ранее пригодных образцов не оказался пригоден по цвету. Содержание глюкозы в клубнях даже после рекондиционирования оказалось очень высоким, что делает исследуемые гибриды непригодными к переработке на хрустящий картофель после 6 месяцев хранения.

Выводы

1. Гибриды 654-2-21, 686-58, 686-17, 633-2-21, 686-19, 686-18, 686-56, 686-4, 685-8 могут быть пригодны к переработке на хрустящий картофель после 3 месяцев хранения и рекондиционирования в течении 14 дней. Наиболее пригодным по всем оценённым критериям оказался гибрид 686-17. Спустя 6 месяцев хранения данные гибриды непригодны к жарке хрустящего картофеля даже после рекондиционирования.

2. Гибриды 608-64-21, 654-1-21, 687-17, 654-3-21, 617-2-21, 687-15 оказались непригодны к жарке из них хрустящего картофеля после 3 месяцев хранения даже после рекондиционирования в течение 14 дней.

Высокая питательная ценность и преимущества для здоровья при потреблении пигментированного картофеля делают селекцию по признаку окраски кожуры и мякоти и биотехнологические подходы для регуляции накопления антоцианов в клубнях перспективными задачами. Селекция картофеля на пигментацию мякоти клубня представляет интерес не только с точки зрения разнообразия функциональных продуктов для диетического питания, но и для повышения конкурентоспособности пигментированных отечественных сортов картофеля в качестве привлекательных для покупателя натуральных цветных картофелепродуктов, например, хрустящего картофеля.

Список литературы

1. Котиков М. В. Оценка современных сортов картофеля по комплексу ценных признаков // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК». – Брянск. – 2019. – С. 1031–1036.
2. Поливанова О. Б., Гинс Е. М. Антиоксидантная активность пигментированного картофеля (Solanum tuberosum L.), содержание антоцианов, их биосинтез и физиологическая роль // Овощи России. – 2019. – № 6. – С. 84–90.
3. Пшеченков К. А., Давыденкова О. Н., Седова ВИ., Мальцев О. В., Чулков Б. А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М., ВНИИКХ, 2008. – 39 с.
4. Симаков Е. А., Склярова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. – М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. – 70 с.

5. Спиридонов, А. М. Влияние технологии возделывания на пригодность картофеля к переработке / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн, А. И. Рачеева // NovaInfo. – 2021. – № 122. – С. 30–32.
6. Ториков В. Е., Котиков М. В. Возделывание картофеля на семенные, продовольственные и технические цели. Брянск: Изд-во Брянского ГАУ 2018. – 110 с.
7. Van Eck H. J. J. Jacobs. P. M. M. Van den Berg, W. J. Stiekema and E. Jacobsen. The inheritance of athocyanin pigmentation in potato (Solanum tuberosum L.) and mapping of tuber skin colour using RFLP's // Heredity. – 1994. – Vol. 73. – P. 410–421.
8. De Jong H. Inheritance of pigmented tuber flesh in cultivated diploid potatoes // Am Potato Journal. 1987. – Vol. 64. – P. 337–343.
9. De Jong H. Inheritance of anthocyanin pigmentation in the cultivated potato: a critical rewiew // Amercan Potato Journal. – 1991. – Vol. 64. – P. 585–593.

Об авторах:
Королева Алина Кирилловна, младший научный сотрудник ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», e-mail: alkoroleva18@mail.ru
Войнова Мария Сергеевна, младший научный сотрудник ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», e-mail: voynowa.mascha@yandex.ru

EVALUATION OF SUITABILITY FOR PROCESSING FOR CRISPY POTATOES OF PROMISING HYBRIDS WITH PIGMENTED PULP OF TUBERS.

Koroleva A. K.[1], Voinova M. S.[1]

[1]Russian Potato Research Centre, Moscow, Russia

The article presents the results of assessing the suitability for processing for crispy potatoes of potato hybrids (Solanum tuberosum L.), obtained in the process of breeding aimed at bright pigmentation of the tuber pulp and a high content of antioxidants, combining this quality with a complex of other economically valuable traits. The nutritional value of potatoes with pigmented flesh is determined by the higher content of antioxidants compared to conventional varieties. Antioxidants are important for slowing down the aging process of the body. The antioxidant activity of white and yellow-fleshed potatoes is provided mainly by chlorogenic acid, while anthocyanins are the main antioxidants in purple- and red-fleshed potatoes. Based on the results of morphological, biochemical and organoleptic evaluation, nine promising hybrids were identified that are suitable for processing into colored crisps three months after harvest and two weeks of reconditioning. It is shown that the potato breeding for tuber pulp pigmentation is of interest not only from the point of view of a variety of functional products for dietary nutrition, but also to increase the competitiveness of pigmented domestic potato varieties as natural colored potato products, such as crispy potatoes, that are attractive to the buyer.

Keywords: *Solanum tuberosum L*, potato, hybrid, breeding, pigmented pulp, antioxidants, anthocyanins, crispy potatoes, colored potatoes.

References

1. Kotikov M. V. Evaluation of modern potato varieties according to a complex of valuable traits // Proceedings of the XVI International scientific and practical conference «Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex». – Bryansk. 2019. – P. 1031–1036.

2. Polivanova O. B., Gins E. M. Antioxidant activity of pigmented potato (Solanum tuberosum L.), content of anthocyanins, their biosynthesis and physiological role // Russian vegetables. – 2019. – № 6. – P. 84–90.
3. Pshechenkov K. A., Davydeikova O. N., Sedova V. I., Maltsev O. V., Chulkov B. A. Guidelines for assessing potato varieties for suitability for processing and storage. – M., VNIIKH, 2008. – 39 p.
4. Simakov E. A., Sklyarova N. P., Yashina I. M. Guidelines for the technology of the potato breeding process. – M.: «Achievements of science and technology of the agro-industrial complex», 2006. – 70 p.
5. Spiridonov A. M. Influence of cultivation technology on the suitability of potatoes for processing / A. M. Spiridonov, P. M. Bronstein, A. I. Racheev // NovaInfo. – 2021. – № 122. – P. 30–32.
6. Torikov V. E., Kotikov M. V. Cultivation of potatoes for seed, food and technical purposes. – Bryansk: Publishing House of the Bryansk State Agrarian University 2018. – 110 p.
7. Van Eck H. J. J. Jacobs. P. M. M. Van den Berg, W. J. Stiekema and E. Jacobsen. The inheritance of athocyanin pigmentation in potato (Solanum tuberosum L.) and mapping of tuber skin colour using RFLP's // Heredity. – 1994. – Vol. 73. – P. 410–421.
8. De Jong H. Inheritance of pigmented tuber flesh in cultivated diploid potatoes // Am Potato Journal. 1987. – Vol. 64. – P. 337–343.
9. De Jong H. Inheritance of anthocyanin pigmentation in the cultivated potato: a critical rewiew // Amercan Potato Journal. – 1991. – Vol. 64. – P. 585–593.

About authors:
Koroleva Alina K., Junior Researcher, Russian Potato Centre, e-mail: alkoroleva18@mail.ru
Voinova Maria S., Junior Researcher, Russian Potato Centre, e-mail: voynowa.mascha@yandex.ru

УДК 631.811.98
DOI: 10.35244/2658–7963–2021–7–4-31-39

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЛЕКСНОГО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ (КМУ) В ЛЕТНЕМ СРОКЕ ПОСАДКИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Партоев К.[1], Курбонов М. М.[1], Наимов А. С.[1], Алиев У. К.[1]

[1] Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Для выявления действия комплекса микробиологических удобрений (КМУ) на рост и развитие картофеля нами проведены опыты при летнем сроке посадки картофеля в условиях Гиссарской долины Таджикистана. На опытном участке после уборки зерновых не провели вспашку почвы. После проведения вспомогательного полива через три дня нарезали рядки (глубиной 12–15 см). В нарезанных рядах посадили семенных клубней нового образца картофеля Ватан (Родина) и нового перспективного клона картофеля Кл.40/1. Использованные семенные клубни этих образцов картофеля в опы-

те, представили, выращенные клубни образцов картофеля в горную зону республики (на высоте 2560 м над уровнем моря), собранных из урожая осенью 2020 года. Семенные клубни образцов картофеля до летного срока посадки хранились в холодильнике при температуре +2-+4^{0}С. В опыте был использован два варианта: 1. Контроль (опрыскивание клубни при посадке водой); 2. Опрыскивание клубни при посадке водным раствором (1%) комплексом микробиологических удобрений (КМУ) (азотовит, фисфатовит, гео–гумати, ЭРА, Узхитан и гумити-30. Перед опрыскиванием клубни КМУ, их закладывали в дне рядки. Опрыскивание клубней водой и КМУ проведено ручным опрыскивателем (сверху клубней) и закапали в почву. После появления всходов растений картофеля также опрыскивали водой (контроль) и водным раствором (КМУ) в фазах бутонизации, цветения и клубнеобразования. Полученные нами научные результаты показали, что опрыскивание семенных клубней при посадке и растений во время вегетации (в фазах бутонизации, цветения и клубнеобразования) водным раствором КМУ способствует ускорению всходов клубней по сравнению с контроля на 3–4 дня и увеличению количество клубней на растение (в среднем на 51,7%), продуктивности (на 38,0%) и урожайности (на 37,9%). Однако, масса одного клубня образцов картофеля в контрольном варианте была в среднем на 9,0% больше, чем в опыте. Необходимо отметить, что при опрыскивании клубней и растений картофеля во время их вегетации водным раствором КМУ, по видимому питательные вещества всасываются в клетках растений и способствуют активизации работы ферментной системы и других биохимических процессов в растений, и тем, самым благоприятно влияют на процесс органогенеза и формирования хозяйственно полезных признаков растений картофеля. На основе полученных нами научных результатов можно полагать, что использование КМУ является новым инновационным методом, благодаря чего при выращивании картофеля, не используя минеральных удобрений можно получить экологически чистый продукт картофеля. Данного нового способа выращивания картофеля на основе применения КМУ можно рекомендовать фермерским хозяйствам при выращивании картофеля в будущем. С другой стороны, результаты опыта показывают возможности в будущем ограничить использования минеральных удобрений, которые приводят к увеличению производственных затрат при производстве картофеля в будущем.

Ключевые слова: картофель, образцы, контроль, опыт, комплексное микробиологические удобрение, масса клубней, количество клубней, продуктивность, урожайность, Таджикистан.

Введение

В настоящее время внимание ученых мира направлено на поиске инновационных способов повышения урожайности, с минимальным расходом минеральных удобрений. В частности, группа ученых из разных стран обращают особое внимание по выявлению влияния разных органических соединений на рост и развитие, а также на продуктивность различных сельскохозяйственных культур. Особенно, всё больше внимание исследователей и работников сельского хозяйства привлекают способы предпосевной обработки семян с использованием микробиологических удобрений и активных полимеров, а также разработанных на их основе полимерных композиций, обладающих широким спектром действий, в качестве полимеров с биологической активностью.

В этом аспекте об использование микробиологических удобрений в частности ученые сообщают о том, что такие препараты, как ЭРА, Гель, Узхитан и другие оказывают положительное воздействие на продуктивность растений [1, 13; 3, 120; 4, 101]. Уста-

новлено, что под влиянием различных химических препаратов наблюдается усиление роста и развития зерновых и других культур [2,87; 5,43; 6,115; 7,32].

В связи, с этим перед нами стояла цель – изучить влияние комплекса микробиологических удобрений (КМУ) на рост и развитие картофеля при летнем сроке посадки в условиях Гиссарской долины Таджикистана.

Материал и методика

На экспериментальном опытном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана (на высоте 840 м над уровнем моря) нами были проведены посевы коллекции зерновых культур в декабре месяц. Урожай зерновых убрали в конце июня. Через 10 дней провели влагозарядковый (вспомогательный) полив опытного участка. На опытном участке после уборки зерновых не провели вспашку почвы. После проведения вспомогательного полива через три дня нарезали рядки (глубиной 12–15 см). В нарезанных рядах посадили клубней нового образца картофеля Ватан (Родина) и нового перспективного клона картофеля Кл.40/1. Использованные семенные клубни картофеля в опыте, представили, выращенные клубни образцов картофеля в горную зону республики (на высоте 2560 м над уровнем моря) и были собраны из урожая осенью 2019–2020 годы. Семенные клубни образцов картофеля до летного срока посадки хранились в холодильнике при температуре +2+4 °С.

В мелко деляночном опыте, при трехкратной повторности (в каждом повторений по 15 шт. клубней, итого по 45 растений в каждом варианте опыта) была использована два варианта:

1. Контроль (опрыскивание клубни при посадке водой);

2. Опрыскивание клубни при посадке водным раствором (1 %) комплексом микробиологических удобрений (КМУ) (азотовит, фисфатовит, гео–гумати, ЭРА, Узхитан и гумити-30. Перед опрыскиванием клубни КМУ, их закладывали в дне рядки. Опрыскивание клубней водой и КМУ проведено ручным опрыскивателем (сверху клубней). Схема посадки 70 × 30 см. Посадку клубней была проведена во второй декаде июля, а уборку урожая – в первой декаде ноября. Опыты проведены в течение 2020 г. и 2021 г. Глубина заделки клубней составила 10–12 см. После покрытия клубней почвой, рядки сверху покрыли свежеубранной травой (травосмесь) в качестве мульчой. Сверху мульчи (травы) опрыскивали рядов водой, чтобы сохранить влагу в рядах, так как в это время среднесуточная температура воздуха составляет 23–25^{0}С. Через три дня посадки сортообразцов картофеля поливали для поддержки влаги в рядах. После появление всходов и достижения растений высотой 5–10 см, (примерно через 5–7 дней) высохшие травы с поверхности рядов собирали и разместили в дне рядов и провели окучивание рядов. Таким образом, закопанные травы служили в качестве органического удобрения и для содержания рядов в рыхлом состояние. В фазах бутонизации, цветения и клубнеобразования растений опрыскивали водой (контроль) и раствором КМУ (опыт). В фазе бутонизации растений контрольного и опытного вариантов опрыскивали водным раствором БИ-58 (против колорадского жука).

Результаты и их обсуждение

Как показали наблюдения посаженные клубни дали всходов через 10–12 дней от их посадки. Под влиянием опрыскивание клубней КМУ всходы появились на 3–4 дня раньше, чем в варианте контроля (опрыскивание водой). Также опыты показали, что при опрыскивании клубней двух образцов картофеля (Ватан и Кл.40/1) при летнем сроке посадки и растений во время вегетации (в фазах бутонизации, цветения и клубнеобразования) положительно влияет на формирование ряда признаков картофеля (таблица 1).

Как видно из данных таблицы 1 под воздействием КМУ наблюдается увеличение количество клубней на растения по сравнению с контролем на 51,69%, продуктивность на 38,2% и урожайность на 38,14%. Однако, под влияние КМУ наблюдается уменьшение массы одного клубня на 8,95%, чем в контроле.

Таблица 1. Влияние КМУ на хозяйственно полезных признаков картофеля (в среднем из образцов Ватан и Кл.-40/1) при летнем сроке посадки (2020–2019 гг.)

Варианты опыта	Количество клубней, шт./растение	Масса одного клубня, г	Продуктивность, г/растение	Урожайность, т/га (расчётная)
Контроль	3,25±0,3	74,23±0,4	241,25±1,4	12,06±0,9
КМУ	4,93±0,2	67,58±0,6	333,17±1,3	16,66±0,7
Отклонение от контроля,%	51,69	-8,95	38,10	38,14
$НСР_{05}$	0,49	3,33	12,32	1,15

Таким образом, опыт по изучению влияния КМУ показал, что смесь микробиологических удобрений положительно влияет на ускорение всходов (на 3–4 дня), вызывает увеличению количество клубней на растение, продуктивности и урожайности сортообразцов картофеля при летнем сроке посадки картофеля в условиях Гиссарской долины Таджикистана.

Также как показали наши исследования под влиянием КМУ наблюдается изменение полезных признаков картофеля в зависимости от генотипической особенности образцов, что видно из нижеприведенных рисунках.

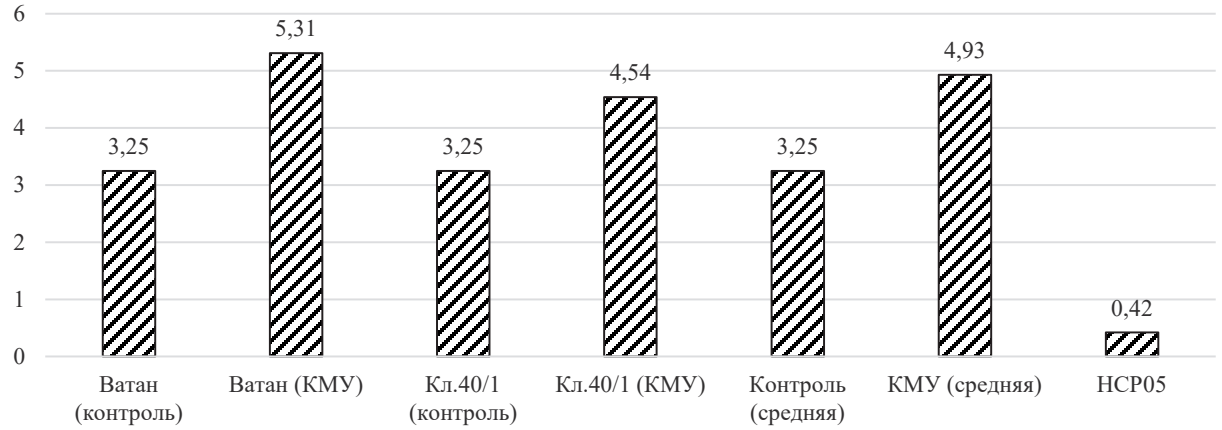

Рисунок 1. Влияние КМУ на количество клубней на растения

Как видно из рисунков 1 у обоих сортообразцов картофеля под влиянием КМУ наблюдается увеличение количество клубней на растения у образца Кл.40/1 на 39,7%, у образца Ватан на 63,4%, а в среднем у обоих образцов на 51,7%.

Однако, под воздействием КМУ у образцов картофеля наблюдается уменьшение признака массы одного клубня, чем в контроле (рисунок 2). Это свидетельствует о том, что по мере увеличение количество клубней на растение, масса одного клубня уменьшается и наоборот, при уменьшении количество клубней вызывает увеличению их массы.

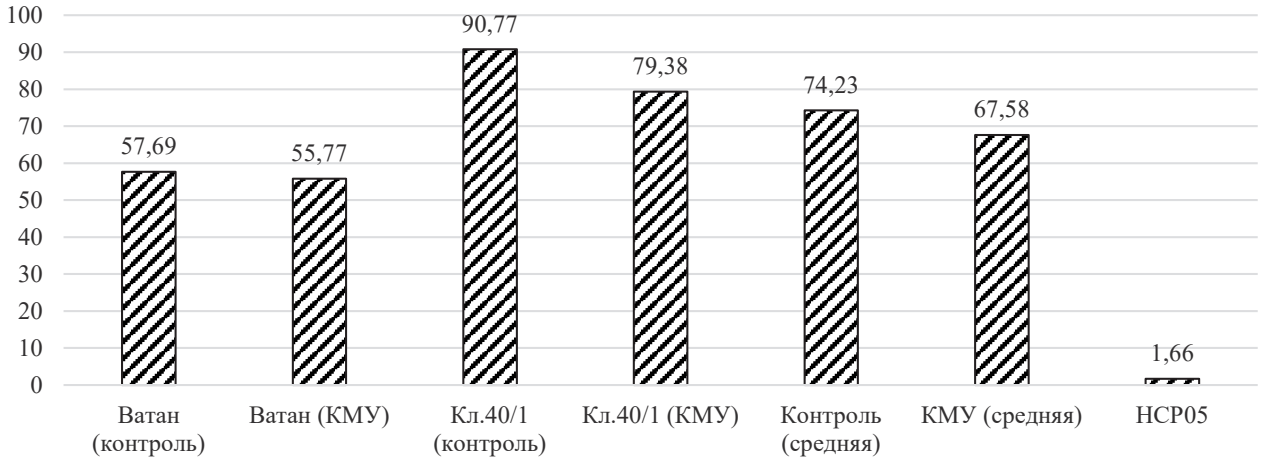

Рисунок 2. Влияние КМУ на массы одного клубня у образцов картофеля

Под воздействием КМУ наблюдается уменьшения массы одного клубня у образца Ватан на 10,0 %, у образца Кл.40/1 на 12,6 %, а в среднем по обоим образцам уменьшение массы одного клубня составляет 9,0 %.

Также здесь необходимо отметить, что применение КМУ одновременно не сможет способствовать увеличению два полигенного признака картофеля. Под воздействием КМУ мы наблюдаем только увеличению количество клубней по сравнению с контрольным вариантом при летнем сроке посадки картофеля в условиях долины Таджикистана.

Проведенные нами опыты показали, что под воздействием КМУ наблюдается значительное увеличение продуктивности кустов у обоих образцов картофеля, по сравнению с контролем варианте (рисунок 3).

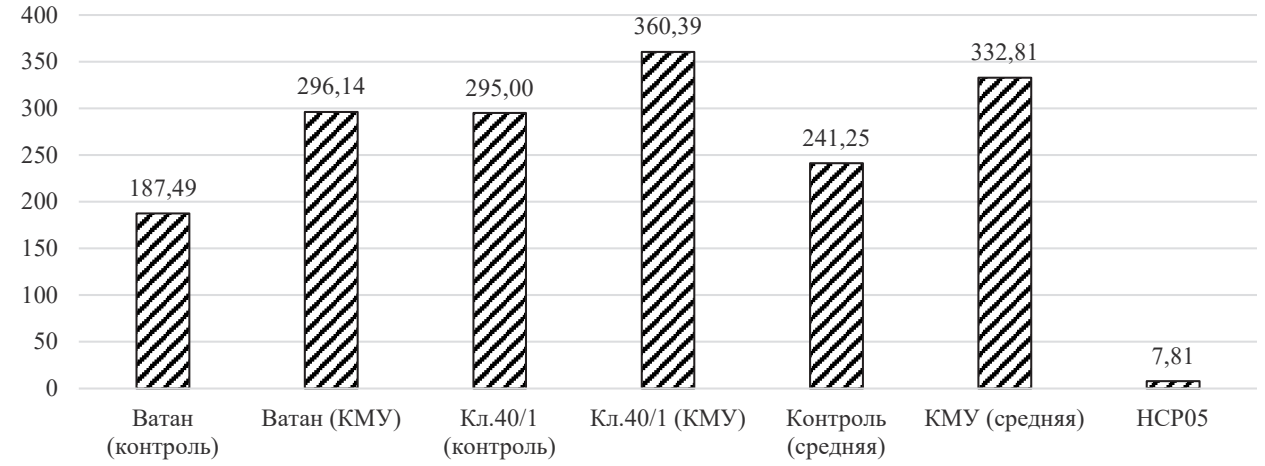

Рисунок 3. Влияние КМУ на продуктивность образцов картофеля

Под влиянием КМУ продуктивность кустов у образца Ватан увеличивается на 58,0 %, у образца Кл.40/1 на 22.2 %, а в среднем у обоих образцов на 38.0 %.

Урожайность образцов картофеля (расчётная) также под влиянием КМУ значительно увеличивается по сравнению с контролем (рисунок 4).

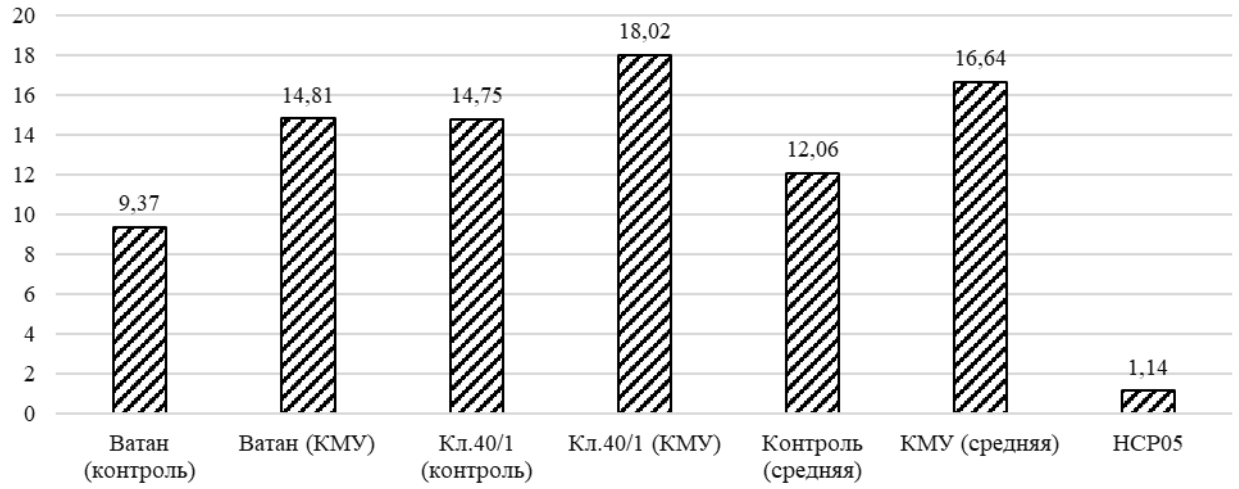

Рисунок 4. Влияние КМУ на урожайность образцов картофеля

Как показывают данные рисунки 4 под воздействием КМУ урожайность образцов картофеля в зависимости от их генотипической особенности увеличивается по сравнению с контрольным вариантом. Например, если урожайность у образца картофеля Ватан под воздействием КМУ по сравнению с контрольным вариантом увеличивается на 58,1%, то у образца Кл.40/1 это составляет 22,2%. Вариант обработки КМУ семенных клубней при посадке и опрыскиванием растений в фазах бутонизации, цветения и клубнеобразования КМУ вызывает увеличению урожая картофеля (в среднем у обоих образцов картофеля) на 37,9%. Таким образом, можно отметить, что обработки клубней и растений в течение вегетации способствует увеличение количество клубней, продуктивности и урожайности картофеля при использовании КМУ при летнем сроке посадки в условиях Гиссарской долины Таджикистана.

Заключение

Полученные нами результаты в опыте показали, что опрыскивание семенных клубней картофеля при посадке и растений во время вегетации (в фазах бутонизации, цветения и клубнеобразования) водным раствором КМУ способствует ускорению всходов клубней по сравнению с контроля на 3–4 дня и увеличению количество клубней (в среднем на 51,7%), продуктивности (на 38,0%) и урожайности (на 37,9%). Однако, масса одного клубня образцов картофеля в контрольном варианте была в среднем на 9,0% больше, чем в опыте.

Необходимо отметить, что при опрыскивании клубней и растений картофеля во время их вегетации водным раствором КМУ, по-видимому питательные вещества всасываются в клетках растений и способствуют активизации работы ферментной системы и других биохимических процессов в растениях, и тем, самым благоприятно влияют на процесс органогенеза и формирования хозяйственно полезных признаков растений картофеля. На основе полученных нами научных результатов можно полагать, что использование КМУ является новым инновационным методом, благодаря чего при выращивании картофеля, не используя минеральных удобрений можно получить экологически чистый продукт картофеля. Данного нового способа выращивания картофеля на основе применения КМУ можно рекомендовать фермерским хозяйствам при выращивании картофеля в будущем. С другой стороны, результаты опыта показывают возможности в будущем ограничить использования минеральных удобрений, которые приводят к увеличению производственных затрат при производстве картофеля в будущем.

Список литературы

1. Куликов С. Н., Тюрин Ю. А., Долбин Д. А. Роль структуры в биологической активности хитозина // Вестник Казанского технологического университета. – 2007. – № 6. – С. 10–15.
2. Марупов А. Экологические чистые технологии защиты хлопчатника от вертициллезного вилта в Узбекистане. – Ташкент, 2003. – 246 с.
3. Рашидова Д. К. Применение биологически активных полимеров на хлопчатнике. – Ташкент, 2015. – 132 с.
4. Рашидова Д. К. Влияние действия полимерных систем при капсулировании на развитие семян и растений хлопчатника. Дисс. док. с/х наук. – Ташкент, 2016. – 192 с.
5. Садридинов С., Пулатов Я. Э., Шарофидинов З. Применение комплексного микробиологического удобрения (КМУ) в сельском хозяйстве Таджикистана и его экономическая эффективность // Вестник Таджикского национального университета. – 2017. – № 2/1. – С. 41–44.
6. Соколова Е. А., Байданова Е. А. Влияние фиторегуляторов на количество зерен в колосе // Материалы седьмой международной конференции. – Санкт-Петербург-Репино, 15–18 сентября 2003 г. – С. 114–116.
7. Тютерев С. Л. Хитозановые препараты–новые экологические безопасные средства защиты растений, эффективные для фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Материалы симпозиума восьмой генеральной ассамблеи ВПРСМООББ. – Познань, 2001. – С. 31–32.

Об авторах:

Курбонали Партоев, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий лабораторией генетики и селекции растений Института ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана, e-mail: pkurbonali@mail.ru

Курбонов Мавлон Муминович, к. с.-х. н., старший научный сотрудник лабораторией молекулярной биологии и биотехнологии НАН Таджикистана, e-mail: ibfgr@bk.ru

Наимов Алишер Сафаралиевия, научный сотрудник лабораторией молекулярной биологии и биотехнологии НАН Таджикистана, e-mail: ibfgr@bk.ru

Алиев Умед Курбонович, научный сотрудник лабораторией молекулярной биологии и биотехнологии НАН Таджикистана, e-mail: ibfgr@bk.ru

EFFICIENCY OF THE POTATO AT USE OF COMPLEX MICROBIOLOGICAL FERTILIZER (CMF) IN SUMMER TERM OF PLANTING IN TAJIKISTAN

Partoev K.[1], Kurbonov M. M.[1], Naimov A. S.[1], Aliev U. K.[1]

[1] Institute of Botany, Physiology and Plant Genetics of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan

For revealing of action of a complex of microbiological fertilizers (CMF) on growth and development of a potato we make experiments at summer term of planting of a potato in the conditions of the Gissar valley of Tajikistan. On a skilled site after cleaning of the grain have not spent soil ploughing. After carrying out of auxiliary watering in three days cut rows (depth of 12–15 sm). In the cut rows have planted tubers of the new sample of a potato Vatan (Native land) and a new perspective clone of a potato of Kl.40/1. The used seed tubers of a potato in

experience, have presented, the grown up tubers of samples of a potato in a mountain zone of republic (at height of 2560 m above sea level) and have been collected from a crop in the autumn of 2020. Seed tubers of samples of a potato to flight term of planting were stored in the refrigerator at temperature +2+40 °C. In experience has been used two variants: 1. Control (spraying tubers at planting by water); 2. Spraying tubers at landing by a water solution (1%) a complex of microbiological fertilizers (CMF) (azotophit, phosphatovit, geo-gumati, ERA, Uzhitan and gumiti-30. Before spraying tubers CMF, put them in a bottom rows. Spraying of tubers by water and CMF is spent by a manual sprayer (from above tubers). After occurrence of shoots of plants of a potato also were sprayed by water (control) and a water solution (CMF) in phases budding, flowerings and tubers formation. Results received by us have shown that spraying of seed tubers at landing and plants during vegetation (in phases budding, flowerings and tubers formation) water solution CMF promotes acceleration of shoots of tubers in comparison with control for 3–4 days and to increase quantity of tubers (on the average on 51,7%), efficiency (on 38,0%) and productivity (on 37,9%). However, the weight of one tuber of samples of a potato in a control variant was on the average on 9,0% more than in experience. It is necessary to notice that at spraying of tubers and plants of a potato during their vegetation by water solution CMF, on visible nutrients are soaked up in cages of plants and promote activization of work of fermental system and other biochemical processes in plants, and that most favorably influence process body formation and formations of economic useful signs of plants of a potato. On the basis of the scientific results received by us it is possible to believe that use CMF is a new innovative method, thanking that at cultivation of a potato without using some mineral fertilizers it is possible to receive a non-polluting product of a potato. The given new way of cultivation of a potato on the basis of application CMF it is possible to recommend to farms at potato cultivation in the future. On the other hand, results of experience show possibilities in the future to limit uses of mineral fertilizers which lead to increase in industrial expenses by potato manufacture in the future.

Keywords: a potato, samples, control, experience, complex microbiological fertilizer, weight of tubers, quantity of tubers, efficiency, productivity, Tajikistan.

References

1. Kulikov S. N., Tyurin Yu.A., Dolbin D. A. The role of the structure in the biological activity of chitosan // Bulletin of Kazan Technological University. – 2007. – № 6. – P. 10–15.
2. Marupov A. Ecological clean technologies for protection of cotton from verticillose vilta in Uzbekistan. – Tashkent, 2003. – 246 p.
3. Rashidova D. K. Application of biologically active polymers on cotton. – Shkent, 2015. – 132 p.
4. Rashidova D. K. Influence of action of polymer systems during encapsulation on development of cotton seeds and plants. Diss. doc. agricultural sciences. – Tashkent, 2016. – 192 p.
5. Sadridinov S., Pulatov Y. E., Sharofidinov Z. Application of integrated microbiological fertilizer (KMU) in agriculture of Tajikistan and its economic efficiency//Bulletin of Tajik National University. – 2017. – № 2/1. – P. 41–44.
6. Sokolova E. A., Baidanova E. A. Impact of phytoregulators on the amount of grains in the spikelet // Materials of the seventh international conference. – St. Petersburg-Repino, September 15–18, 2003. – P. 114–116.
7. Tyuterev S. L. Chitosan preparations – new ecological safe plant protection products effective for phytosanitary optimization of agroecosystems. – Poznan, 2001. – P. 31–32.

About authors:

Partoev Kurbonali, the Doctor of agricultural sciences, the Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Genetics and Plant Breeding, Institute of Botany, Physiology and Genetics of plants of Tajik National Academy of Science, e-mail: pkurbonali@mail.ru

Kurbonov Mavlon M., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Molecular Biology and Biotechnology, Institute of Botany, Physiology and Genetics of plants of Tajik National Academy of Science, e-mail: ibfgr@bk.ru

Naimov Alisher S., Researcher, Molecular Biology and Biotechnology Laboratory, Institute of Botany, Physiology and Genetics of plants of Tajik National Academy of Science, e-mail: ibfgr@bk.ru

Aliev Umed K., Researcher, Molecular Biology and Biotechnology Laboratory, Institute of Botany, Physiology and Genetics of plants of Tajik National Academy of Science, e-mail: ibfgr@bk.ru

УДК 633.491
DOI: 10.35244/2658-7963-2021-7-4-39-50

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ НАУЧНО-ОБОСНОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛИОРАНТОВ И УДОБРЕНИЙ

Федотова Л. С.[1], Тимошина Н. А.[1], Князева Е. В.[1], Аканова Н. И.[2], Козлова А. В.[3]

[1] ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», Москва, Россия
[2] ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», Москва, Россия
[3] ООО «Вязьма-Брусит», Смоленск, Россия

Представлены результаты двух опытов (1977–2001 гг. – стационарный опыт 1; 2019–2020 гг. – опыт 2) на картофеле в условиях дерново-подзолистой кислой почвы (pH_{KCl} 4,5–4,7) центра России (Московская область). Цель исследований – установить длительность действия известкования (в форме доломитовой муки), а также биологическую эффективность основного внесения агрохимиката «АгроМаг гранулированный» и некорневого опрыскивания «АгроМаг АктиМакс» на продуктивность, картофеля и плодородие почвы. Опыт 1 (длительный стационарный опыт) – показана эффективность и длительность действия известкования (доломитовой мукой) в зависимости от системы применения удобрений. Последействие известкования полной дозой доломитовой муки (по г. к.) проявлялось через 7–11 лет после ее внесения в почву и зависело от доз и форм удобрений, причем минимальное значение интервала соответствовало варианту с высокими дозами минеральных удобрений ($N_{135–150}P_{135–150}K_{180}$), а максимальное – вариантам со средними дозами NPK в сочетании с навозом ($N_{90}P_{90}K_{120}$ + 80 т/га навоза КРС). В варианте [доломитовая мука 2,0 по г. к. (12,8 т/га) + $N_{150}P_{150}K_{180}$] в 2000 году обнаружено остаточное действие известкования (через 24 года после проведения известкования) во всех горизонтах почвенного разреза. Опыт 2 – на дерново-подзолистой супесчаной почве от основного внесения магнийсодержащего агрохимиката «АгроМаг гранулированный» (62 % MgO) и некорневого опрыскивания

«АгроМаг АктиМакс» (4% N, 1% Ca, 21% Mg) урожайность картофеля повышалась на 19,6–55,4%, улучшалась структура урожая (товарность,%) и качество клубней. Наиболее оптимальные параметры плодородия почвы для выращивания картофеля складывались в вариантах: [$N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200} (АгроМаг)] и [$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$(АгроМаг) + АктиМакс 6 л/га × 2 раза], pH составила 4,9–5,2 ед., гидролитическая кислотность – 2,63–3,15 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 5,2 мг-экв/100 г, степень насыщенности – 62,3–66,4%, обменный магний 193–206 мг/кг почвы. В варианте с комплексным применением магнийсодержащих удобрений в наибольших дозах [внесение АгроМаг 200 кг/га д. в. MgO в почву перед посадкой в сочетании с некорневым опрыскиванием АгроМаг АктиМакс, 6 л/га × 2 раза] получена максимальная урожайность картофеля 57,2 т/га, что на 55% превышало уровень урожайности варианта с расчетной дозой NPK (фон).

Ключевые слова: известкование, магнийсодержащие удобрения, «АгроМаг гранулированный», «АгроМаг АктиМакс», плодородие почвы, картофель.

Введение

За прошедшие два столетия (XIX–XX век) интенсивная хозяйственная деятельность человека привела к кардинальным изменениям в почвенном покрове (ПП) – возросла доля антропогенно-измененных и антропогенных почв (Сухачева & Апарин, 2019). В перестроечные и нулевые годы XX века, по данным Росстата РФ, из сельскохозяйственного оборота выведено примерно 41 млн. га пашни. На современном поколении людей лежит ответственность за восстановление утраченных богатств. Как заявил премьер-министр М. Мишустин (2021): «в стране не должно быть заброшенных, ненужных участков, границы, которых даже не определены». В связи с этим, правительство РФ утвердило госпрограмму по «эффективному вовлечению в оборот» сельхозземель и «развитию мелиоративного комплекса», рассчитанную на срок с 2022 по 2031 год. Планируется ввести в оборот больше 13 млн. га земли.

Практически везде и во все времена вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот подразумевало обработку почвы, которая сводилась к следующим основным операциям: оборачивание, рыхление, уплотнение, выравнивание (Кудеяров, 2019) и постепенно приводила к формированию агрогенного горизонта. Интенсивное земледелие, в т. ч. растениеводство, сопровождается целенаправленным воздействием на почвенный покров, в результате которого образуются агрогенные структуры почвенного покрова. Агрогенез, как целевая функция, направлена на повышение естественной производительности почв и снятие лимитирующих её природных факторов (Апарин & Сухачева, 2008; Сухачева & Апарин, 2019; Кирюшин, 2019).

Но, начиная с 1991 г., интенсивность вложений в сельское хозяйство снизилась, значительно сократились: поставка и применение минеральных удобрений, объемы известкования и фосфоритования почв, и одновременно с этим выросли площади пахотных почв с низким содержанием фосфора, калия и высокой кислотностью. В настоящее время около трети пашни 34,4 млн. га (32%) имеют кислую реакцию почвенной среды; почти три четверти (73,2%) нуждаются в первоочередном внесении фосфорных удобрений, из них 14,4% характеризуются очень низким и низким содержанием подвижного фосфора; на 58,9% площади – дефицит подвижного калия. Во многих почвах отмечается дефицит подвижных форм магния, кальция, серы, микроэлементов и для обеспечения сбалансированного питания растений требуется внесение соответствующих удобрений (Алиев, Варламов, Ваулина и др., 2009; Сычёв, Лунёв, Павлихина, 2012; Корягина & Улицкая, 2014).

Главная тенденция современного земледелия состоит в необходимости восстановить научно-обоснованную систему использования земель сельскохозяйственного назначения, сложившуюся на основе классических и современных исследований выдающихся российских и зарубежных ученых. Разработанные ими основы ведения земледелия с использованием средств адаптации и биологизации: возделывание бобовых и многолетних трав, ведение севооборотов, использование на удобрение природных фосфоритов, известковых агроруд, позволяют в течение ряда десятилетий повышать потенциальное и эффективное плодородие почв, урожайность культур и качество продукции.

Подзолистые и дерново-подзолистые почвы при окультуривании теряют видовые морфологические признаки по мощности подзолистого и гумусового горизонта (Апарин & Сухачева, 2008; Сухачева & Апарин, 2019). Поэтому знания о закономерностях изменения параметров плодородия почв с различной интенсивностью антропогенного воздействия являются актуальным направлением исследований.

Материалы и методы

Как известно длительные стационарные полевые опыты являются основой фундаментальных знаний об окружающей среде. К таким опытам относится опыт 1 (1977–2001 гг.), одной из задач которого, было изучение влияния сочетания доломитовой муки, минеральных и органических удобрений на продуктивность специализированного картофельного севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы. Исследования проводили в двухфакторном полевом опыте на территории Московской области на двух полях со следующим чередованием культур: картофель, горох-овес, картофель, ячмень. Схема опыта [(6×4)×3=72 делянки] включала три дозы доломитовой муки и неизвесткованный контроль без удобрений. Дозы доломитовой муки (24 % Ca и 11 % Mg), рассчитанные в долях гидролитической кислотности – 0,5, 1,0 и 2,0 по г. к., что соответствовало в физическом весе – 3,2 т/га, 6,4 и 12,8 т/га, были внесены весной 1977 г. на обоих полях, под перепашку зяби согласно схеме опыта. Указанные дозы доломитовой муки являлись фонами, на которых ежегодно в течение 12 лет перед посадкой картофеля применяли следующие дозы и виды удобрений: 80 т/га навоза + $N_{90}P_{90}K_{120}$; 80 т/га навоза + $N_{135}P_{135}K_{180}$; $N_{90}P_{90}K_{120}$; $N_{135}P_{135}K_{180}$; $N_{150}P_{150}K_{180}$. В опыте использовали аммиачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий. В качестве навоза применяли твердую фракцию бесподстилочного навоза КРС с содержанием N-1,42 %; P_2O_5–1,30 %; K_2O-1,41 %; CaO-1,30 %; MgO-0,87 % на сухое вещество и влажностью 63,3 %. Общая площадь делянки 53 м^2, учетная 37 м^2. Делянки размещали методом рендомизированных повторений. Повторность трехкратная. Результаты исследований этого опыта, проведенные в почвенных разрезах, не публиковались широко в печати и представлены в данной статье.

Опыт 2 (2019–2020 гг.): изучение агробиологической эффективности магнийсодержащих агрохимикатов, произведенных из природного минерала брусита: АгроМаг гранулированный (не менее 62 % MgO) для основного внесения в почву и АгроМаг АктиМакс (4 % N, 1 % Ca, не менее 21 % Mg) для некорневой подкормки растений картофеля. Схема опыта включала 9 вариантов в 3-х кратной повторности, представлена в табл. 2 и 3. Площадь опытной делянки – 48 м^2, расположение рендомизированное.

Почва в обоих опытах – дерново-подзолистая супесчаная, обладала кислой реакцией почвенного раствора (pH_{KCl} = 4,5–4,7); высокой гидролитической кислотностью (Нг= 2,9–3,3 мг-экв /100 г почвы), низкой суммой поглощенных оснований (S = 2,1–2,57 мг-экв/100г почвы), средней степенью насыщенности основаниями (V = 50–60 %);

высоким содержанием подвижного фосфора (343–450 мг/кг почвы) и ниже среднего содержанием обменного калия (115–130 мг/кг почвы).

Учет урожая и его структуру определяли по методике под ред. Жеворы С. В. (2019); агрохимические показатели почвы по общепринятым ГОСТам: P_2O5 и K_2O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650–2011); pH_{KCl} потенциометрически (ГОСТ 26483–85); гидролитическая кислотность (Нг) по Каппену (ГОСТ 26212–91); сумма поглощенных оснований (S) по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821–88); степень насыщенности почвы основаниями V,% – расчетным способом [V,% = S x 100: (S+Нг)]; обменные Ca и Mg по ГОСТ 26487–85; гумус – по ГОСТ 26213–91. Статистический анализ экспериментальных данных проводили с помощью Пакета анализа Excel 2013 – Analysis ToolPak и по Доспехову, 1985.

Результаты исследования

В длительном стационарном опыте (1977–2001 гг.) под влиянием известкования изменялись физико-химические показатели плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы – происходила оптимизация реакции среды и восполнение запасов кальция и магния. Почвенные разрезы, выполненные в 2000 г. на абсолютном контроле и варианте сочетания факторов в максимальных градациях [доломитовая мука 2,0 по г. к. (12,8 т/га) + $N_{150}P_{150}K_{180}$], позволили установить длительность последействия известкования (24 года) и удобрений (10 лет) на физико-химические свойства горизонтов почвы (табл.1)

Таблица 1. Характеристика горизонтов дерново-подзолистой супесчаной почвы (2000 г.) на абсолютном контроле и варианте: долом. мука 2,0 по г. к. + $N_{150}P_{150}K_{180}$.

Вариант	Горизонт, мощность, см	pH_{KCl}	Нг	S	Al	V,%	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O
			mg-eq / 100 g of soil				мг/кг почвы			
Без известкования и удобрений	$A_{пах}$ 0–37	4,7	3,3	2,0	0,1	38	320	130	450	30
	B_1 50–125	3,7	4,6	2,7	1,2	37	240	90	120	57
	B_2 125–180	4,1	1,8	2,8	0,7	61	210	120	370	35
	C>190	4,5	0,4	2,5	0,2	86	60	80	450	20
Дол. мука 2,0 г. к. + $N_{150}P_{150}K_{180}$	$A_{пах}$ 0–40	4,9	2,7	2,4	0,03	47	450	170	520	40
	B_1 50–125	4,3	1,2	2,2	0,06	65	250	100	360	50
	B_2 125–180	4,5	0,9	2,7	0,21	75	300	150	630	35
	C>190	4,5	0,4	2,5	0,12	86	90	50	520	30
$НСР_{05}$		0,2	0,3	0,2	0,05	5	12	9	16	7

Последействие известкования полной дозой доломитовой муки (по г. к.) проявлялось через 7–11 лет после ее внесения в почву и зависело от доз и форм удобрений, причем минимальное значение интервала соответствовало варианту с высокими дозами минеральных удобрений ($N_{135–150}P_{135–150}K_{180}$), а максимальное – вариантам со средними дозами NPK в сочетании с навозом ($N_{90}P_{90}K_{120}$ + 80 т/га навоза КРС).

Наиболее мобильным рычагом управления продуктивностью и плодородием агрогенных почв является система минерального питания растений. На кислых почвах высока эффективность от весеннего внесения растворимых кальциевых (кальциевая селитра, 19 % Ca, 13–16 % N) и магниевых удобрений: магний сернокислый, Mg-S=10–13 %; калимагнезии, K-Mg=29–32–16–18; калимаг, K-Mg=46–16 %. В опыте Докшина Я. В., Федотовой Л. С. (2015) на дерново-

подзолистой среднесуглинистой почве прибавка урожайности картофеля (сорт Удача, 2014–2017 гг.) от весеннего внесения калия хлористого в дозах $K_{120-150}Cl$ составляла 8,5–8,7 т/га (или 28–28,8 %), а от применения калимагнезии в дозах $K_{120-180}MgS$ –11,8–14,7 т/га (или 39–48,7 %) к уровню урожайности (30,2 т/га) азотно-фосфорного фона.

В опыте 2 (2019–2020 гг.) на дерново-подзолистой супесчаной почве с pH_{KCl} 4,6–4,9 от основного внесения магнийсодержащего агрохимиката «АгроМаг гранулированный» (не менее 62 % MgO) и некорневого опрыскивания «АгроМаг АктиМакс» (4 % N, 1 % Ca, не менее 21 % Mg) существенно повышалась урожайность картофеля – на 19,6–55,4 %, его товарность – на 1,4–1,6 % (6–8 варианты), крахмалистость клубней – на 2,0–3,7 % (3 и 8 варианты) по сравнению с расчетной дозой NPK-удобрений (табл. 2).

Внесение различных доз и форм магнийсодержащих минеральных удобрений привело к изменениям физико-химических показателей пахотного слоя почвы (табл. 3). Так, обменная кислотность в вариантах с внесением АгроМага гранулированного в дозе 100 кг/га (3-й и 4-й варианты) стабилизировалась до уровня 4,9 ед. pH, гидролитическая кислотность снизилась до 3,3–3,4 мг-экв/100 г, сумма обменных оснований повысилась до 3,2–3,3 мг-экв/100 г, а степень насыщенности основаниями – до 49 %, по сравнению с аналогичными значениями варианта без удобрений (1-й вариант) и минерального фона (2-й вариант).

Таблица 2. Урожайность картофеля сорта Жуковский ранний в зависимости от различных форм и доз магнийсодержащих удобрений, 2019–2020 гг.

№ п/п	Варианты опыта	Валовой урожай, т/га	Прибавка урожая		Товарность,%	Крахмал,%
			т/га	%		
1	Без удобрений	29,3	-	-	94,2	14,4
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$ (расчетная доза NPK на урожайность 40 т/га)	36,8	-	-	95,9	13,1
3	$N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{100}$ (АгроМаг)	44,0	7,2	19,6	96,9	16,8
4	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	53,5	16,7	45,4	96,7	12,3
5	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	41,9	5,1	13,9	96,2	12,9
6	$N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{100}(MgSO_4)$	44,3	7,5	20,4	97,3	13,1
7	$N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{200}$ (АгроМаг)	51,4	14,6	39,6	97,3	13,5
8	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	57,2	20,4	55,4	97,5	15,1
9	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза (бутонизация-цветение)	43,0	6,2	16,8	96,9	11,4
$НСР_{05}$		1,6		-	1,7	0,9

Таблица 3. Изменение агрохимических показателей плодородия почвы в зависимости от применения различных форм и доз удобрений

№	Варианты опыта	pH_{KCl}	Hг	S	V,%	P_2O_5	K_2O	Mg
			mg-eq / 100 g of soil			мг/кг почвы		
1	Без удобрений	4,6	3,15	2,7	46,1	386	160	79
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$	4,6	3,68	3,0	44,9	403	180	98
3	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{100} (АгроМаг)	4,9	3,40	3,3	49,3	402	179	118
4	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{100}$ + Актимакс 3 л/га × 2 раза	4,9	3,33	3,2	49,0	421	202	115
5	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + АктиМакс 3 л/га × 2 раза	4,7	3,46	3,0	46,4	421	210	99
6	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{100} ($MgSO_4$)	5,7	2,63	5,7	68,4	417	217	131
7	$N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200} (АгроМаг)	5,2	2,63	5,2	66,4	427	214	206
8	$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ + АктиМакс 6 л/га × 2 раза	4,9	3,15	5,2	62,3	417	204	193
9	$N_{116}P_{116}K_{152}$+ АктиМакс 6 л/га × 2 раза	4,7	3,43	3,1	47,5	425	210	97
$НСР_{05}$		0,2	0,27	0,2	4,8	25	18	16

Увеличение дозы АгроМага до 200 кг/га (7-й вариант) привело к более радикальным изменениям: обменная кислотность снизилась до 5,2 ед. pH, гидролитическая кислотность – до 2,63 мг-экв/100 г, сумма обменных оснований повысилась до 5,2 мг-экв/100 г, а степень насыщенности основаниями – до 66,4 %, что, практически, на уровне 6-го варианта с внесением магния сернокислого в дозе Mg_{100}.

Некорневые опрыскивания АктиМакс в дозе 3 и 6 л/га двукратно (5-й и 9-й варианты) снимали подкисляющее действие минеральных удобрений и стабилизировали кислотно-основной баланс почвы на уровне показателей неудобренного контроля.

Внесение минеральных удобрений повышало содержание подвижного фосфора и обменного калия до уровня 403–429 мг/кг и 179–217 мг/кг, соответственно, что на 17–43 и 19–57 мг/кг выше неудобренного контроля.

Содержание обменного магния также увеличивалось в вариантах с внесением различных форм и доз магнийсодержащих удобрений. Внесение АгроМага гранулированного в дозе 100 кг/га (3-й и 4-й варианты) – на 17–20 мг/кг, относительно значений минерального фона; повышенная доза АгроМага 200 кг/га (7-й и 8-й варианты) увеличила содержание обменного магния наиболее существенно – на 108 и 95 мг/кг, соответственно.

Наиболее оптимальные параметры плодородия почвы для выращивания картофеля складывались в 7-м ($N_{116}P_{116}K_{152}$+Mg_{200} (АгроМаг) и 8-м варианте ($N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200(АгроМаг)}$+ АктиМакс 6 л/га х 2 раза), pH составила 4,9–5,2 ед., гидролитическая кислотность – 2,63–3,15 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 5,2 мг-экв/100 г, степень насыщенности – 62,3–66,4 %, обменный магний 193–206 мг/кг почвы.

В 8-м варианте с комплексным применением магнийсодержащих удобрений (внесение АгроМаг в почву перед посадкой в сочетании с двукратным некорневым опрыскиванием АгроМаг АктиМакс) получена максимальная урожайность картофеля 57,2 т/га, что на 55 % превышало уровень урожайности варианта с расчетной дозой NPK (фон).

Дискуссия

К коренным факторам преобразования плодородия агрогенных почв относится химическая мелиорация. На пашне с повышенной кислотностью в России ежегодно не добирается около 18–20 млн. тонн продукции в пересчете на зерно (Шильников, Аканова, Темников, 2008). Снижается продуктивность и качество большинства культур, повышается расход минеральных удобрений, подвижность и доступность ТМ (Овчаренко et al, 1996), т. е. ухудшается экологическая обстановка окружающей среды. Коэффициенты использования азота из удобрений, а, следовательно, и их окупаемость на сильнокислых почвах в 1,4–2,7 раза ниже, чем на слабокислых и нейтральных. Коэффициент использования фосфорных удобрений при разбросном внесении на сильнокислых почвах составляет 1,7–2,0 %, на почвах с благоприятной реакцией – 10–15 %, а при локальном внесении – 30 % (Якушев, Осипов, Миннулин, Воскресенский, 2013).

Вопросам известкования почвы в севооборотах с картофелем посвящена целая серия опытов академика Лорха А. Г. и его ученика Бацанова Н. С. (1938–1963 гг.), проводившихся на дерново-подзолистой супесчаной почве в институте картофеля. В них было установлено, что известкование в севообороте на вариантах с органоминеральной системой питания повышало урожайность картофеля на 54 % (с 16,6 т/га до 25,6 т/га), а при бессменной культуре – на 38 % (Бацанов, 1969). Однако в практике, по-прежнему, считается, что картофель легко переносит любую кислотность почвы и его лучше не известковать, т. к. может усилиться развитие актиномицетов (*Actinomyces Scabies*), вызывающих паршу обыкновенную на поверхности клубней.

В нашем опыте (1977–2001 гг.) установлено, что внесение доломитовой муки в дозе 1,0 г. к. длительно (на 8–10 лет) повышало продуктивность всего севооборота с картофелем до уровня 66–70 ц/га з. ед., при окупаемости 1 кг удобрений 26 кг клубней или 3,7 кг з. ед. (Федотова, 2003).

Конечно, такого глубокого изменения кислотно-основных свойств дерново-подзолистой почвы как мы наблюдали в варианте с двойной дозой доломитовой муки (2,0 г. к.) на протяжении ряда лет, для картофеля не требуется. Однако если проводить известкование малыми и средними дозами доломитовой муки (0,5 и 1,0 по г. к.) в сочетании со сбалансированными дозами NPK-удобрений с преобладанием калия (N: P: K = 1:1–1,3:1,3–1,5), можно существенно повысить продуктивность картофеля, зерновых культур и всего севооборота в целом, при этом заболеваемости клубней паршой обыкновенной можно избежать.

Кроме того, Россия отстает от западных стран по использованию извесь содержащих отходов промышленности (Schomaker, 1998; Frossard, Blum, Warkentin, 2006; Mansvelt, 2017), что приводит к накоплению огромных залежей этих материалов. Опыты с изучением мелиоративного действия отходов промышленности: торфяной золы, металлургического шлака, фосфогипса, на культуре картофеля были успешно проведены, получена доказательная база их высокой эффективности и безопасности, необходимо дальнейшее продвижение полученных экспериментальных данных на фермерские поля в масштабах страны (Овчаренко М. М. et al, 1996; Шильников, Аканова, Темников, 2008). Тем же картофелеводам, которые не могут преодолеть страх перед вероятностью ошибок при известковании пашни (неравномерность внесения мелиоранта, не сбалансированное соотношение между элементами питания и др.), следует использовать опыт применения комплексных минеральных удобрений с магнием или специализированных магний содержащих агрохимикатов, таких как АгроМаг гранулированный (60 % MgO) и вносить их в дозах 100–200 кг/га по д. в. ежегодно весной перед посадкой картофеля.

Заключение

Как известно, Россия обладает самой большой площадью пашни в мире, однако, в настоящее время огромные площади пахотных почв характеризуются различной степенью деградации, просто заброшены или заняты отходами (площадь свалок более 1 млн. га! Спиридонов et al., 2019). Для дальнейшего успешного развития сельского хозяйства и территорий необходимо ликвидировать эту социально-экологическую проблему на основе разработанной научно-обоснованной системы землепользования, которая должна быть нацелена на долговременное планомерное повышение естественной производительности почв и снятие лимитирующих её природных факторов. Экспериментальные данные представленных длительных стационарных и краткосрочных полевых опытов показывают, что повышение плодородия почв Центрального региона России достигается пролонгированной системой управления минеральным питанием на основе опережающей химической мелиорации различными формами известковых материалов в сочетании с применением комплексных минеральных удобрений, содержащих кроме трех широко известных элементов (NPK), магний, кальций, серу и другие.

Список литературы

1. Алиев А. М., Варламов В. А., Ваулина Г. И., Державин Л. М., Переведенцева С. В., Яковлева Т. А. Комплексное применение агрохимических средств – основа высокой продуктивности и устойчивости земледелия // Плодородие. – 2009. – № 2(47). – С. 5–8.
2. Апарин Б. Ф., Сухачева Е. Ю. Эволюция почв и почвенного покрова мелиорированных земель. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та. 2008. – 266 с.
3. Бацанов Н. С. Повышение продуктивности растения картофеля / Изд-во: ВНИИКХ. – Москва. 1969. – С. 16–17.
4. Спиридонов Ю. Я., Соколов М. С., Глинушкин А. П., Каракотов С. Д., Коршунов А. В., Торопова Е.Ю, Лысенко Ю. Н. Адаптивно-интегрированная защита растений. Россия. – Москва: ПЕЧАТНЫЙ ГОРОД. 2019. – 628 с.
5. ГОСТ 26212–91 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. Россия. Москва. Комитет стандартизации и метрологии СССР. 1991.
6. ГОСТ 26213–91 Почвы. Методы определения органического вещества. Россия. Москва. Комитет стандартизации и метрологии СССР. 1991.
7. ГОСТ 26483–85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. Россия. Москва. Гос. комитет СССР по стандартам. 1985.
8. ГОСТ 27821–88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. Россия. Москва. Гос. комитет СССР по стандартам. 1988.
9. ГОСТ Р 54650–2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Россия. Москва. Комитет стандартизации и метрологии РФ. 2011.
10. ГОСТ 7194–81. Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества (Определение крахмала). Россия. Москва. Гос. комитет СССР по стандартам. 1981. 12 с.
11. Докшин Я. В., Федотова Л. С. Плодородие почвы, урожайность и качество картофеля в зависимости от форм, доз и способов применения калийных удобрений в условиях Центрального региона России // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 28–31.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат. 1985. – 336 с.

13. Жевора С. В. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. – Москва: ФГБНУ ВНИИКХ. 2019. – 121 с.
14. Кирюшин В. И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130–1139.
15. Корягина Н. В., Улицкая Н. Ю. Мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения // Нива Поволжья. – 2014. – № 2(31). – С. 22–27.
16. Кудеяров В. Н. Почвенно-биогеохимические аспекты состояния земледелия в Российской федерации // Почвоведение. – 2019. – № 1. – С. 109–121.
17. Мишустин М. Земля каждому // Сельская Жизнь. – 2021. – № 19. – С. 2
18. Овчаренко М. М., Шильников И. А., Полякова Д. К., Графская Г. А., Иванов Л. Е., Сопильняк Н. Т. Влияние известкования и кислотности почвы на поступление в растения тяжелых металлов // Агрохимия. – 1996. – № 1. – С. 74–84.
19. Сухачева Е. Ю., Апарин Б. Ф. Структура почвенного покрова антропогенно-измененных ландшафтов Ленинградской области. Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1140–1154.
20. Сычёв В. Г., Лунёв М. И., Павлихина А. В. Современное состояние и динамика плодородия пахотных почв России // Плодородие. – 2012. – № 4. – С. 5–7.
21. Федотова Л. С. Условия минерального питания, продуктивность и качество картофеля. Агрохимия. – 2003. – № 2. – С. 31–36.
22. Шильников И. А., Аканова Н. И., Темников В. Н. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях // Агрохимический вестник. – 2008. – № 6. – С. 28–31.
23. Якушев В. П., Осипов А. И., Миннулин Р. М., Воскресенский С. В. К вопросу об известковании кислых почв в России // Агрофизика. – 2013. – № 2(10). – С. 18–22.
24. Frossard E., Blum W. E., Warkentin B. P. Function of soils for human societies and the environment. London: Geological Sosciety // Special Publication. – 2006. – Vol. 266. – 196 p.
25. Mansvelt Jan Diek Historic and actual awareness of soil fertility in agriculture: Russia – Western Europe – Usa: draft of a survey // Успехи современной науки. – 2017. – № 9. – Т 2. – С. 40–50.
26. Schomaker M. Development of environmental indicators in UNEP // Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development. 1998. – P. 25–35.

Об авторах:

Федотова Людмила Сергеевна, д. с.-х. н., главный научный сотрудник, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», e-mail: dfedotova@gmail.com

Тимошина Наталья Александровна, д. с.-х. н., заведующий лабораторией, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», e-mail: n-timoshina-1@yandex.ru

Князева Елена Валерьевна, научный сотрудник, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», e-mail: elenak-73@rambler.ru

Аканова Наталия Ивановна, д. б. н., главный научный сотрудник, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», e-mail: n_akanova@mail.ru

Козлова Алевтина Валерьевна, к. с.-х.н, ООО «Вязьма-Брусит», e-mail: akozlova@brucite.ru

POTATO PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY BASED ON EVIDENCE-BASED MELIORANT AND FERTILIZER SYSTEMS

Fedotova L. S.[1], Timoshina N. A.[1], Knyazeva E. V.[1], Akanova N. I.[2], Kozlova A. V.[3]

[1]Federal Potato Research Center, Moscow, Russia
[2]VNII Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov Moscow, Russia
[3]Vyazma-Brusit LLC, Moscow, Russia

The results of two experiments are presented (1977–2001 – stationary experience 1; 2019–2020 – experience 2) on potatoes in sod-podzolic acidic soil (pHKCl 4.5–4.7) of the center of Russia (Moscow region). The purpose of the studies is to establish the duration of liming (in the form of dolomite flour), as well as the biological effectiveness of the main application of AgroMag granular agrochemist and AgroMag AktiMax non-root spraying on productivity, potatoes and soil fertility. Experience 1 (long stationary experience) – shows the effectiveness and duration of liming (dolomite flour) depending on the fertilizer application system. The effect of liming with a full dose of dolomite flour (according to the year) was manifested 7–11 years after its application to the soil and depended on doses and forms of fertilizers, with the minimum interval value corresponding to the option with high doses of mineral fertilizers ($N_{135–150}P_{135–150}K_{180}$), and the maximum – to the options with medium doses of NPK in combination with manure ($N_{90}P_{90}K_{120}$ + 80 t/ha of cattle manure). In the variant [dolomite flour 2.0 (12,8 t/ha) + $N_{150}P_{150}K_{180}$] in 2000, the residual effect of liming was detected (24 years after liming) in all horizons of the soil section. Experiment 2 – on sod-podzolic sandy loam soil from the main application of magnesium-containing AgroMag granular agro-chemical (62% MgO) and non-root spraying AgroMag AktiMax (4% N, 1% Ca, 21% Mg), potato yield increased by 19.6 55.4%, the crop structure (marketability,%) and the quality of tubers improved. The most optimal soil fertility parameters for growing potatoes were added in the following variants: [$N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200} (AgroMag)] and [$N_{116}P_{116}K_{152}Mg_{200}$ (AgroMag) + AktiMax 6 l/ha × 2 times], pH was 4,9–5,2 units, hydrolytic acidity – 2,63–3,15 mg-eq/100 g, sum of absorbed bases – 5,2 mg-eq/100 g, degree of saturation – 62,3–66,4%, exchange magnesium 193–206 mg/kg of soil. In the case with complex use of magnesium-containing fertilizers at the highest doses [application of AgroMag 200 kg/ha d.v. MgO into the soil before planting in combination with non-root spraying of AgroMag AktiMax, 6 L/ha × 2 times], the maximum yield of potatoes 57,2 t/ha was obtained, which was 55% higher than the yield level of the case with calculated dose of NPK (background).

Keywords: liming, magnesium-containing fertilizers, «AgroMagician granular», AgroMag AktiMax, soil fertility, potatoes.

References

1. Aliyev A. M., Varlamov V. A., Vaulina G. I., Derzhavin L. M., Perevedentseva S. V., Yakovleva T. A. Integrated use of agrochemical agents is the basis of high productivity and stability of agriculture // Fertility. – 2009. – № 2(47). – P. 5–8.
2. Aparin B. F., Sukhacheva E. Yu. Evolution of soils and soil cover of reclaimed lands. – St. Petersburg: St. Petersburg Publishing House Un-ta. 2008. – 266 p.
3. Batsanov N. S. Increasing the productivity of the potato plant/Publishing house: VNIIKH. – Moscow. 1969. – P. 16–17.
4. Spiridonov Yu. Ya., Sokolov MS, Glinushkin AP, Karakotov SD, Korshunov AV, Toropova EY, Lysenko Yu. N. Adaptive-integrated plant protection. Russia. – Moscow: PRINTED CITY. 2019. – 628 p.

5. GOST 26212–91 Soils. Kappen Hydrolytic Acidity in CNAO Modification Russia. Moscow. Committee of Standardization and Metrology of the USSR. 1991.
6. GOST 26213–91 Soils. Methods for determining organic matter. Russia. Moscow. Committee of Standardization and Metrology of the USSR. 1991.
7. GOST 26483–85 Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by CINAO method. Russia. Moscow. State. USSR Committee on Standards. 1985.
8. GOST 27821–88 Soils. Determination of the amount of absorbed bases by the Kappen method. Russia. Moscow. State. USSR Committee on Standards. 1988.
9. GOST R 54650–2011 Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the Kirsanov method in the modification of CINAO. Russia. Moscow. Committee of Standardization and Metrology of the Russian Federation. 2011.
10. GOST 7194–81. Potatoes are fresh. Acceptance Rules and Quality Determination Methods (Starch Determination). Russia. Moscow. State. USSR Committee on Standards. 1981. – 12 p.
11. Dokshin Y. V., Fedotova L. S. Soil fertility, yield and quality of potatoes depending on the forms, doses and methods of using potash fertilizers in the conditions of the Central region of Russia // Agriculture. – 2015. – № 7. – P. 28–31.
12. Armor B. A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., Add. And rev. – M.: Agropromizdat. 1985. – 336 p.
13. Zhevora S. V. Procedure for conducting agrotechnical experiments, accounting, observations and analyses on potatoes. – Moscow: FGBNU VNIIKH. 2019. – 121 p.
14. Kiryushin V. I. Management of soil fertility and agrocenosis productivity in adaptive landscape systems of agriculture // Soil science. – 2019. – № 9. – P. 1130–1139.
15. Koryagina N. V., Ulitskaya N. Y. Monitoring the fertility of agricultural land // Niva Volga region. – 2014. – № 2(31). – P. 22–27.
16. Kudeyarov V. N. Soil and biogeochemical aspects of the state of agriculture in the Russian Federation // Soil science. – 2019. – № 1. – P. 109–121.
17. Mishustin M. Land to everyone / /Rural Life. – 2021. – № 19. – P. 2
18. Ovcharenko M. M., Shilnikov I. A., Polyakova D. K., Grafskaya G. A., Ivanov L. E., Sopilnyak NT. Influence of soil calcification and acidity on the supply of heavy metals to plants // Agrochemistry. – 1996. – № 1. – P. 74–84.
19. Sukhacheva E. Yu., Aparin B. F. Structure of soil cover of anthropogenic-altered landscapes of the Leningrad Region. Soil science. – 2019. – № 9. – S. 1140–1154.
20. Sychev V. G., Lunev M. I., Pavlikhina A. V. The current state and dynamics of fertility of arable soils in Russia // Fertility. – 2012. – № 4. – P. 5–7.
21. Fedotova L. S. Conditions of mineral nutrition, productivity and quality of potatoes. Agrochemistry. – 2003. – № 2. – P. 31–36.
22. Shilnikov I. A., Akanova N. I., Temnikov V. N. The importance of liming and the need for lime fertilizers // Agrochemical Bulletin. – 2008. – № 6. – P. 28–31.
23. Yakushev V. P., Osipov A. I., Minnulin R. M., Voskresensky S. V. On the issue of calcification of acidic soils in Russia // Agrophysics. – 2013. – № 2(10). – P. 18–22.
24. Frossard E., Blum W. E., Warkentin B. P. Function of soils for human societies and the environment. London: Geological Sosciety // Special Publication. – 2006. – Vol. 266. – 196 p.
25. Mansvelt Jan Diek Historic and actual awareness of soil fertility in agriculture: Russia – Western Europe – Usa: draft of a survey // Advances in modern science. – 2017. – № 9. – Vol. 2. – – P. 40–50.
26. Schomaker M. Development of environmental indicators in UNEP // Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development. 1998. – P. 25–35.

About authors:

Fedotova Lyudmila S., Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Russian Potato Research Centre, e-mail: dfedotova@gmail.com

Timoshina Natalya A., Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratory, Russian Potato Research Centre, e-mail: n-timoshina-1@yandex.ru

Knyazeva Elena V., Researcher, Russian Potato Research Centre, e-mail: elenak-73@rambler.ru

Akanova Natalia I., Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, D. N. Pryanishnikov, e-mail: n_akanova@mail.ru

Kozlova Alevtina V., Candidate of Agricultural Sciences, Vyazma-Brusit LLC, e-mail: akozlova@brucite.ru

УДК 635.21: 631.526.34 (571.1)
DOI: 10.35244/2658-7963-2021-7-4-50-57

ПОДБОР И ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Чекусов М. С.[1], Черемисин А. И.[1]

[1] ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия

На основании испытания в производственных условиях 20 сортов картофеля российской и зарубежной селекции в 2020–2021 гг. на опытном участке ФГУП «Омский АНЦ» по комплексу основных хозяйственно-ценных признаков выделены адаптированные для агроклиматических условий региона сорта. Для выявления сортов с ранним клубнеобразованием проведен пробный учет урожая на 70 сутки от посадки. На основании чего выделились сорта Крепыш. Алена, Удача, Розара, Люкс, Жуковский ранний с продуктивностью более 500 г/куст и товарностью урожая 51–59%. При конечном учете урожая выделились сорта российской селекции, с урожайностью более 25т/га: Женечка, Сокур, Вечерний Омск, Кармен, Дочка и новый сорт ФГБНУ «Омский АНЦ» Кумир (182–17). Из сортов иностранной селекции высокую урожайность показали сорта Коломбо и Ред Скарлет. С повышенным содержанием крахмала выделились сорта Хозяюшка – 19,3% и Сокур-17,4%. У остальных сортов содержание крахмала не превышало средний уровень 12–14%.

Ключевые слова: картофель, сорт, урожайность, раннеспелость, продуктивность, товарность.

Введение

Агроклиматические условия регионов Западной Сибири, пригодные для возделывания картофеля, отличаются разнообразием по составу и плодородию почв, количеству и распределению осадков, сумме эффективных температур и других параметров. Поэтому особенно важное значение для сельскохозяйственных предприятий приобретает правильный подбор сортов с учетом длительности периода вегетации, необходимого для полного созревания урожая клубней. В соответствии с особенностями погодных условий преимущественное значение отводится сортам ранней и средне-

ранней группам спелости, обладающих способностью в большей мере реализовывать свой потенциал в регионе с резко континентальным климатом [1, 2]. Так, в условиях Мурманской области для получения достаточной скороспелости на севере и хорошего содержания сухого вещества и крахмала сорт должен быть очень скороспелым и иметь повышенное содержание питательных веществ в условиях с более благоприятными климатическими ресурсами [3]. В Алтайском крае и на Камчатке было выявлено, что показатели продуктивности сортов варьируют в зависимости от сорта и погодных условий года испытания [4, 5]. Вместе с тем, наличие среднеранних и среднеспелых сортов стабилизирует урожайность в условиях более длительного периода вегетации и оптимального увлажнения в августе. В последние годы наряду с повышением уровня урожайности большое внимание обращается и на потребительские качества клубней с комплексом хозяйственно-ценных признаков, удовлетворяющих потребности рынка, включающих привлекательный внешний вид, отсутствие дефектов и повреждений при уборке. Большим недостатком отечественного картофелеводства является зависимость от импорта семенного материала и повсеместного распространения зарубежных сортов. Практически во всех сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах выращиваются в основном сорта немецких и голландских селекционеров [6]. По данным филиала Россельхозцентра по Омской области из всего проверенного семенного материала на посадку в сельхозпредприятиях области всего 3 % составляют сорта российской селекции, остальное зарубежные сорта, завезенные из других регионов. Наличие в Государственном реестре сортов картофеля, допущенных к использованию позволяет сделать выбор в соответствии с почвенно-климатическими условиями региона.

Условия, материалы и методы

Посадка сортов и все работы по учетам проводились на опытном участке ФГБНУ «Омский АНЦ» в 2020–2021 гг. Характеристика почвенных условий: содержание гумуса в слое 0–20 см 7 %, нитратного азота – 12–15 мг/кг, подвижного фосфора – 150–170 мг/кг, калия – 300–330 мг/кг (по Чирикову), pHвод – 7. Перед посадкой картофеля содержание нитратного азота в пахотном слое почвы по Грандваль-Ляжу составляло 26 мг/кг, подвижного фосфора – 115 мг/кг. Минеральные удобрения: аммиачная селитра-150 кг/га. Аммофос 100 кг/га Предшественник – яровая пшеница. Отвальная вспашка после уборки предшествующей культуры на глубину 25–27 см. Предпосадочная обработка фрезерным культиватором на глубину 14–15 см. Посадка семенных клубней осуществлялась 4-х рядная клоновой сажалкой СН-4БК. Густоа посадки 50 тыс.клубней/га на глубину 8–10 см от поверхности гребня. Во время вегетации проводилась обработка гебицидами: Агритокс (1,0 л/га), Зенкор (0,7лга), Кассиус (0,05 кг/га); инсектицидами: Актара (0,04кг/га), Кинфос (0,05 л/га); фунгицидами: ширлан,1 л/га. Вегетирующие растения опрыскивали. Скашивание ботвы за неделю до уборки. Ранний учет урожая и клубневой анализ проводили на 70 день после посадки по 10 кустов каждого сорта. Продуктивность куста складывается из количества клубней и средней массы клубня, уровень которых зависит от генотипических особенностей сортов. Учетная площадь делянки – 30м^2. Определение содержания сухого вещества и крахмала определялось весовым методом, ГОСТ 31640–2012. Статистическую обработку данных осуществляли по пособию Б.А. Доспехова [7] с использованием программы Microsoft Office Excel.

В качестве объекта исследований выбраны распространенные в регионе и новые сорта картофеля российской и зарубежной селекции различных групп спелости: ран-

неспелые сорта – Алена, Люкс, Легенда, Розара, Коломба, Жуковский ранний, Крепыш, Кармен, Ред Скарлет, Удача; среднеранние сорта – Невский, Ажур, Дочка, Гала; среднеспелые сорта – Хозяюшка, Былина Сибири, Женечка, Сокур, Вечерний Омск, Кумир (182–17).

Группы спелости сортов приведены в соответствии с официальными данными, опубликованными в «Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию» Российской Федерации [8].

По данным Омского Гидрометеобюро погодные условия в годы проведения опытов отличались как по уровню увлажнения, так и по температурным показателям. В мае 2020г наблюдалась аномально жаркая для Сибири погода, с температурой до 35 °С и суммой осадков на уровне 63,7 %. В первой и второй декадах июня осадков практически не выпадало, в июле и первой декаде августа так же наблюдался острый недостаток увлажнения, осадков выпало всего 20,2 % от нормы. В критический период роста картофеля – период формирования клубней во второй и третьей декадах июля сложились крайне неблагоприятные метеоусловия: наблюдалась сильная засуха, осадки – 21,5 % от декадной нормы. При этом наблюдались значительно более высокие температуры воздуха: на 2,2 и 1,5°С выше нормы. Такое сочетание метеоусловий привело к снижению количества завязавшихся клубней, их крупности и, соответственно, к снижению урожайности. Основная сумма летних осадков приходилась на конец лета в августе, что в сочетании с повышенной температурой благоприятствовало для появления и развития грибных болезней.

Вегетационный период май – сентябрь 2021 г. характеризовался гидротермическим обеспечением, близким к среднемноголетнему значению – средняя температура воздуха 15,4°С (–0,1 °С от нормы), сумма осадков – 240,7 мм (102,4 % от нормы), но изменчивость метеопоказателей по месяцам и, особенно, по декадам было значительной. Первая и вторая декады июня были достаточно влажными, особенно первая, когда выпало более трех кратного количества осадков – 323,4 % к среднемноголетнему декадному значению, во второй декаде выпала почти полуторо декадная норма осадков – 135,5 %. Колебания температуры в июне были очень контрастными и значительно отличались от среднемноголетних. В коне июля-начале августа отмечался дефицит увлажнения – 41,5 % от нормы.

Результаты исследования

Проведение испытания сортов картофеля в различных почвенно-климатических зонах помогает установить наиболее приспособленные к условиям региона образцы и на основе проведенных исследований сделать предварительное заключение о перспективе выращивания того или иного сорта в сельскохозяйственных предприятиях.

Полученные результаты испытания сортов ранней и среднеранней группы спелости свидетельствуют о различной реакции их на условия выращивания. В таблице 1 представлены данные по влиянию метеорологических условия и генотипа на раннее клубнеобразование. Наибольшая ранняя продуктивность отмечалась в более благоприятном для возделывания картофеля 2021году, в этот же год наблюдался и наибольший процент образцов с продуктивностью 500 г/куст и выше. Аналогичные показатели, полученные в предыдущем году ниже на 65 г/куст. Товарность раннего урожая в среднем по опыту не превышала 50 % с колебаниями по годам от 46 % – 2020 г. до 53 % – 2021 г. Из коллекции раннеспелых сортов в 2020 г. с продуктивностью 470–500 г/куст выделились сорта Удача, Алена, Жуковский ранний, Крепыш, Люкс. Значительно ниже были показатели по сортам Розара, Ред Скарлет, Ажур. Условия увлажнения в конце июня

в 2021 г. оказали благоприятное воздействие на рост вегетативной массы и способствовали более интенсивному формированию клубней. На дату учета по группе раннеспелых сортов выделилась Жуковский ранний, Удача, Алена. Крепыш, Люкс, которые сформировали достаточно высокий урожай клубней, превышающий 550г/куст.

Величина раннего урожая определяется не только массой клубней с 1 растения, но и товарностью получаемой продукции. У сортов Алена и Удача масса товарных клубней формируется быстрее других сортов, в основном за счет снижения общего количества клубней в кусте. Товарность раннего урожая у сортов Люкс Удача, Алена в 2021 г. составляет 56–62 %, что на 10–18 % выше чем у других сортов. Наиболее заметно различие по товарности в засушливых условиях 2020 г. У сорта Гала, обладающего большей зависимостью от условий увлажнения в критические фазы развития растений товарность урожая не превышала 33 %. (таблица1).

Таблица 1. Результаты учета раннего урожая сортов картофеля

Сорт	Продуктивность, г/куст			Товарность,%		
	2020 г.	2021 г.	средняя	2020 г.	2021 г.	средняя
Жуковский ранний	445	557	501	52	54	53
Люкс	470	540	505	53	56	54
Розара	442	488	465	48	53	50
Легенда	430	490	460	51	52	51
Кармен	420	512	466	48	53	51
Удача	500	550	525	54	58	56
Крепыш	485	570	525	50	52	51
Алена	483	570	529	55	62	59
Невский	425	445	435	42	53	46
Ажур	385	410	395	35	48	40
Дочка	350	390	370	39	50	45
Коломба	440	450	445	45	53	49
Ред Скарлет	370	410	390	36	47	41
Гала	365	418	391	33	49	41
Среднее	425	486	455	46	53	50
$НСР_{05}$	38	41	37	-	-	-

Проведенный 10 сентября учет урожая свидетельствует о существенном увеличении массы клубней по всем сортам, в особенности по среднеспелой группе (таблица 2). Показателем существенного прироста урожая является средняя масса товарного клубня, достигающая у сортов Легенда, Удача, Кармен, Крепыш, Дочка, Женечка 160–178 грамм. Продуктивность коллекции варьировала в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий в годы исследований. Наиболее адаптированными к почвенно-климатическим условиям Омской области оказались сорта Женечка-739 и Коломбо – 705г/куст, а также новый нерайонированный сорт селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» Кумир (182–17) – 715г/куст. Полученные в опыте показатели свидетельствуют о невысоком, по сравнению с другими регионами, уровне урожайности коллекции выбранных для испытания сортов. На наш взгляд, основной причиной получения средних показателей по урожайности на уровне 22–25 т/га являются неста-

бильные по степени увлажнения погодные условия в критические фазы развития растений. Следует отметить, что у новых сортов: Женечка, Коломба, Кармен, Вечерний Омск, Кумир в коллекционном питомнике урожайность оказалась выше, чем у стародавних: Алена и Жуковский ранний. Несмотря на средние показатели урожайности товарность клубней у всех сортов коллекции оказалась достаточно высокой: 94–95 %.

Крахмалистость клубней по каждому сорту в большей степени определялась плодородием почвы, метеорологическими условиями в годы проведения исследований и генотипическими особенностями. Существенное влияние на качество клубней и содержание крахмалав Сибири оказывают среднемесячные колебания температуры и неравномерность выпадения осадков в летние месяцы. В среднем, содержание крахмала у большинства сортов было невысоким, на уровне, не превышающем 13–14 %. Из общего количества сортов со средними показателями по крахмалистости отдельно выделяется сорт Хозяюшка, содержание крахмала у которого не опускалось ниже 18 % во все годы испытания. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений по 10 региону с 2009 г. и является стандартом для среднеспелых сортов в Омской области [9]. В послеуборочных пробах проводилась и оценка вкусовых качеств клубней по всем сортам картофеля по стандартным методикам ВНИИКХ (2013) [10]. Наибольшую оценку за вкусовые качества получили сорта Алена, Люкс, Кармен, Дочка, Вечерний Омск.

Таблица 2. Урожайность и качество сортов картофеля, (среднее за 2020–2021 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Масса клубней, г/куст	Средняя масса клубня, г	Товарность %	Содержание крахмала, %
Жуковский ранний	22,9	575	155	94,0	12,9
Алена	21,9	552	161	94,0	14,0
Люкс	22,9	570	156	95,5	12,4
Розара	23,1	575	132	94,0	13,0
Легенда	22,2	560	160	92,5	11,9
Удача	24,5	615	163	95,5	12,3
Крепыш	24,6	622	165	94,5	13,3
Невский	26,9	674	135	95,0	13,9
Ажур	24,8	620	121	93,0	14,2
Кармен	27,0	677	160	95,2	15,4
Дочка	26,8	675	172	95,0	13,9
Коломба	28,5	705	155	96,5	11,2
Ред Скарлет	27,1	680	152	94,5	11,5
Гала	26,5	665	133	94,0	13,5
Хозяюшка	24,9	625	139	94,5	19,3
Женечка	29,5	739	178	94,5	12,1
Сокур	25,8	635	110	95,0	17,4
Вечерний Омск	27,8	697	128	95,5	12,8
Былина Сибири	26,5	663	140	94,5	14,8
Кумир (182–17)	28,4	715	159	95,0	13,5
$НСР_{05}$	2,36	53	12,8		

Заключение

На основании проведенных исследований выделились сорта российской селекции, не уступающие по своим характеристикам, выращиваемым практически во всех сельхозпредприятиях Омской области сортам Гала и Розара. Для получения ранней товарной продукции продовольственного картофеля в почвенно-климатических условиях южной лесостепи Омской области рекомендуетя использовать сорта ранней группы спелости. Наибольшая ранняя продуктивность отмечалась в более благоприятном для возделывания картофеля 2021 г., в этот же год наблюдался и наибольший процент образцов с продуктивностью 500 г/куст и выше. Товарность раннего урожая в среднем по опыту не превышала 50 % с колебаниями по годам от 46 % – 2020 г. до 53 % – 2021 г. В результате изучения коллекции сортов картофеля выявлены раннеспелые генотипы с показателями, удовлетворяющими требованиям получения раннего урожая. В среднем за 2 года наибольшую раннюю продуктивность, превышающую 500 г/куст показали сорта Алена Розара, Люкс. Высокой товарностью клубней за годы изучения отличались сорта ранней группы Алена Люкс, 61 и 58 % соответственно. Наиболее адаптированными к почвенно-климатеческим условиям Омской области оказались сорта Женечка – 739 г/куст и Коломба – 705 г/куст, а также новый нерайонированный сорт селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» Кумир (182–17) – 715 г/куст. С урожайность, превышающей 26 т/га выделились сорта Невский, Дочка, Коломба, Ред Скарлет, Кармен, Гала, Вечерний Омск, Былина Сибири. Существенное влияние на качество клубней и содержание крахмала в Сибири оказывают среднемесячные колебания температуры и неравномерность выпадения осадков в летние месяцы. Повышенное, по сравнению с другими сортами содержание крахмала отмечалось у сортов Хозяюшка – 19,3 % и Сокур – 17,4 %.

Список литературы

1. Черемисин А. И. Урожайность и характеристики качества сортов картофеля в условиях южной лесостепи Омской области РФ // Картофель и овощи. – 2022. – № 3. – С. 23–26.
2. Черемисин А. И., Дергачева Н.В, Кумпан В. Н., Клинг А.П Ранняя продуктивность и товарность картофеля в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2019. – № 33(35). – С. 20–27.
3. Челнокова В. В. Экологическое испытание сортообразцов картофеля в условиях Мурманской области // Экология и строительство. – 2018. – № 1. – С. 60–65.
4. Власенко Г. П. Адаптивный потенциал сортов картофеля в условиях Камчатского края // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2019. – № 3 (205). – С. 17–21.
5. Жаркова С. В., Манылова О. В. Продуктивность сортов картофеля в условиях лесостепи Алтайского края // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 2–1 (41). – С. 144–146.
6. Симаков Е. А. Создание конкурентоспособных сортов картофеля различного целевого использования / Е. А. Симаков, А. В. Митюшкин, А. А. Журавлев // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 10. – С. 170–178.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос. 1968. – 335 с.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – Т. 1. Сорта растений. – 516 с.

9. Рекомендации по возделыванию сортов сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания в Омской области за 2020 год / Фил. ФГБУ Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» по Омской области. – Омск, 2020. – 73 с.
10. Методические положения по проведению оценки сортов картофеля на испытательных (тестовых) участках. – М.: ВНИИКХ, 2013. – 15 с.

Об авторах:

Чекусов Максим Сергеевич, к. т. н., директор ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», e-mail: chekusov@anc55.ru

Черемисин Александр Иванович, к. с.-х. н., заведующий отделом картофеля ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», e-mail: biocentr@bk.ru

SELECTION AND EVALUATION OF POTATO VARIETIES FOR GROWING IN AGRICULTURAL ENTERPRISES OF THE OMSK REGION

Chekusov M. S.[1], Cheremisin A. I.[1]

[1] Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

Based on industrial testing 20 varieties of potatoes of Russian and foreign selection in 2020–2021 on the experimental site of the Federal State Unitary Enterprise «Omsky ANC», adapted for the agro-climatic conditions of the region varieties were identified due to complex of basic economically valuable traits. To identify varieties with early tuberization, a trial count of the crop was carried out on the 70th day after planting. According to issues varieties Krepysh, Alena, Udacha, Rosara, Lux, Zhukovsky ranniy were chosen with productivity more than 500 g / plant and commercial yield 51–59 %. At the final accounting of the crop, varieties of Russian selection were distinguished with a yield more than 25 tons / ha: Zhenechka, Sokur, Vecherniy Omsk, Karmen, Dochka, and a new variety of FGBNU «Omsk ANC» Kumir (182–17). From the foreign selection high yields showed varieties Colombo and Red Scarlet. With a high starch content stood out varieties Khozyayushka – 19,3 % and Sokur – 17,4 %. In other varieties the starch content did not exceed average level about 12–14 %.

Keywords: potato, variety, productivity, early maturity, productivity, marketability.

References

1. Cheremisin A. I. Yield and quality characteristics of potato varieties in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region of the Russian Federation // Potatoes and vegetables. – 2022. – № 3. – P. 23–26.
2. Cheremisin A. I., Dergacheva N. V., Kumpan V. N., Kling A. P. Early productivity and marketability of potatoes in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia // Bulletin of Omsk State Agrarian University. – 2019. – № 33(35). – P. 20–27.
3. Chelnokova V. V. Ecological test of potato variety samples in the Murmansk region // Ecology and construction. – 2018. – № 1. – P. 60–65.
4. Vlasenko G. P. Adaptive potential of potato varieties in the Kamchatka Territory // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2019. – № 3 (205). – P. 17–21.

5. Zharkova S.V., Manylova O.V. Productivity of potato varieties in the conditions of the forest-steppe of the Altai Territory // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2020. – № 2–1 (41). – P. 144–146.
6. Simakov E.A. Creation of competitive varieties of potatoes of various targeted uses/E.A. Simakov, A.V. Mityushkin, A.A. Zhuravlev // Bulletin of KrasGAU. – 2016. – № 10. – P. 170–178.
7. Armor B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). – M.: Kolos. 1968. – 335 p.
8. State Register of Breeding Achievements Admitted to Use. – M.: Federal State Budgetary Institution «Rosinformagrotech», 2020. – Vol.1. Plant varieties. – 516 p.
9. Recommendations for the cultivation of crop varieties and the results of variety testing in the Omsk region for 2020 / Phil. FSBI State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements in the Omsk Region. – Omsk, 2020. – 73 p.
10. Guidelines for Evaluation of Potato Varieties in Test Areas. – M.: VNIIKH, 2013. – 15 p.

About authors:

Chekusov Maksim S., Candidate of Technical Sciences, Director of Federal State Budgetary Scientific Institution «Omsk Agrarian Research Center», e-mail: chekusov@anc55.ru

Cheremisin Aleksandr I., Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Potato Department, Federal State Budgetary Scientific Institution «Omsk Agrarian Research Center», e-mail: biocentr@bk.ru

Журнал «Научные труды по агрономии» №4, 2022
Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС-7780056 от 25.12.2020.
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Электронный выпуск, а также отдельные статьи журнала доступны в сети Интернет по адресу: http://agronomyscientific.ru

Главный редактор: Сергей Валентинович Жевора
Выпускающий редактор: Елена Николаевна Пасынкова
Корректор: Марина Михайловна Тареева
Дизайн обложки: Максим Валерьевич Охин
Верстка: Сергей Андрианов

Адрес редакции и издателя:
288338, Ленинградская область, Гатчинский район,
д. Белогорка, ул. Институтская, д.1
Тел.: +7 (813) 719-12-51.
E-mail: agronomyscientific@yandex.ru

Подписано в печать 30.06.2022
Дата выхода в свет 06.07.2022
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. . Усл. изд. л. 14,72. Тираж 500 экз. Заказ №

Отпечатано в издательстве
ГРАНИ УСПЕХА
Адрес:140105, Московская обл. г.Раменское, ул. Спортивный проезд, д.7, офис 38
Тел./факс:+7 906 093 8941
Сайт: www.graniuspeha.ru
E-mail: grani-uspeha@yandex.ru