

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

А.Л. Бакунов, кандидат сельскохозяйственных наук, Н.Н. Дмитриева, научный сотрудник,
С.Л. Рубцов, кандидат сельскохозяйственных наук, А.В. Милехин, кандидат сельскохозяйственных наук

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова,
446254, Самарская область, пгт Безенчук, ул. К. Маркса, 41
E-mail: bac24@yandex.ru

Исследования проводили с целью выявления сортов и гибридов картофеля различного генетического и географического происхождения, сочетающих высокую урожайность, полевую устойчивость к мозаичным вирусам и адаптивность к стрессовым абиотическим факторам среды, оптимизации и повышения эффективности полевой оценки сортов картофеля. Работу выполняли в 2019–2021 гг. в Самарской области. Вегетационный сезон 2019 г. характеризовался весенней засухой, в 2020–2021 гг. отмечали весенне-летнюю засуху. ГТК был равен 0,45; 0,47 и 0,61 соответственно. В условиях высоких температур и недостаточного увлажнения 36 новых и перспективных сортов картофеля отечественной селекции оценивали по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Стандартами в соответствующих группах спелости выступали среднеранний сорт Галя, среднеспелый – Жигулевский, раннеспелый – Удача. Повторность – четырехкратная, по 50 растений в каждой. Почва – чернозём террасовый, обыкновенный, малогумусный, среднемошный, тяжелосуглинистый. В группе среднеранних превзошли стандарт по урожайности сорта Краса Мещеры, Дебют и Сударыня (соответственно на 9,9; 4,8 и 2,8 т/га); среднеспелых – Сиверский и Аляска (на 8,6 и 5,0 т/га), раннеспелых – Терра (на 5,0 т/га). У этих же сортов выявлены высокие показатели полевой устойчивости к наиболее вредоносным в условиях Средневолжского региона вирусам X и Y на уровне 7...9 баллов. Выделены три главных компонента, оказывающие влияние на изменчивость изученных параметров. Для оценочного набора сортов в условиях региона основным лимитирующим фактором урожайности оказалась полевая вирусостойчивость. На долю первой компоненты приходилось 34,6 % варьирования признаков. В нее с максимальными нагрузками входят урожайность (-0,801), устойчивость к вирусам картофеля X (-0,640), S и M (-0,604).

FACTORS DETERMINING THE FORMATION OF POTATO YIELD UNDER CONDITIONS OF INSUFFICIENT MOISTURE

Bakunov A. L., Dmitrieva N. N., Rubtsov S. L., Milekhin A. V.

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N.M. Tulaykov,
446254, Samarskaya obl., pgt Bezenchuk, ul. K. Marksa, 41
E-mail: bac24@yandex.ru

The purpose of the research is to identify and recommend for production or practical breeding varieties and hybrid potato material of various genetic and geographical origin, combining high yield, field resistance to mosaic viruses and adaptability to stressful abiotic environmental factors, optimize and improve the efficiency of field evaluation of potato varieties. The research was carried out in 2019–2021 in the Bezenchuk district of the Samara region. 2019 was characterized by a spring drought, and in 2020 and 2021 there was a spring-summer drought. The hydrothermal coefficient was 0.45; 0.47 and 0.61, respectively. In conditions of high temperatures and insufficient moisture, 36 new and promising potato varieties of domestic selection were evaluated according to a complex of economically valuable characteristics. The standards were the varieties Arosa, Gala, Zhigulevsky and Udacha. The experimental material was planted in four repetitions. The number of plants in repetition is 50. The predecessor is spring wheat. The soil of the experimental site is terraced chernozem, ordinary, low-humus, medium-thick, heavy loamy. High yields were characterized by medium-early varieties Krasa Meschery, Debut and Sudarinya, which exceeded the Gala standard by 9.9 t/ha, 4.8 t/ha and 2.8 t/ha; medium-ripened Siversky and Alaska (8.6 and 5.0 t/ha higher than the Zhigulevsky standard, respectively), as well as early-maturing Terra variety (5.0 t/ha above the standard Udacha). The same varieties have high indicators of field virus resistance at the level of 7...9 points to the most harmful X and Y viruses in the conditions of the Middle Volga region. Three main components that have the most significant impact on the variability of the studied parameters are identified. It is shown that field virus resistance was the main limiting factor of yield for the studied set of varieties under conditions of elevated air temperatures and insufficient humidification. The share of the first component accounted for 34.6 % of the variation of signs. It includes, with maximum loads of -0.801, -0.640 and -0.604, respectively, the yield and resistance to potato viruses X, S, and M. The productivity of the studied set of potato varieties was to the greatest extent due to field resistance to viruses X, S, M and, to a lesser extent, to virus Y.

Ключевые слова: картофель (*Solanum tuberosum* L.), засухоустойчивость, вирусостойчивость, продуктивность, лимитирующие факторы

Key words: : potatoes (*Solanum tuberosum* L.), drought resistance, virus resistance, productivity, limiting factors

Повышенная температура воздуха и дефицит осадков – основные лимитирующие факторы, которые отрицательно сказываются на урожайности картофеля. Процесс постепенного изменения климата в сторону потепления приводит к тому, что такие условия все чаще отмечают в период вегетации картофеля во всех регионах России [1]. Картофель – культура умеренного климата, оптимальная температура воздуха для развития его надземной части составляет 18...25 °С, а оптимальная температура

почвы для роста клубней – 17...19 °С [2]. Это одна из наиболее чувствительных к дефициту влаги и высокой температуре воздуха сельскохозяйственная культура [3].

Влагообеспеченность сильно влияет на рост и развитие растений картофеля в течение практически всего вегетационного периода [4]. При тепловом стрессе и засухе замедляется рост и развитие надземной массы [5], подавляется формирование и развитие клубней [6]. Подобные условия способствуют широкому распростра-

нению фитопатогенных вирусов картофеля, передающихся при вегетативном размножении в последующие поколения, которые способны снижать урожайность культуры до 80 % [7]. Полевая вирусостойчивость выступает одним из основных лимитирующих факторов урожайности картофеля [8, 9].

Эффективное использование потенциала продуктивности картофеля, идентификация и создание сортов, способных формировать полноценный урожай в различных агроклиматических районах, предполагает глубокое понимание эколого-биологических свойств культуры [10]. Сортимент картофеля имеет важнейшее значение в повышении эффективности картофелеводческой отрасли России [11]. Распространение в производстве новых сортов, которые могут эффективно противостоять воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, позволит полнее удовлетворять потребность населения в качественном картофеле. От правильно подобранных сортов для конкретных почвенно-климатических условий в значительной степени зависят урожайность и качество клубней, их себестоимость и рентабельность производства [12].

Реакцию растений на влагообеспеченность определяют их биологические особенности и различные факторы среды [13]. В связи с этим приобретают актуальность изучение реакции сортов картофеля на стрессовое абиотическое и биотическое воздействие, комплексная оценка новых сортов и гибридного материала различного генетического и географического происхождения на жароустойчивость, устойчивость к недостаточному увлажнению, устойчивость к вирусным заболеваниям на жестком естественном фоне.

Цель исследований – выявить сорта и гибридный материал картофеля различного генетического и географического происхождения, сочетающие высокую урожайность, полевую устойчивость к мозаичным вирусам и адаптивность к стрессовым абиотическим факторам среды, оптимизировать и повысить эффективность полевой оценки сортов картофеля.

Методика. Работу проводили на опытном поле Самарского научно-исследовательского института сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова (пгт. Безенчук, Самарская область) в 2019–2021 гг. Предшественник – яровая пшеница. Почва опытного участка – чернозём террасовый, обыкновенный, малогумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый со следующей агрохимической характеристикой: рН_{KCl} – 6,8 (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность – 0,7 мг-экв./100 г почвы (ГОСТ 26212-91); N-NO₃ – 42,9 мг/кг почвы (ГОСТ 26951-86); P₂O₅ и K₂O – 166,7 и 115,0 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 26204-91); содержание гумуса – 5,71 % (ГОСТ 26213-91).

Материалом для исследования служили 36 сортов и гибридов отечественной селекции различного генетического и географического происхождения. Стандартами служили сорта Удача (раннеспелый), Ароза (раннеспелый), Гала (среднеранний) и Жигулевский (среднеспелый). Экспериментальный материал высаживали в четырех повторностях по 50 растений в каждой. Посадку и уборку осуществляли механизированно, в 2019 и 2021 гг. – во второй декаде мая, в 2020 г. – в третьей декаде мая. Предпосадочная обработка почвы включала осеннюю зяблевую вспашку, весной – покровное боронование и глубокую культивацию. В ходе вегетации выполняли две междурядные обработки с окуливанием, а также опрыскивание посадок гербицидами (Зенкор-ультра – 1,0 л/га до всходов, Титус – 0,05 кг/га до достижения всходами высоты 20 см), инсектицидами

(Регент – 0,025 кг/га в фазы бутонизации и цветения) и фунгицидами (Танос – 0,6 кг/га, три обработки в фазы бутонизации и цветения). Картофель выращивали без орошения. Уборку осуществляли в первой декаде сентября.

Оценку полевой устойчивости к вирусным и грибным патогенам, учеты продуктивности проводили согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля [14] и методике исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету [15]. Полевую устойчивость сортов и гибридов картофеля к вирусам Y, X, S, M, а также к альтернариозу оценивали визуально дважды в периоды бутонизации и цветения на естественном инфекционном фоне по следующей шкале: 9 баллов (0...10 % поражённых растений) – очень высокая; 7 баллов (11...25 % поражённых растений) – высокая; 5 баллов (26...50 % поражённых растений) – средняя; 3 балла (50...75 % поражённых растений) – низкая; 1 балл (75...100 %, поражённых растений, гибель растений) – очень низкая. Содержание крахмала в клубнях определяли по методике физиолого-биохимических исследований картофеля [16]. Анализ по шести хозяйственно-ценным признакам (урожайность, полевая устойчивость к Y-вирусу, X-вирусу, комплексу вирусов S и M, альтернариозу и содержанию крахмала в клубнях) проводили методом главных компонент [17].

Метеорологические условия периода вегетации картофеля в 2019 г. отличались неоднородностью. Период всходов, нарастания надземной массы растений и начала цветения характеризовался высокими температурами воздуха и недостаточностью увлажнения. Так, во второй и третьей декаде мая и в июне выпало лишь 11,8 мм осадков при норме 80 мм. Однако в период полного цветения и нарастания массы клубней отмечали снижение температурного режима, средняя температура воздуха в июле и в августе была ниже многолетних на 1,3 и 1,4 °С соответственно. Во второй декаде июля и первой декаде августа выпали обильные осадки (табл. 1).

Табл. 1. Условия вегетационного периода картофеля в годы проведения исследований

Месяц	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средние многолетние
Среднемесячная температура, °С				
Май*	17,9	16,9	22,0	14,9
Июнь	20,6	18,3	22,0	19,7
Июль	20,1	23,8	23,2	21,4
Август	17,9	18,5	24,3	19,3
Количество осадков за месяц, мм				
Май*	5,3	3,8	35,1	21
Июнь	6,5	39,2	68,6	59
Июль	62,5	7,9	31,0	56
Август	40,8	29,9	5,0	45
ГТК	0,45	0,47	0,61	
*в 2019 и 2021 гг. приведены данные по 2 и 3 декадам, в 2020 г. – только по 3 декаде.				

Метеоусловия вегетационного периода 2020 г. были крайне неблагоприятными для роста и развития растений картофеля. Так, в июле, в период активного нарастания массы клубней отмечено только 7,9 мм осадков при среднем многолетнем количестве 56 мм. При этом в первой и второй декадах июля осадков не

Табл. 2. Характеристика сортов картофеля по основным хозяйственно-ценным признакам (среднее за 2019–2021 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Устойчивость к вирусным заболеваниям, балл			Устойчивость к альтернариозу, балл	Содержание в клубнях крахмала, %
		X вирус	Y вирус	вирусы S и M		
Барин	14,7	8,7	7,6	8,7	5,7	11,3
Корчма	19,0	9,0	8,2	6,3	7,0	9,8
Купец	19,9	3,7	6,7	9,0	7,7	12,7
Терра	24,7	8,3	7,7	8,2	7,7	14,9
Юбиляр	15,6	7,0	6,8	7,8	6,3	13,3
Варяг	21,0	8,2	7,2	8,7	8,3	12,8
Гранд	18,9	7,3	7,9	7,1	7,7	12,0
Дебют	25,0	8,4	8,7	8,2	7,0	12,3
Краса Мещеры	30,1	9,0	9,0	8,7	6,3	14,6
Красавчик	19,6	8,7	8,5	7,7	6,3	11,2
Кумач	22,2	9,0	8,0	7,0	7,0	10,0
Призер	21,0	8,7	8,2	7,7	5,7	12,8
Садон	20,8	8,8	8,6	8,2	7,0	12,6
Третьяковка	13,5	8,2	8,2	7,7	9,0	12,3
Утро	22,5	8,7	8,8	8,0	7,0	15,4
Эликсред	18,4	8,8	8,7	6,2	8,3	13,5
Калибр	15,0	7,7	6,5	7,3	9,0	12,8
Сердолик	20,1	9,0	6,8	8,8	6,3	14,6
Сударыня	23,0	8,6	7,0	8,8	6,3	12,4
Маринский	9,9	6,0	8,0	5,8	8,3	14,5
Пламя	21,2	9,0	8,3	7,9	8,3	11,9
Северное Сияние	12,8	5,7	8,0	6,0	8,3	14,1
Сигнал	21,8	8,8	7,8	7,3	5,0	12,8
Захар	17,6	8,3	5,7	7,5	8,3	13,5
Сиверский	29,0	9,0	7,8	8,2	6,3	13,0
Аляска	25,4	9,0	8,6	7,4	6,3	15,0
Легенда	22,4	8,7	8,5	7,3	8,3	13,7
Августин	15,6	8,1	8,0	7,0	7,7	10,7
Брусника	14,3	9,0	8,0	8,0	7,7	13,4
Нарымская Ночка	15,1	9,0	6,1	9,0	8,3	12,7
Сокур	10,6	8,0	7,0	6,5	9,0	17,2
Казачок	14,6	8,2	6,7	9,0	7,0	14,2
Янтарь	11,2	9,0	7,1	8,7	7,7	11,7
92-11	19,3	8,0	7,1	6,8	9,0	13,3
6-14-11	14,7	7,7	5,7	6,0	9,0	10,4
4530-5	15,8	7,0	7,5	7,8	9,0	14,3
Удача, St.	19,7	8,0	7,0	8,0	5,0	13,6
Ароза St.	16,7	9,0	9,0	7,2	7,7	12,7
Жигулевский, St.	20,4	9,0	5,4	9,0	5,0	12,1
Гала, St.	20,2	9,7	9,0	8,0	7,7	13,8
НСР ₀₅	2,3					1,2

было, а температура воздуха за этот месяц составила в среднем 23,8 °С, что выше нормы на 2,4 °С (см. табл. 1). В течение всего вегетационного периода отмечали почвенную засуху.

Метеоусловия вегетационного периода 2021 г. также были крайне неблагоприятными. В целом за вегетационный период выпало 139,7 мм осадков при норме 181 мм, однако большая его часть характеризовалась почвенной и воздушной засухой. Несмотря на значительное количество осадков в период от посадки до начала цветения, периоды завязывания клубней и нарастания их массы (3 декада июня – август) характеризовались сильным дефицитом влаги. За июль и август выпало 36 мм осадков при среднем многолетнем количестве 101 мм. Среднесуточная температура воздуха в течение

всего вегетационного периода существенно превышала норму (от +1,8 °С в июле до +7,1 °С в мае). Всё это негативно сказалось на урожайности картофеля.

Результаты и обсуждение. Максимальной в опыте средней продуктивностью за 2019–2021 гг. характеризовались среднеранние сорта Краса Мещеры, Дебют и Сударыня, превосшедшие стандарт Гала на 9,9; 4,8 и 2,8 т/га соответственно (табл. 2); среднеспелые – Сиверский и Аляска (прибавка к стандарту Жигулевский соответственно 8,6 и 5,0 т/га), раннеспелый – Терра (прибавка к стандарту Удача 5,0 т/га). При этом, как было установлено ранее, почти все перечисленные высокоурожайные сорта, относятся к интенсивному типу, исключение составлял Краса Мещеры [18].

Кроме того, выделенные сорта характеризовались

высокими показателями полевой устойчивости к наиболее вредоносным в условиях Средневолжского регионе вирусным патогенам. Так, у сорта Краса Мещеры за все годы исследований не наблюдали визуальных симптомов заболеваний, вызываемых вирусами X и Y, его полевая устойчивость к этим возбудителям находилась на уровне 9 баллов. У сортов Сиверский и Аляска отмечали только отдельные незначительные симптомы поражения вирусом Y (полевая вирусоустойчивость к YВК 7,8 и 8,6 балла соответственно). При этом все сорта с высокой продуктивностью характеризовались только средней полевой устойчивостью к альтернариозу – от 6,3 до 7,0 баллов. Высокую устойчивость к этому заболеванию на уровне 9 баллов отмечали у сортов и гибридов с низким уровнем урожайности от 10,6 до 19,3 т/га – Третьяковка, Калибр, Сокур, 92–11, 6–14–11, 4530–5.

Высокое содержания крахмала в клубнях в среднем за три года выявлено у сортов Сокур, Аляска, Терра, Краса Мещеры и Сердолик, Пламя и Мариинский. Максимальной в опыте величиной этого показателя характеризовался сорт Сокур, превзошедший наиболее крахмалистый стандарт Гала на 3,4 %. У остальных перечисленных сортов прибавка составляла 0,7...1,2 %. Следует отметить, что раннеспелый сорт Терра, среднеранний сорт Краса Мещеры и среднеспелый сорт Аляска сочетали высокую урожайность с высоким содержанием крахмала в клубнях. Продуктивность указанных сортов варьировала в пределах 24,7...30,1 т/га, а крахмалистость – 14,6...15 % (см. табл. 2).

В процессе селекции современных сортов картофеля оценивают около 50 различных хозяйственно-ценных признаков [19]. Выявить нескоррелированные между собой главные компоненты и коэффициенты нагрузки, отражающие вклад каждой главной компоненты в продуктивность сорта возможно при использовании метода главных компонент [17]. Он позволяет определить признаки, максимально влияющие на продуктивность картофеля в конкретных почвенно-климатических условиях, а также другие тесно связанные между собой признаки, которые при изучении сортов можно условно объединить в один, что позволяет оптимизировать и повысить эффективность оценки новых и перспективных сортов.

Анализ результатов трехлетнего исследования сортов картофеля по комплексу хозяйственно-ценных признаков выявил главные компоненты, на долю которых приходится 73,8 % общего варьирования признаков. Первая компонента позволяет определить признаки, непосредственно влияющие на продуктивность сортов картофеля. На ее долю приходилось 34,6 % варьирования. С максимальной нагрузкой в эту компоненту входили урожайность и устойчивость к вирусам картофеля X, S и M (табл. 3). Таким образом, в условиях недостаточного увлажнения и повышенной температуры воздуха продуктивность изученного набора сортов в наибольшей степени обусловлена полевой устойчивостью к вирусным заболеваниям, а именно к вирусам X, S, и M и в меньшей степени к вирусу Y.

Вторая компонента характеризует тесную связь между полевой устойчивостью сортов картофеля к альтернариозу, Y-вирусу, S- и M-вирусам. Причем поражаемость вирусами S и M находится в отрицательной зависимости от проявления симптомов поражения вирусом Y и альтернариозом, что может быть связано с подавлением SBK и MBK при заражении более вредоносным патогеном. Эта компонента определяет 21,4 % общего варьирования признаков.

Анализ третьей главной компоненты указывает на связь между пораженностью растений картофеля

Табл. 3. Значения веса главных компонентов признаков сортов картофеля (2019–2021 гг.)

Признак	Компонента		
	1	2	3
Урожайность	-0,801*	0,208	-0,146
Устойчивость к ХВК	-0,640*	0,228	0,316*
Устойчивость к YВК	-0,284	0,871*	-0,084
Устойчивость к SBK и MBK	-0,604*	-0,595*	-0,199*
Устойчивость к альтернариозу	0,756	0,257*	0,002
Крахмалистость	0,064	0,092	-0,947*
Дисперсия	2,074	1,283	1,065
Доля влияния компонента на варьирование признаков, %	34,6	21,4	17,8
Накопление дисперсии	34,6	56,0	73,8

*признаки, входящие в компоненту с максимальными нагрузками.

вирусами X, S, M и крахмалистостью клубней, то есть содержание крахмала в клубнях в определенной степени зависит от степени устойчивости сортов к указанным патогенам. Эта компонента объединяла 17,8 % общего варьирования признаков (см. табл. 3).

Выводы. Таким образом, в результате комплексной оценки выделены сорта, сочетающие в почвенно-климатических условиях Самарской области высокие показатели урожайности и полевой вирусоустойчивости – Краса Мещеры (30,1 т/га, устойчивость к X- и Y-вирусам картофеля 9,0 баллов), Сиверский (29,0 т/га, устойчивость к X-вирусу 9,0 баллов, к Y-вирусу 7,8 балла), Аляска (25,4 т/га, устойчивость к X-вирусу 9,0 баллов, к Y-вирусу 8,6 баллов), Дебют (25,0 т/га, устойчивость к X-вирусу 8,4 баллов, к Y-вирусу 8,7 балов).

В стрессовых климатических условиях у изученного набора сортов основным лимитирующим фактором продуктивности была вирусоустойчивость. Для исследованных сортов выявлены три группы тесно связанных признаков, которые при их оценке возможно представить, как один:

урожайность, полевая устойчивость к вирусу X, полевая устойчивость к вирусам S и M – коэффициенты нагрузки компонентов соответственно -0,801; -0,640 и -0,604. Сорт с высокими показателями урожайности с большой долей вероятности имеет высокую полевую вирусоустойчивость;

полевая устойчивость к Y-вирусу, полевая устойчивость к альтернариозу – коэффициенты нагрузки компонентов соответственно 0,871 и 0,257. Сорта, устойчивые к указанному вирусу, вероятно, будут иметь устойчивость к альтернариозу;

крахмалистость клубней, пораженность растений вирусами S и M – коэффициенты нагрузки компонентов соответственно -0,947 и -0,199. Сорта с полевой устойчивостью к указанным вирусам будут характеризоваться более высоким содержанием крахмала в клубнях.

Литература.

1. Plich J., Boguszewska-Mankowska D., Marczewski W. Relations between photosynthetic parameters and drought-induced tuber yield decrease in Kathadin-derived potato cultivars // *Potato Res.* 2020. Vol. 63. No. 4. P. 463–477. doi: 10.1007/s11540-020-09451-3.
2. Давыденко О. В., Лопух П. С. Влияние термических условий на урожайность картофеля в административных районах Республики Беларусь // *Журнал Белорусского Государственного Университета.*

- География. Геология. 2019. № 1. С. 46–62.
3. Zarzynska K., Boguszewska-Mankowska D., Nosalewicz A. Differences in size and architecture of the potato cultivars root system and their tolerance to drought stress // *Plant Soil Environ.* 2017. Vol. 63. P. 159–164.
 4. Robust potato model: LINTUL-POTATO-DSS / A. J. Haverkort, A. C. Franke, J. M. Steyn, et al. // *Potato Res.* 2015. Vol. 58. No. 4. P. 313–327. doi: 10.1007/s11540-015-9303-7.
 5. Heat tolerance in plants: An overview / A. Wahid, S. Gelani, M. Ashraf, et al. // *Environmental and Experimental Botany.* 2007. Vol. 61. No. 3. P. 199–222.
 6. Physiological and growth responses of potato cultivars to heat stress / R. Tang, S. Niu, G. Zhang, et al. // *Botany.* 2018. Vol. 90. No. 12. P. 813–823. doi: 10.1139/cjb-2018-0125.
 7. Potato viruses and resistance genes in potato / R. Ahmadvand, A. Takacs, J. Taller, et al. // *Acta Agronomica Hungarica.* 2012. Vol. 60. No. 3. P. 283–298. doi: 10.1556/Aagr.60.2012.3.10.
 8. Бакунов А. Л., Дмитриева Н. Н. Выявление биоморфологических показателей, связанных с урожайностью и качеством клубней картофеля в Самарской области // *Известия Самарского центра РАН.* 2014. №5(3). Т. 16. С. 1104–1108.
 9. Кузьминова О. А., Вологин С. Г., Гимаева Е. А., Гизатуллина А. Т., Сташевски З. Вклад признака устойчивости к Y-вирусу картофеля в формирование продуктивности у гибридной популяции картофеля // *Достижения науки и техники АПК.* 2016. Т. 30. №10. С. 18–21.
 10. Головки Т. К., Табаленкова Г. Н. Донорно-акцепторные связи в растении картофеля // *Физиология растений.* 2019. №66 (4). С. 313–320.
 11. Мушинский А.А., Саудабаева А.Ж., Аминова Е.В. Результаты изучения перспективных селекционных гибридов картофеля в орошаемых условиях Оренбургской области // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет).* 2021. № 4 (61). С. 45-52.
 12. Попова Л.А., Головина Л.Н., Шаманин А.А. Экологическая пластичность и стабильность сортообразцов картофеля в условиях архангельской области // *Достижения науки и техники АПК.* 2021. Т. 35. № 4. С. 41-44.
 13. Источники ценных признаков картофеля (*Solanum L.*) по пластичности и стабильности в условиях северной лесостепи Западной Сибири / В. Н. Пакуль, Н. А. Лапишинов, А. Н. Гантимурова и др. // *Сельскохозяйственная биология.* 2019. Т. 54. № 5. С. 978–989. doi 10.15389/agrobiol.2019.5.978rus.
 14. Симаков Е. А., Слярова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.
 15. Методика исследований картофеля по защите от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / А. С. Воловик, Л. Н. Трофимец, А. Б. Долягин и др. М.: ВНИИКХ. 1995. С. 92–93.
 16. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля / В. П. Кирихин, Е. А. Ладыгина, М. М. Чеголина и др. М.: ВНИИКХ. 1989. С. 6–8.
 17. Харман Г. Современный факторный анализ. М.: Статистика, 1972. 489 с.
 18. Бакунов А. Л., Милехин А. В., Рубцов С. Л. Комплексная оценка сортов картофеля при выращивании в засушливых условиях. // *Вестник КрасГАУ.* 2022. №10. С. 57–64. doi: 10.36718/1819-4036-2022-10-57-64.
 19. Симаков Е. А., Митюшкин А. В., Журавлев А. А. Создание конкурентоспособных сортов картофеля различного целевого назначения // *Вестник КрасГАУ.* 2016. №10. С. 170-178

Поступила в редакцию 19.01.2023
 После доработки 20.02.2023
 Принята к публикации 15.03.2023