

Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля при выращивании в неблагоприятных климатических условиях

Алексей Львович Бакунов¹, Сергей Леонидович Рубцов¹, Ольга Анатольевна Розенцвет², Виктор Николаевич Нестеров², Елена Сергеевна Богданова²

¹Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова, Самарская область, пос. Безенчук, Россия

²Самарский Федеральный исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия
e-mail: bac24@yandex.ru

Аннотация. Оценены параметры адаптивности и стабильности генотипа по признаку продуктивности у 14 сортов картофеля отечественной селекции. Исследования проводили на полях Самарского НИИСХ – филиала СамНИЦ РАН в 2019–2022 гг. в условиях дефицита влаги и высокой температуры воздуха. По средней за годы исследований урожайности выделились среднеранние сорта Краса Мещеры, Дебют, Сударыня, а также среднеспелые – Сиверский и Аляска. Максимально сбалансированные показатели пластичности и стабильности при использовании для их оценки двух различных методик выявлены у сорта Дебют. В качестве ценных генотипов выделены также сорта Пламя, Легенда, Сударыня и Сигнал. Установлено, что ценность сорта в агроэкологических условиях района проведения исследований (высокая температура воздуха и дефицит влаги) в первую очередь определялась показателями стабильности урожая в разные годы. Преимущество в указанных условиях могут иметь экологически пластичные и нейтральные сорта картофеля.

Ключевые слова: картофель; сорт; урожайность; адаптивность; стабильность.

Для цитирования: Бакунов А. Л., Рубцов С. Л., Розенцвет О. А., Нестеров В. Н., Богданова Е. С. Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля при выращивании в неблагоприятных климатических условиях // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 4–9. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp4-9>.

AGRONOMY

Original article

Parameters of adaptive capacity and stability of potato varieties when grown in unfavorable climatic conditions

Aleksey L. Bakunov¹, Sergey L. Rubtsov¹, Olga A. Rozentsvet², Viktor N. Nesterov², Elena S. Bogdanova²

¹Samara Federal Research Scientific Center RAS, Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N.M. Tulaykov, Samara region, Bezenchuk, Russia.

²Samara Federal Research Scientific Center RAS, Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti, Russia
e-mail: bac24@yandex.ru

Abstract. The parameters of adaptability and stability of the genotype on the basis of productivity in 14 varieties of potatoes of domestic selection were evaluated. The research was carried out in the fields of the Samara Scientific Research Agriculture Institute in 2019–2022 under conditions of moisture deficiency and high air temperature. According to the average yield over the years of research, medium-early varieties of Krasa Meschery, Debut, Sudarinya, as well as medium-ripe Siversky and Alaska were distinguished. The most balanced indicators of plasticity and stability when using two different methods for their evaluation were found in the Debut variety. The varieties Plamy, Legenda, Sudarinya and Signal are also distinguished as valuable genotypes. It was found that the value of the variety in the agroecological conditions of the research area was primarily determined by indicators of crop stability in different years. Environmentally plastic and neutral potato varieties may have an advantage in these conditions.

Keywords: potato; variety; productivity; adaptability; stability.

For citation: Bakunov A. L., Rubtsov S. L., Rozentsvet O. A., Nesterov V. N., Bogdanova E. S. Parameters of adaptive capacity and stability of potato varieties when grown in unfavorable climatic conditions. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12): 4–9. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp4-9>.





Введение. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) – одна из важнейших сельскохозяйственных культур и один из основных продуктов питания. Высокая урожайность, способность легко подвергаться различным видам переработки, при этом сохраняя минеральные соли и биологически активные вещества, сделали картофель вторым хлебом.

Картофель является культурой, чувствительной к высокой температуре воздуха и дефициту влаги. Эффективным диапазоном температур воздуха для роста его надземной массы является 18–25 °С, а оптимальная температура почвы для роста клубней составляет 17–19 °С [8]. Обеспеченность влагой – один из основополагающих факторов, определяющих развитие растения картофеля в течение практически всего вегетационного периода [16]. Повышенный температурный режим и дефицит влаги являются стрессовыми условиями, как на стадии всходов, так и на стадии клубнеобразования [13]. Стресс, вызванный высокими температурами воздуха и почвы, снижает активность фотосинтеза растений картофеля [17], замедляет рост ботвы, угнетает нарастание количества и массы клубней [18]. В связи с небольшой глубиной расположения корневой системы в почве растения картофеля очень чувствительны к дефициту увлажнения [19]. Засуха, часто возникающая в сочетании с тепловым стрессом, также способствует угнетению надземной части картофеля и уменьшению количества [12] и массы клубней [9]. Следовательно, экологические факторы могут привести к резкому снижению продуктивности культуры.

Картофель все чаще выращивают в районах, подверженных засухе, однако даже кратковременный дефицит влаги приводит к снижению продуктивности. Климатические модели предсказывают, что глобальное потепление приведет к дальнейшему обострению проблем, связанных с засухой, в связи с чем в ближайшие десятилетия ожидается снижение урожайности картофеля на 26–32 % [6, 7]. Поэтому повышение устойчивости картофеля к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды является актуальной задачей [15].

По современным требованиям сорта картофеля должны адаптироваться к условиям возделывания, противостоять действию стрессовых факторов окружающей среды и формировать высокий и качественный урожай, отвечающий рыночным критериям. Сортимент картофеля имеет большое значение в повышении эффективности отрасли картофелеводства [6]. Внедрение в производство новых сортов, которые могут эффективно противостоять действию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, позволит полнее удовлетворять потребность населения в качественном картофеле.

Правильно подобранные для агроклиматических условий конкретной местности возделывания сорта картофеля в значительной степени определяют урожайность, качество продукции, следовательно, и рентабельность отрасли [5]. В картофелеводстве должны использоваться сорта, которые сочетают высокую адаптивность к абиотическим факторам среды со стабильностью урожая в различные по условиям годы. Сейчас сортов картофеля российской селекции с такими характеристиками недостаточно. Выведение новых сортов требует времени. В связи с этим приобретает актуальность комплексная оценка на жестком естественном фоне устойчивости к различным патогенам, высокой температуре воздуха и дефициту влаги существующего сортимента и недавно созданных сортов, проходящих Государственное испытание.

Реакция растений на влагообеспеченность определяется не только их биологическими особенностями, но и взаимодействием генотипических и средовых факторов [3]. Исследования потенциальной продуктивности, экологической пластичности и стабильности различных сортов картофеля направлены на их эффективное использование при разных уровнях энергозатрат, от интенсивных технологий до личных подсобных хозяйств [1]. Разность погодных условий в различные годы возделывания картофеля позволяет выявить реакцию изучаемых генотипов на их варьирование. Как отмечают Н.П. Склорова и В.А. Жарова [7], погодные условия не имеют повторности, их градации смешаны с эффектом опыта в целом. Если продуктивность сортов различается по годам, значит имеется взаимодействие генотипа и экологических условий года, эффект которого можно проанализировать как дисперсионный комплекс.

Одним из наиболее распространенных способов оценки адаптивности и стабильности генотипов является методика Эберхарта и Рассела [11]. Пластичность генотипа оценивается с помощью коэффициента регрессии признака на индекс среды, а среднее квадратичное отклонение от линии регрессии позволяет анализировать параметры стабильности. Это дает возможность прогнозировать поведение сорта в производственных условиях. Если коэффициент регрессии (b_i) значительно меньше 1, то сорт относится к нейтральному типу с низкой экологической пластичностью, слабо отзывается на изменение факторов среды. В условиях интенсивного земледелия такой сорт не показывает высокую продуктивность, но при неблагоприятных условиях ее снижение меньше в сравнении с интенсивными сортами. При b_i значительно большем 1 сорт является интенсивным. Такие сорта положительно отзываются на факторы интенсификации выращивания, однако в неблагоприятные годы или на низком агрофоне их продуктивность существенно снижается. При $b_i = 1$ или близком к 1 сорт характеризуется высокой экологической пластичностью, изменение его показателей соответствует изменению условий, а при $b_i = 0$ или близком к 0 сорт не реагирует на изменения условий среды. Оптимальным по данной методике предлагается считать сорт с высокой



средней продуктивностью, с коэффициентом регрессии близким к 1 и минимальными отклонениями от линии регрессии.

А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева [4] разработали метод генетического анализа, основанный на испытании генотипов в различных средах, позволяющий выявить общую и специфическую адаптивную способность генотипов и их стабильность. По данной методике общая адаптивная способность (ОАС) характеризует среднее значение признака в различных условиях среды, специфическая адаптивная способность (САС) – отклонение от ОАС в определенной среде. В качестве меры стабильности предлагается применять дисперсию САС ($\sigma^2\text{САС}$). При этом под стабильностью понимается способность генотипа в результате регуляторных механизмов поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды. Авторами также введено понятие и селекционной ценности генотипа (СЦГ). Критерий СЦГ позволяет сочетать в генотипе продуктивность и стабильность и отбирать высокопродуктивные генотипы со стабильным проявлением этого показателя.

Цель исследований – выявить современные сорта картофеля отечественной селекции, максимально адаптированные к условиям недостаточного увлажнения и повышенного температурного режима в Самарской области.

Методика исследований. Объектом исследований были 14 сортов картофеля отечественной селекции. Они относятся к среднеранней и среднеспелой группам. Стандарт – сорт Гала, широко распространенный в производстве в Средневолжском регионе.

Исследования проводились на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН в 2019–2022 гг. Опытный материал высаживали во второй декаде мая клоновой сажалкой в четырех повторностях. Количество растений в повторности – 50. Предшественник – яровая пшеница. Предпосадочная обработка почвы включала в себя осеннюю зяблевую вспашку, покровное боронование и глубокую культивацию перед посадкой. В ходе вегетации проводили две междурядные обработки с окучиванием, а также обработки посадок картофеля гербицидами, инсектицидами и фунгицидами. Картофель выращивали без орошения. Уборку проводили в первой декаде сентября вручную.

Параметры адаптивной способности и стабильности генотипов определяли по методикам А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [4] и Эберхарта-Рассела [11]. Фактор среды включал в себя климатические условия года. Для оценки существенности различий по урожайности проводили обработку данных методом дисперсионного анализа [2].

В 2019 г. метеорологические условия во время вегетации картофеля были неоднородны. Периоды всходов, роста надземной массы и начала цветения характеризовались высокой температурой воздуха и недостаточностью увлажнения. Однако в фазы полного цветения и нарастания массы клубней произошло снижение температуры, во второй декаде июля и первой декаде августа отмечались обильные осадки.

Метеорологические условия в период вегетации картофеля 2020 г. были крайне неблагоприятными. В фазы завязывания клубней и нарастания их массы (третья декада июня – третья декада июля) выпало 16,2 мм осадков при среднем многолетнем значении 76 мм. При этом в первой и второй декадах июля осадки отсутствовали, а средняя за декаду температура воздуха составила 25,1 и 24,9 °С соответственно, что выше средних многолетних значений на 4,3 и 4,0 °С. В течение всего вегетационного периода отмечалась почвенная засуха.

В 2021 г. метеорологические условия также были крайне неблагоприятными для вегетации растений картофеля. В целом за вегетационный период выпало 139,7 мм осадков при норме 189 мм. Однако большая часть вегетационного периода характеризовалась почвенной и воздушной засухой. Несмотря на большое количество осадков в фазы всходов и начала цветения, фенологические фазы завязывания клубней и нарастания их массы (третья декада июня – третья декада июля) характеризовались существенным недостатком влаги.

Агроклиматические условия вегетационного периода картофеля в 2022 г. отличались крайней изменчивостью. Вторая и третья декада мая и первая декада июня характеризовались пониженным температурным режимом, что привело к некоторому запаздыванию всходов. Затем до начала августа картофель находился в благоприятных условиях, как по температурному режиму, так и по количеству осадков. Однако жаркий и полностью засушливый август способствовал недобору урожайности, так как большинство сортов картофеля не смогли сформировать приемлемую среднюю массу клубня.

Результаты исследований. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что максимальная урожайность в среднем по опыту (27,5 т/га) была получена в 2019 г. Он характеризовался наиболее благоприятными климатическими условиями для роста и развития растений картофеля. При этом индекс условий среды I_j , характеризующий комплекс агроэкологических факторов, на фоне которых производилось изучение генотипов, составил 7,84. Все последующие годы исследований средняя по сортам продуктивность снижалась, что связано как со стрессовыми условиями выращивания картофеля, так и с накоплением вирусной инфекции. Средняя сортовая продуктивность в 2020 г. составила 20,9 т/га, в 2021 г. –



16,5 т/га, в 2022 г. – 13,1 т/га, а индексы условий среды I_j соответственно были 1,30; –3,29 и –6,36. Наиболее высокую изменчивость урожайности по разным сортам отмечали в 2021 и 2019 гг., когда коэффициент вариации составил 30,5 и 26,9 % соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность сортов картофеля (2019–2022 гг.)

Сорт	Группа спелости	Урожайность, т/га					V % по сортам
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	в среднем	
Краса Мещеры	С.р.	31,9	32,7	25,8	14,7	26,3	31,6
Дебют	С.р.	32,4	23,2	19,4	16,3	22,8	30,6
Садон	С.р.	32,0	19,0	11,6	15,2	19,4	45,8
Эликсред	С.р.	23,2	21,4	10,5	7,1	15,5	51,3
Калибр	С.р.	19,3	14,3	11,4	12,7	14,4	24,0
Сердолик	С.р.	27,3	17,8	15,2	10,0	17,6	41,2
Сударыня	С.р.	32,8	19,6	16,6	16,4	21,3	36,5
Пламя	С.с.	23,3	19,6	20,6	13,9	19,3	20,5
Сигнал	С.с.	26,8	20,2	16,6	12,0	18,9	33,0
Захар	С.с.	20,0	15,6	17,3	14,7	16,9	13,8
Сиверский	С.с.	40,0	24,4	22,6	5,9	23,2	60,1
Аляска	С.с.	39,5	22,6	14,0	15,8	22,9	50,7
Легенда	С.с.	25,3	19,3	22,6	15,8	20,7	19,9
Брусника	С.с.	13,2	19,0	10,6	12,4	13,8	26,3
Гала ст.	С.р.	25,1	25,3	10,3	13,6	18,6	41,7
НСР ₀₅		6,2	2,3	8,2	3,6		
Среднее по годам		27,5	20,9	16,5	13,1		
V% по годам		26,9	21,2	30,5	24,7		
I_j		7,84	1,30	–3,29	–6,36		

Примечание: С.р. – среднеранняя, С.с. – среднеспелая группы.

В среднем за годы исследований по урожайности выделились среднеранние сорта Краса Мещеры, Дебют, Сударыня, а также среднеспелые Сиверский и Аляска. При этом у всех указанных сортов отмечали существенное снижение урожайности и высокую вариативность этого признака по годам, а сорт Сиверский характеризовался максимальным снижением продуктивности и, следовательно, максимальным коэффициентом вариации признака. Лишь среднеранний сорт Краса Мещеры существенно превосходил урожайность стандарта в течение трех лет (в 2019 г. – на 6,8 т/га, в 2020 г. – на 7,4 т/га, в 2021 г. – на 15,5 т/га). Минимальную вариабельность признака урожайности отмечали у среднеспелых сортов Захар, Легенда и Пламя (13,8; 19,9 и 20,5 % соответственно), см. табл. 1.

Ценность сорта картофеля определяется комплексом показателей экологической пластичности и стабильности генотипа по какому-либо хозяйственно ценному признаку, в первую очередь продуктивности. Оптимальными для возделывания при этом будут адаптивные высокоурожайные сорта с достаточно высокой стабильностью этого признака в изменяющихся по годам агроклиматических условиях. Для выявления таких сортов определяли их адаптивность и стабильность по двум различным методикам и ранжирование сортов по каждому из показателей с определением суммы рангов. Минимальной суммой рангов характеризовались сорта с оптимальным соотношением адаптивной способности и стабильности.

Максимальную ценность представляют генотипы пластичного типа с высокой стабильностью урожайности. Среди исследованных сортов картофеля таким является среднеранний сорт Дебют, показавший сбалансированные показатели пластичности и стабильности при использовании для их оценки двух различных методик. По Эберхарту и Расселу сорт характеризуется коэффициентом регрессии b_i достаточно близким к 1 ($b_i = 1,15$), что свидетельствует о его высокой экологической пластичности, а также лучшими показателями стабильности урожая (коэффициент стабильности $S^2 = 1,77$). Общая адаптивная способность, дисперсия $\sigma_{\text{САС}}$ и селекционная ценность генотипа по методике Кильчевского – Хотылевой у сорта Дебют составили соответственно 3,20; 6,98 и 12,75, что соответствует рангам 4, 7 и 5.

Далее, среди пяти лучших сортов, отмечали генотипы как экстенсивного, так и пластичного и интенсивного типов. Среднеспелый сорт Пламя и среднеранний сорт Легенда, являясь генотипами со слабой реакцией на интенсификацию факторов выращивания ($b_i = 0,52$ и $0,54$; ОАС $-0,33$ и $1,15$), характеризуются, тем не менее, высокими показателями стабильности признака урожайности. При этом сорт Легенда имеет максимальный показатель селекционной ценности генотипа (СЦГ). Среднеранний сорт Судары-



ня – единственный сорт интенсивного типа, вошедший в число лучших по совокупности характеристик экологической пластичности и стабильности. Этот сорт характеризуется ярко выраженной положительной реакцией на интенсификацию условий выращивания ($b_i = 1,22$; ОАС = 1,67). При этом он имеет средний показатель S^2 и дисперсию σ_{CAC} , то есть способен формировать достаточно стабильную урожайность в неблагоприятные годы. Характеристики среднеспелого сорта Сигнал, также выделившегося по оптимальному сочетанию экологической пластичности и стабильности урожая, практически аналогичны таковым у сорта Дебют. Сорт Сигнал является экологически пластичным с достаточно высокими показателями стабильности (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика сортов картофеля по параметрам адаптивности и стабильности генотипа

Сорт	b_i	Ранг по b_i	ОАС	Ранг по ОАС	S^2	Ранг по S^2	σ_{CAC}	Ранг по σ_{CAC}	СЦГ	Ранг по СЦГ	Сумма рангов
Дебют	1,15	7	3,20	4	1,77	1	6,98	7	12,75	5	24
Пламя	0,54	11	-0,33	8	14,65	6	3,96	4	13,60	3	32
Легенда	0,52	13	1,15	6	20,86	8	4,11	5	14,78	1	33
Сударыня	1,22	5	1,67	5	20,28	7	7,77	10	10,11	6	33
Сигнал	1,03	9	-0,73	9	2,06	2	6,24	6	9,91	7	33
Захар	0,31	14	-2,73	12	5,50	5	2,33	1	13,54	4	36
Краса Мещеры	1,12	8	6,67	1	70,48	15	8,31	12	14,33	2	38
Сердолик	1,19	6	-2,02	11	4,46	3	7,25	8	7,16	11	39
Калибр	0,53	12	-5,23	14	4,53	4	3,46	2	9,42	8	40
Аляска	1,85	2	3,27	3	33,98	12	11,62	14	6,17	13	44
Садон	1,37	3	-0,23	7	33,78	11	8,89	13	6,60	12	46
Сиверский	2,18	1	3,57	2	67,27	14	13,94	15	3,13	15	47
Гала ст.	0,95	10	-0,92	10	33,10	10	7,76	9	7,58	10	49
Эликсир	1,23	4	-4,13	13	24,35	9	7,95	11	4,05	14	51
Брусника	0,19	15	-5,83	15	36,26	13	3,63	3	8,57	9	55

Из пяти сортов картофеля с высокой среднегодовой урожайностью лишь два (Дебют и Сударыня) входят в число лучших по совокупности параметров адаптивной способности и стабильности генотипа. Среднеранний сорт Краса Мещеры, имеющий второй ранг по селекционной ценности генотипа за счет высоких показателей b_i (1,12) и ОАС (6,67 и ранг 1), характеризуется низкими показателями стабильности и по сумме рангов занимает лишь седьмое место. Высокоинтенсивные сорта Аляска и Сиверский с коэффициентом регрессии b_i 1,85 и 2,18 имеют при этом наиболее низкие значения дисперсии стабильности. Так, продуктивность сорта Аляска в 2021–2022 гг. снизилась на 60–65 % в сравнении с благоприятным 2019 г. Снижение урожайности сорта Сиверский в неблагоприятные годы было еще более выраженным, в 2021 г. урожайность составляла 56 %, а в 2022 г. лишь 14 % от показателей 2019 г. (см. табл. 1).

Заключение. Ценность сорта картофеля в агроэкологических условиях района проведения исследований (высокая температура воздуха и дефицит влаги) в первую очередь определяется показателями стабильности урожая в разные годы. Преимущество в указанных условиях могут иметь экологически пластичные и нейтральные сорта картофеля, которые в неблагоприятных условиях меньше снижают продуктивность в сравнении с благоприятными по климатическим условиям годами. Такие сорта могут относиться к различным группам спелости, но в первую очередь – к среднеранней и к среднеспелой.

По результатам исследований для возделывания в условиях Самарской области могут быть рекомендованы среднеранние сорта Дебют и Сударыня, среднеспелые – Легенда, Пламя и Сигнал.

Работа выполнена в рамках КПНИ «Развитие селекции и семеноводства картофеля» и при поддержке гранта РНФ № 23-26-10020.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Добруцкая Е. Г., Пивоваров Е. Ф. Экологическая роль сорта в XXI веке // Селекция и семеноводство. 2000. № 1. С. 3–5.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
- Источники ценных признаков картофеля (*Solanum L.*) по пластичности и стабильности в условиях северной лесостепи Западной Сибири / В. Н. Пакуль [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 978–989. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.978rus.
- Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды // Генетика. 1985. Т. 21. № 9. С. 1481–1497.
- Оценка адаптивности сортообразцов картофеля в условиях северных территорий Архангельской области / Л. А. Попова [и др.] // Картофель и овощи. 2021. № 1. С. 34–37.



6. Рафальский С. В., Рафальская О. М., Мельникова Т. В. Изучение гибридных популяций картофеля в условиях Приамурья // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 6. С. 18–24.
7. Складорова Н. П., Жарова В. А. Характеристика новых сортов картофеля по параметрам пластичности и стабильности // Селекция и семеноводство. 1998. № 2. С. 18–23.
8. Assessment of morphophysiological traits for selection of heat-tolerant potato genotypes / U. Demirel et al. // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2017. No. 41. P. 218–232.
9. Genetic mapping of tuber size distribution and marketable tuber yield under drought stress in potatoes / E. B. Aliche et al. // Euphytica. 2019. No. 215. P. 186. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2508-0>.
10. Deciphering source and sink responses of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) to elevated temperatures / B. R. Hastilestari et al. // Plant, Cell & Environment. 2018. No. 41(11). P. 2600–2616. DOI:10.1111/pce.13366.
11. Eberhart S., Russel W. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–42.
12. Eiasu B. K., Soundy P., Hammes P. S. Response of potato (*Solanum tuberosum*) tuber yield components to gelpolymer soil amendments and irrigation regimes. // N Z J Crop Hort. 2007. No. 35. P. 25–31. <https://doi.org/10.1080/01140670709510164>.
13. Field screening for variation of drought tolerance in *Solanum tuberosum* L. by agronomical, physiological and genetic analysis / R. Schafleitner et al. // Potato Res. 2007. Vol. 50. P. 71–85. DOI: [org/10.1007/s11540-007-9030-9](https://doi.org/10.1007/s11540-007-9030-9).
14. Obidiegwu J. E., Bryan G. J., Jones H. G., Prashar A. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement // Front. Plant Sci. 2015. Vol. 6. P. 542. DOI: [org/10.3389/fpls.2015.00542](https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00542).
15. Response of potato (*Solanum tuberosum*) to increasing growing season temperature under different soil management and crop protection regimes in the upcountry of Sri Lanka / K. M. Abhayapala et al. // Tropical Agricultural Research. 2014. No. 25(4). P. 555–569. DOI: 10.4038/tar.v25i4.806.
16. Rykaczewska K. The impact of high temperature during growing season on potato cultivars with different response to environmental stresses // Am. J. Potato Res. 2013. No. 4. P. 2386–2393. DOI: 10.4236/aips.2013.412295.
17. Van Der Zaag D. E. Reliability and significance of a simple method of estimating the potential yield of the potato crop // Potato Res. 1984. Vol. 27. P. 51–73. DOI: [org/10.1007/bf02356197](https://doi.org/10.1007/bf02356197).
18. Wahid A., Gelani S., Ashraf M. Heat tolerance in plants: An overview // Environmental and Experimental Botany. 2007. Vol. 61. P. 199–223.
19. 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.

REFERENCES

1. Dobrutska E. G., Pivovarov E. F. Ecological role of the variety in the 21st century. *Breeding and seed production*. 2000;(1):3–5. (In Russ.).
2. Dosphehov B. A. Methodology of field experience. M.: Kolos; 1985. 351 p. (In Russ.).
3. Sources of valuable traits of potato (*Solanum* L.) for plasticity and stability in the conditions of the northern forest-steppe of Western Siberia / V. N. Pakul et al. *Agricultural biology*. 2019;54(5):978–989. DOI: 10.15389/agrobiol.2019.5.978rus. (In Russ.).
4. Kilchevsky A. V., Khotyleva L. V. Method for assessing the adaptive capacity and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. *Genetics*. 1985;21(9):1481–1497. (In Russ.).
5. Assessment of the adaptability of potato varieties in the conditions of the northern territories of the Arkhangelsk region / L. A. Popova et al. *Potatoes and vegetables*. 2021;(1):34–37. (In Russ.).
6. Rafalsky S. V., Rafalskaya O. M., Melnikova T. V. Study of hybrid potato populations in the Amur region. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2021;(6):18–24. (In Russ.).
7. Sklyarova N. P., Zhavorova V. A. Characteristics of new potato varieties according to the parameters of plasticity and stability. *Breeding and seed production*. 1998;(2):18–23. (In Russ.).
8. Assessment of morphophysiological traits for selection of heat-tolerant potato genotypes / U. Demirel et al. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2017;(41):218–232.
9. Genetic mapping of tuber size distribution and marketable tuber yield under drought stress in potatoes / E. B. Aliche et al. *Euphytica*. 2019;(215):186. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2508-0>.
10. Deciphering source and sink responses of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) to elevated temperatures / B. R. Hastilestari et al. *Plant, Cell & Environment*. 2018;41(11):2600–2616. DOI:10.1111/pce.13366.
11. Eberhart S., Russel W. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966;6(1):36–42.
12. Eiasu B. K., Soundy P., Hammes P. S. Response of potato (*Solanum tuberosum*) tuber yield components to gelpolymer soil amendments and irrigation regimes. *N Z J Crop Hort.* 2007;(35):25–31. <https://doi.org/10.1080/01140670709510164>.
13. Field screening for variation of drought tolerance in *Solanum tuberosum* L. by agronomical, physiological and genetic analysis / R. Schafleitner et al. *Potato Res.* 2007;50:71–85. DOI: [org/10.1007/s11540-007-9030-9](https://doi.org/10.1007/s11540-007-9030-9).
14. Obidiegwu J. E., Bryan G. J., Jones H. G., Prashar A. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Front. Plant Sci.* 2015;6:542. DOI: [org/10.3389/fpls.2015.00542](https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00542).
15. Response of potato (*Solanum tuberosum*) to increasing growing season temperature under different soil management and crop protection regimes in the upcountry of Sri Lanka / K. M. Abhayapala et al. *Tropical Agricultural Research*. 2014;25(4):555–569. DOI: 10.4038/tar.v25i4.806.
16. Rykaczewska K. The impact of high temperature during growing season on potato cultivars with different response to environmental stresses. *Am. J. Potato Res.* 2013;(4):2386–2393. DOI: 10.4236/aips.2013.412295.
17. Van Der Zaag D. E. Reliability and significance of a simple method of estimating the potential yield of the potato crop. *Potato Res.* 1984;27:51–73. DOI: [org/10.1007/bf02356197](https://doi.org/10.1007/bf02356197).
18. Wahid A., Gelani S., Ashraf M. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*. 2007;61:199–223.
19. 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;63:159–164.

Статья поступила в редакцию 19.06.2023; одобрена после рецензирования 25.07.2023; принята к публикации 31.07.2023.
The article was 19.06.2023; approved after 25.07.2023; accepted for publication 31.07.2023.