



ПОДБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ПО ПАРАМЕТРАМ ИХ АДАПТИВНОСТИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

З. П. КОТОВА, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения

(196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 7; тел.: +7 911 434-06-52; e-mail: zinaida_kotova@mail.ru),

З. З. ЕВДОКИМОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,

М. В. КАЛАШНИК, научный сотрудник,

Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка»

(188338, Ленинградская область, Гатчинский район, д. Белогорка, ул. Институтская, д. 1; тел.: +7 921 320-70-25; e-mail: lenniish@mail.ru),

Л. Н. ГОЛОВИНА, старший научный сотрудник,

Приморский филиал Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова РАН – Архангельский НИИСХ

(163032, Архангельская область, Приморский район, п. Луговой, д. 10; тел.: +7 (8182) 25-47-36; e-mail: arhniish@mail.ru),

В. В. ЧЕЛНОКОВА, старший научный сотрудник,

Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция

(184365, Мурманская область, Кольский район, п. Молочный, ул. Совхозная, д. 1; тел.: +7 (81553) 9-13-24; e-mail: research-station@yandex.ru)

Ключевые слова: картофель, межвидовые гибриды, продуктивность, экологическая пластичность, стабильность, селекционная ценность.

Перспективные гибриды картофеля как будущие новые сорта являются одним из определяющих факторов повышения продуктивности культуры, стабилизации отрасли и повышения качества конечного продукта. Поэтому одной из важнейших задач селекции является поиск путей управления селекционным процессом создания скороспелых межвидовых гибридов картофеля с высокими хозяйственно-ценными признаками. На начальных стадиях работы возникает необходимость проверки их в различных географических зонах и выявления их адаптационной способности, т. е. приспособляемости к конкретным почвенно-климатическим условиям. В статье представлены результаты исследований по выявлению перспективных межвидовых гибридов по параметрам их адаптивности и пригодных для выращивания в условиях Европейского Севера за 2014–2017 гг. и испытанных в четырех точках (Ленинградская, Архангельская и Мурманская области и Республика Карелия). В результате проведенных исследований получены два сорта картофеля: Евразия (гибрид 5403/2) и Сиверский (гибрид 3602/28). Сорт Евразия допущен (2017 г.) к использованию в условиях Северо-Западного региона.

PERSPECTIVE POTATO HYBRIDS SELECTION BY THEIR ADAPTABILITY FACTORS IN THE EUROPEAN NORTH CONDITIONS

Z. P. KOTOVA, doctor of agricultural sciences, chief researcher,

Northwest center for interdisciplinary studies of the problems of food security,

(7 highway Podbelskogo, 196608, St. Petersburg, Pushkin; phone: +7 911 434-06-52; e-mail: zinaida_kotova@mail.ru),

Z. Z. EVDOKIMOVA, candidate of agricultural sciences, leading researcher,

M. V. KALASHNIK, research associate,

Leningrad research institute of agriculture “Belogorka”

(1 Institutskaya Str., 188338, Leningrad region, Gatchina district, Belogorka village; phone: +7 921 320-70-25; e-mail: lenniish@mail.ru),

L. N. GOLOVINA, senior research associate,

Seaside branch of the Federal research center of complex studying of the Arctic named after academician

N. P. Laverov of RAS – Arkhangelsk research institute of agriculture

(10 settlement of Lugovoy, 10163032, Arkhangelsk region, Primorsky district; phone: +7 (8182) 25-47-36; e-mail: arhniish@mail.ru),

V. V. CHELNOKOVA, senior research associate,

Murmansk State Agricultural Experimental Station

(1 Sovkhoznaya Str., 184365, Murmansk region, Kola district, settlement of Molochny; phone: +7 (81553) 9-13-24; e-mail: research-station@yandex.ru)

Keywords: potatoes, interspecific hybrids, yield, ecological plasticity, stability, breeding value.

Promising potato hybrids, as further varieties, are one of the determining factors for an increase in crop productivity, sector stabilization and quality improvement of the final product. Therefore, one of the most crucial tasks of breeding is to find ways to manage the breeding process of development of early-ripening interspecific potato hybrids with high economic characters. At the initial stages of the research, it is essential to test the varieties in different geographical areas and identify their adaptive capacity, namely adaptability to specific soil and climatic conditions. The article presents the results of the studies that recognized promising interspecific hybrids in terms of their adaptability and suitability for cultivation in the European North tested from 2014 to 2017 in four points (Leningrad, Arkhangelsk and Murmansk regions and the Republic of Karelia). As a result of the research, two potato varieties were obtained: Eurasia (hybrid 5403/2) and Siversky (hybrid 3602/28). The cultivar Eurasia was allowed (in 2017) to be grown in the conditions of the Northwest region.

Введение

Специфические условия Северного региона оказывают влияние на биологию картофеля растения. Фазы развития, формирование надземной массы и клубней проходят значительно быстрее, чем в средней полосе России. Благодаря длинному световому дню, достаточному количеству влаги и умеренным температурам в летний период, которые благоприятствуют формированию значительной площади листьев и большого фотосинтетического потенциала, картофель способен накапливать высокий урожай клубней [1].

Характерные для условий Европейского Севера биотические факторы не всегда благоприятны для роста и развития картофеля. Поэтому для получения высоких и стабильных урожаев клубней в таких условиях необходим поиск мероприятий, направленных на ослабление их отрицательного влияния при формировании урожая. Одной из приоритетных задач в этом направлении является определение набора сортов, обеспечивающих максимальный экономический эффект за счет более рационального использования ими экологических условий региона. Определение уровня реакции растений на меняющиеся факторы среды с целью отбора наиболее перспективных сортов, обеспечивающих постоянный, высокий урожай в конкретных почвенно-климатических зонах, – важная задача в селекционных учреждениях [2, 3]. Практически это может быть достигнуто только при соответствии экологических требований сорта почвенно-климатическими условиями его возделывания. Чем более неблагоприятны и непредсказуемы погодные условия, тем большим должен быть «запас» экологической устойчивости сортов [4, 5]. Такой постулат особенно важен при создании сортов для условий Европейского Севера. Выращивание в сложных почвенно-климатических условиях Европейского Севера картофеля, обладающего значительным потенциалом продуктивности в сочетании с широкой экологической пластичностью, играет особую роль в концепции самообеспечения региона [6]. Сорта картофеля нового поколения должны обладать широкой нормой реакции на меняющиеся условия среды, не только общей адаптивной способностью, но и иметь специфическую способность, т. е. быть устойчивыми к неблагоприятным условиям [7–10].

Цель и методика исследований

Целью наших исследований было выявление перспективных межвидовых гибридов ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка» по параметрам их адаптивности и пригодных для выращивания в условиях Европейского Севера за четыре года исследований и испытанных в четырех точках (Ленинградская, Архангельская и Мурманская области и Республика Карелия).

Объектом исследования служили 9 перспективных межвидовых гибридов, выращенных в 2014–2017 гг. в условиях Европейского Севера в четырех пунктах: Ленинградская, Архангельская и Мурманская области и Республика Карелия согласно общепринятой для зоны агротехнологии. Климат формируется в условиях малого количества солнечной радиации зимой, под влиянием северных морей и интенсивного западного переноса, обеспечивающего вынос влажных морских масс воздуха с Атлантического океана (летом – холодного, зимой – теплого), а также под влиянием местных физико-географических особенностей территории. Основную роль в формировании климата области играет радиационный процесс, определяющийся географической широтой, поэтому количество поступающей солнечной радиации зависит от высоты солнца над горизонтом и продолжительности дня. На побережье Баренцева моря солнце не заходит за горизонт с середины мая до конца июля (1,5–2 месяца). К югу от Полярного круга в это время продолжительность дня значительно превышает продолжительность ночи, наблюдаются так называемые белые ночи.

Метеорологические условия в годы проведения исследований складывались достаточно контрастно и отражали все возможное разнообразие вегетационных сезонов для условий Европейского Севера, что позволило наиболее объективно проанализировать наиболее перспективные межвидовые гибриды картофеля. Наиболее благоприятным для реализации генетического потенциала гибридов был 2014 год, индекс условий среды (I_j) составил 6,04. Крайне неблагоприятные погодные условия сложились в 2017 году: индекс среды составил 5,09.

Количественная оценка анализа по выявлению доли генотипической и экологической вариабельности и величины их взаимодействия для изученных сортов проводилась методом двухфакторного дисперсионного анализа [11]. Расчет коэффициента регрессии и показателя стабильности осуществлялся по методике Е. А. Эберхарта и У. А. Рассела, изложенной В. А. Зыкиным с соавторами [12]. Параметры общей и специфической адаптивности, а также селекционная ценность каждого из гибридов рассчитана по методике А. В. Кильческого и Л. В. Хотылевой в интерпретации Э. С. Рекашуса [13].

Результаты исследований

Средняя урожайность межвидовых гибридов, как по пунктам, так и по годам сильно варьировала (таблица 1). Такую разницу в урожае можно отнести к проявлению реакции на погодные условия. Наименьшая урожайность (6,2 т/га) отмечена у гибрида 2303/13 в Республике Карелия, тогда как наибольшую урожайность 53,8 т/га показал гибрид 5403/2 в Архангельской области.

Значительная изменчивость показателя урожайности (вариация) наблюдается по сортообразцам в Республике Карелия, ее размах составил 26,3–59,6 %. Наименьшая изменчивость отмечена в условиях Ленинградской области, размах составил 8,3–29,1 %. По мнению А. А. Гончаренко, средняя урожайность сортов в контрастных условиях, рассчитанная как полусумма минимальной и максимальной урожайности, характеризует генетическую гибкость или степень соответствия между генотипом и различными факторами среды [14]. Высокие значения этого показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды. Наибольшие значения этого показателя в Архангельской области: 38,9 т/га и 41,7 т/га у гибридов 2103/3 и 5403/2 соответственно.

По результатам дисперсионного анализа данных действие факторов «гибрид – условия среды» ежегодно было существенным с уровнем значимости 0,05. Данные дисперсионного анализа свидетельствуют, что 16,4 % всей дисперсии обусловлено селекционными факторами. Большая доля изменчивости урожая (67,8 %) связана с экологической компонентой онтогенетической адаптивности растений и 15,8 % дисперсии урожая сопряжено с парным взаимодействием «гибрид – условия среды». После определения достоверности различий между факторами «условия» и «взаимодействие» были оценены параметры экологической пластичности и стабильности каждого гибрида (таблица 2).

Коэффициент регрессии (b_i) характеризует среднюю реакцию генотипа на изменение условий среды, показывает его пластичность и дает возможность прогнозировать изменения исследуемого признака в конкретных условиях среды. Чем выше значение b_i , тем сортообразец в большей степени реагирует на изменение условий выращивания. Нулевое или близкое к нулю значение b_i говорит о том, что сортообразец слабо реагирует на изменение условий среды. Варiances стабильности признака (S_i^2) показывает, насколько адекватен гибрид уровню пластичности, величина которой оценена с помощью коэффициента регрессии b_i . Чем ближе S_i^2 к нулю, тем меньше отличаются эмпирические значения признака от теоретических, расположенных на линии регрессии. В исследуемом наборе межвидовых гибридов наибольшей реакцией на условия среды отличались гибриды 1101/10 ($b_i = 1,59$), 304/25 ($b_i = 1,26$) и 3602/28 ($b_i = 1,23$), они же имели и самую низкую стабильность: 46,8, 29,0 и 28,5 соответственно, что указывает на наличие специфической реакции сортообразцов при изменении условий среды: при положительных значениях индекса среды у этих гибридов значительно повышается урожайность по сравнению с годами с неблагоприятными погодными условиями. Наиболее

стабильный из всех исследуемых сортообразцов был межвидовой гибрид 5403/2 ($S^2 = 4,5$), но коэффициент регрессии у него самый низкий ($b_i = 0,47$), он практически не реагирует на изменение погодных условий. При этом средняя урожайность у него выше других гибридов (32,4 т/га). Вызывает интерес поведение близкородственных межвидовых гибридов, созданных из одной генетической конструкции (1604/12, 1604/4, 1604/16). Их показатели очень близки: урожайность, уровень пластичности, стабильности, у всех низкая адаптивная способность, но все имеют высокую САС и СЦГ. Вероятно, для этой группы межвидовых гибридов требуются несколько иные условия произрастания.

Таким образом, для оценки перспективных межвидовых гибридов в условиях Европейского севера представляют большой интерес сорта с высоким значением b_i и низким S_i^2 . Рассчитанные параметры пластичности через коэффициенты регрессии и стабильности (среднее квадратичное отклонение от линии регрессии) дают возможность предвидеть поведение гибрида в производственных условиях. Коэффициент регрессии (b_i) показывает, на сколько единиц меняется урожайность при изменении индекса условий на единицу. Чем меньше квадратичное отклонение фактических показателей от теоретически ожидаемых (коэффициент стабильности), тем стабильнее сорт [15].

Соотношение между теоретической урожайностью межвидовых гибридов и средовыми условиями представлена в виде графика, который позволяет визуально характеризовать сортообразцы по параметрам пластичности и стабильности. Как видно из графика, более стабильны гибриды 5403/2 и 3602/28. Прогнозируемая урожайность остальных гибридов достаточно схожа: при благоприятных условиях вегетационного сезона она увеличивается, при неблагоприятных – резко снижается.

Разработанные К. W. Finlay, G. N. Wilkinson (1963) и А. А. Жученко (1980) термины «общая» и «специфическая адаптивная способность» отражают общую реакцию генотипов во всей совокупности сред и специфическую реакцию в конкретной среде. А. В. Кильчским и Л. В. Хотылевой (1985) разработан метод генетического анализа, так же как и предыдущий, основанный на испытании генотипов в различных средах, который позволяет выявить общую (ОАС) и специфическую (САС) адаптивную способность генотипов, их стабильность, а также сравнить среды по их способности дифференцировать генотипы.

Рассчитанные параметры адаптивной способности и стабильности межвидовых гибридов картофеля показывают, что наибольшей общей адаптивной способностью обладают наиболее высокоурожайные межвидовые гибриды 5403/2 (ОАС = 3,73) и 3602/28

Таблица 1
Урожайность (т/га) и коэффициент вариации перспективных межвидовых гибридов в основную копку
в четырех пунктах за 2014–2017 гг.

	1101/10	1604/12	1604/4	1604/16	2103/3	2303/13	304/25	3602/28	5403/2
Ленинградская область									
Среднее за 4 года	26,28	27,63	27,64	26,74	26,17	28,04	29,21	30,99	32,04
min*	19,62	21,90	24,82	23,38	20,48	23,48	22,50	23,48	29,30
max**	36,82	32,28	32,38	31,50	33,65	33,88	36,48	37,58	34,48
½ (max + min)	28,22	27,09	28,60	27,44	27,07	28,68	29,49	30,53	31,89
V***, %	29,1	15,5	12,7	12,9	21,0	15,4	20,3	20,3	8,3
Республика Карелия									
Среднее за 4 года	22,08	20,95	23,90	23,73	18,30	19,18	24,18	22,40	24,28
min	10,50	11,10	14,60	16,00	11,50	6,20	11,50	10,50	9,30
max	41,00	31,00	34,40	29,80	24,00	28,30	41,50	34,00	43,20
½ (max + min)	25,75	21,05	24,50	22,90	17,75	17,25	26,50	22,25	26,25
V, %	59,6	40,6	36,3	26,3	34,4	55,6	51,9	46,2	58,9
Архангельская область									
Среднее за 4 года	27,80	32,68	25,18	29,93	37,75	30,25	37,65	37,58	33,78
min	17,20	14,60	17,90	25,40	28,70	22,20	24,00	16,80	24,00
max	40,60	42,50	34,20	33,00	54,80	32,90	48,60	43,60	53,80
½ (max + min)	28,90	28,55	26,05	29,20	41,75	27,55	36,30	30,20	38,90
V, %	37,0	37,8	28,8	10,8	31,3	18,1	27,1	39,2	40,4
Мурманская область									
Среднее за 4 года	27,50	29,38	29,10	25,88	15,08	31,58	29,50	29,48	31,68
min	19,40	19,50	23,60	13,50	11,50	22,30	18,80	24,70	25,00
max	34,90	31,70	39,60	32,70	19,80	38,40	36,80	31,20	39,40
½ (max + min)	27,15	25,60	31,60	23,10	15,65	30,35	27,80	27,95	32,20
V, %	24,1	23,9	24,7	33,8	23,3	21,9	27,3	10,8	21,4

Примечание: *минимальная урожайность, ** максимальная урожайность, ***коэффициент вариации.

Table 1
**Productivity (t/ha) and dispersion coefficient of promising interspecific hybrids during main unearthing in four points
from 2104 to 2017**

	1101/10	1604/12	1604/4	1604/16	2103/3	2303/13	304/25	3602/28	5403/2
Leningrad region									
4-year average	26,28	27,63	27,64	26,74	26,17	28,04	29,21	30,99	32,04
min*	19,62	21,90	24,82	23,38	20,48	23,48	22,50	23,48	29,30
max**	36,82	32,28	32,38	31,50	33,65	33,88	36,48	37,58	34,48
½ (max + min)	28,22	27,09	28,60	27,44	27,07	28,68	29,49	30,53	31,89
V***, %	29,1	15,5	12,7	12,9	21,0	15,4	20,3	20,3	8,3
The Republic of Karelia									
4-year average	22,08	20,95	23,90	23,73	18,30	19,18	24,18	22,40	24,28
min	10,50	11,10	14,60	16,00	11,50	6,20	11,50	10,50	9,30
max	41,00	31,00	34,40	29,80	24,00	28,30	41,50	34,00	43,20
½ (max + min)	25,75	21,05	24,50	22,90	17,75	17,25	26,50	22,25	26,25
V, %	59,6	40,6	36,3	26,3	34,4	55,6	51,9	46,2	58,9
Arkhangelsk region									
4-year average	27,80	32,68	25,18	29,93	37,75	30,25	37,65	37,58	33,78
min	17,20	14,60	17,90	25,40	28,70	22,20	24,00	16,80	24,00
max	40,60	42,50	34,20	33,00	54,80	32,90	48,60	43,60	53,80
½ (max + min)	28,90	28,55	26,05	29,20	41,75	27,55	36,30	30,20	38,90
V, %	37,0	37,8	28,8	10,8	31,3	18,1	27,1	39,2	40,4
Murmansk region									
4-year average	27,50	29,38	29,10	25,88	15,08	31,58	29,50	29,48	31,68
min	19,40	19,50	23,60	13,50	11,50	22,30	18,80	24,70	25,00
max	34,90	31,70	39,60	32,70	19,80	38,40	36,80	31,20	39,40
½ (max + min)	27,15	25,60	31,60	23,10	15,65	30,35	27,80	27,95	32,20
V, %	24,1	23,9	24,7	33,8	23,3	21,9	27,3	10,8	21,4

Note: *minimum productivity, **maximum productivity, ***dispersion coefficient.

Таблица 2
Средняя урожайность межвидовых гибридов картофеля в четырех пунктах в зависимости от параметров адаптивной способности и стабильности

Межвидовые гибриды	Урожайность по годам, т/га					Параметры адаптивной способности генотипов				
	2014	2015	2016	2017	Средняя по сорту, т/га	Пластичность, b_1	Стабильность, S^2	Общая адаптивная способность, ОАС	Специфическая адаптивная способность, САС	Селекционная ценность генотипа, СЦГ
1101/10	36,83	21,83	26,85	19,63	26,28	1,59	46,8	-2,03	7,52	3,51
1604/12	32,28	27,93	28,43	21,90	27,63	0,91	15,1	-0,68	4,04	15,39
1604/4	32,38	28,28	25,10	24,83	27,64	0,70	9,0	-0,67	3,22	17,90
1604/16	31,50	26,63	25,48	23,38	26,74	0,74	9,9	-1,57	3,13	17,25
2103/3	33,65	26,00	24,55	20,48	26,17	1,20	25,5	-2,14	5,32	10,05
2303/13	33,88	27,35	27,45	23,48	28,04	0,95	15,9	-0,27	4,06	15,73
304/25	36,48	26,95	30,90	22,50	29,21	1,26	29,0	0,90	5,76	11,75
3602/28	37,58	34,48	28,45	23,48	30,99	1,23	28,5	2,68	6,12	12,46
5403/2	34,48	30,23	34,18	29,30	32,04	0,47	4,5	3,73	2,46	24,60
Средняя по году	34,34	27,74	27,93	23,22	28,31					
Индекс условий среды, I_s	6,04	-0,56	-0,38	-5,09						

Table 2
Average productivity of potato interspecific hybrids in four points by adaptability and stability parameters

Interspecific hybrids	Yearly productivity, t/ha					Adaptive parameters of genotypes				
	2014	2015	2016	2017	Average by variety, t/ha	Plasticity, b_1	Stability, S^2	General adaptive capacity, GAC	Specific adaptive capacity, SAC	Genotype breeding value, GBV
1101/10	36,83	21,83	26,85	19,63	26,28	1,59	46,8	-2,03	7,52	3,51
1604/12	32,28	27,93	28,43	21,90	27,63	0,91	15,1	-0,68	4,04	15,39
1604/4	32,38	28,28	25,10	24,83	27,64	0,70	9,0	-0,67	3,22	17,90
1604/16	31,50	26,63	25,48	23,38	26,74	0,74	9,9	-1,57	3,13	17,25
2103/3	33,65	26,00	24,55	20,48	26,17	1,20	25,5	-2,14	5,32	10,05
2303/13	33,88	27,35	27,45	23,48	28,04	0,95	15,9	-0,27	4,06	15,73
304/25	36,48	26,95	30,90	22,50	29,21	1,26	29,0	0,90	5,76	11,75
3602/28	37,58	34,48	28,45	23,48	30,99	1,23	28,5	2,68	6,12	12,46
5403/2	34,48	30,23	34,18	29,30	32,04	0,47	4,5	3,73	2,46	24,60
Year average	34,34	27,74	27,93	23,22	28,31					
Environmental conditions index, I_s	6,04	-0,56	-0,38	-5,09						

(ОАС = 2,68). Наименьшей ОАС обладают гибриды 2103/3 и 1101/10 (-2,14 и -2,03, соответственно). Высокую продуктивность и средовую устойчивость показал межвидовой гибрид 5403/2, его селекционная ценность (СЦГ) составила 24,6.

Выводы. Рекомендации

Широкую норму реакции на условия среды в исследуемом наборе перспективных межвидовых гибридов проявили: 5403/2 (сорт Евразия) и 3602/28 (сорт Сиверский). Среднеранний сорт Евразия был включен в реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в условиях Северо-Западного региона в 2017 году. Среднеспелый сорт Сиверский передан на Государственное сортоиспытание в 2018 году.

Таким образом, проведенные исследования адаптивности в различных средах позволяют выделить сортообразцы, которые будут давать стабильный урожай в неблагоприятных агроклиматических условиях, в неблагоприятный год, либо при нарушенном органно-минеральном питании растений. Эти межвидовые гибриды являются генетическими источниками адаптивности в селекции на продуктивность, что важно для селекции адресных сортов интенсивного типа, отзывчивых на агротехнические мероприятия, но неустойчивых к неблагоприятным погодным условиям.

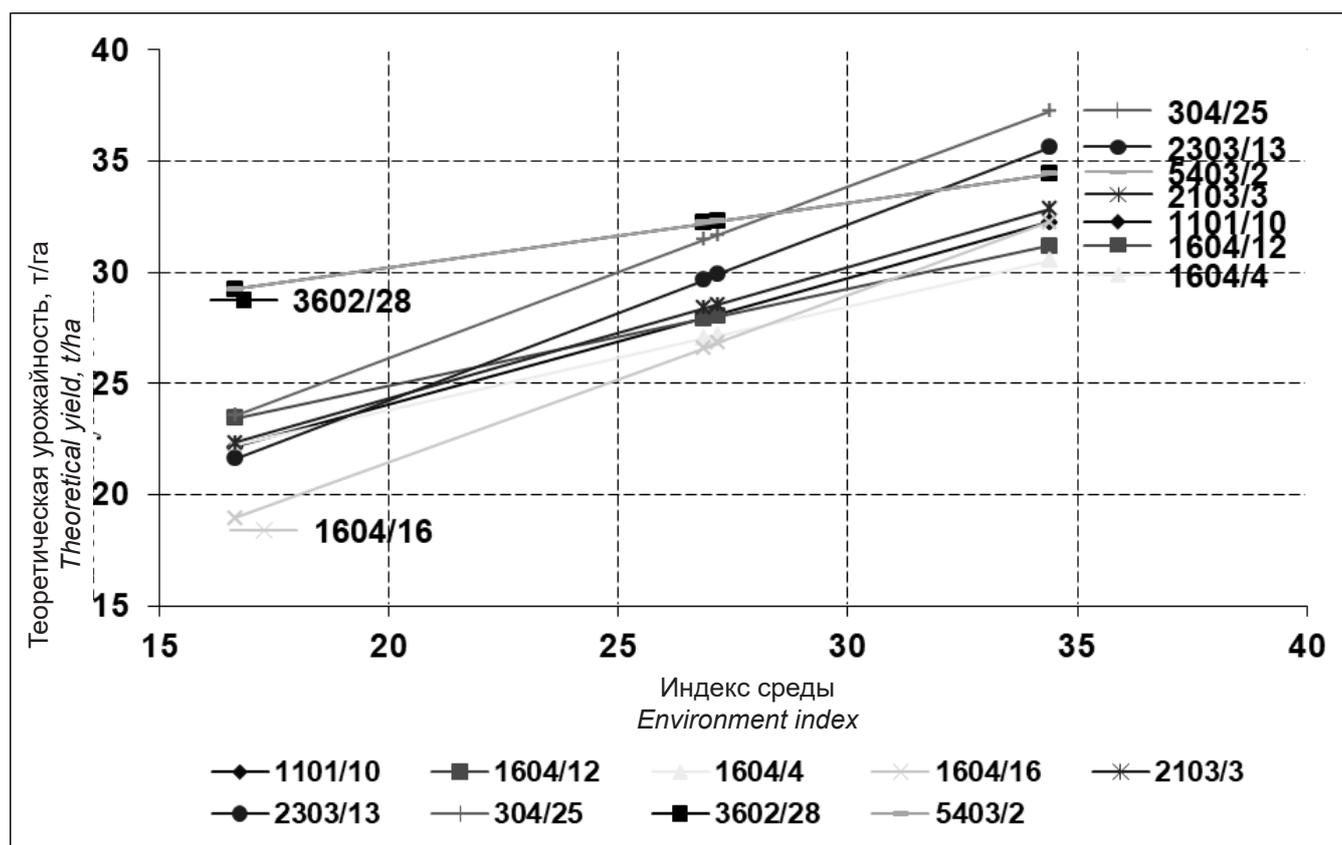


Рис. 1. Линии регрессии теоретической урожайности межвидовых гибридов картофеля в условиях Европейского Севера в зависимости от индекса среды
 Fig. 1. Regressions lines of theoretical productivity of potato interspecific hybrids in the Europeans North conditions by environment index

Литература

1. Евдокимова З. З. [и др.] Инновации в создании скороспелых сортов картофеля для условий Северо-Запада и Европейского севера // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: коллективная монография. В 5 томах. Том 1. Ландшафты в XXI веке: анализ состояния, основные процессы и концепции исследований / Под ред. академика РАН В. Г. Сычева, Л. Мюллера. – М. : Изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018. – С. 498–499.
2. Драгавцев В. А. [и др.] Управление взаимодействием «генотип – среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (59). С. 105–121.
3. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
4. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Оценка сортов озимой ржи по урожайности и параметрам экологической пластичности в условиях Северного Зауралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 64. № 3. С. 22–27.
5. Архипов М. В., Синицина С. М., Данилова Т. А. Роль сорта в обеспечении продовольственной независимости Северо-Запада России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 54. С. 276–281.
6. Нелюбина Н. А., Челнокова В. В. Исследование устойчивости сортов картофеля к био- и абио-стрессорам в условиях Крайнего Севера // Развитие земледелия в Нечерноземье: проблемы и их решение: сб. науч. трудов международной науч.-практ. конференции. 2016. С. 92–95.
7. Гончаренко А. А. Проблема экологической устойчивости сортов зерновых культур и задачи селекции // Аграрный вестник Юго-Востока. 2015. № 1-2. С. 32–35.
8. Симаков Е. А. [и др.] Использование эколого-географических факторов для повышения результативности селекции картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 44–46.
9. Попова Л. А. и [др.] Оценка продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости в условиях Архангельской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 3 (58). С. 26–31.

10. Сергеева Л. Б., Шанина Е. П. Общая адаптивная способность и экологическая стабильность сортов картофеля в зависимости от фона минерального питания и зоны возделывания // Агропродовольственная политика России. 2014. № 6 (30). С. 19–22.
11. Доспехов Б. Д. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М. : Альянс, 2011. – 350 с.
12. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин [и др.]. – Уфа : БашГАУ, СибНИИСХ, 2011. – 99 с.
13. Рекашус Э. С. Критерий существенности общей адаптивной способности: обоснование метода // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 66. № 5. С. 30–33.
14. Мордвинцев М. П., Солдаткина Е. А. Адаптивность, экологическая пластичности и стабильность нового сорта ячменя Оренбургский совместный по урожаю зерна // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3 (95). С. 128–137.
15. Филатова И. А., Браилова И. С. Экологическая пластичность и стабильность сортов и сортообразцов гороха в условиях каменной степи // Зерновые и крупяные культуры. 2016. № 3 (19). С. 41–45.

References

1. Evdokimova Z. Z. [et al.] Innovations in the creation of early-ripening potato varieties for the conditions of the North-West and the European North // New methods and results of landscape studies in Europe, Central Asia and Siberia: a collective monograph. In 5 volumes. Volume 1. The landscape in the XXI century: analysis of the state, the basic processes and concepts of research / Under the editorship of academician of RAS V. G. Sychev, L. Muller. – Moscow : publishing house of the Federal State Scientific Institution “Institute of agricultural chemistry”, 2018. – Pp. 498–499.
2. Dragavtsev V. A. [et al.] Management of interaction “genotype – environment” – the most important lever to increase crop yields // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2016. No. 2 (59). Pp. 105–121.
3. Potanin V. G., Aleynikov A. F., Stepochkin P. I. a New approach to the assessment of ecological plasticity of plant varieties // Vavilov journal of genetics and selection. 2014. Vol. 18. No. 3. Pp. 548–552.
4. Sapega V. A., Tursunbekova G. S. estimates of winter rye varieties by yield and parameters of ecological plasticity in conditions of the Northern Urals // Agrarian Science of Euro-North-East. 2018. Vol. 64. No. 3. Pp. 22–27.
5. Arkhipov M. V., Sinitsina S. M., Danilova T. A. The role of the variety in ensuring food independence of the North-West of Russia // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 54. Pp. 276–281.
6. Nelyubin N. A., Chelnokov V. V. Investigation of stability of potato cultivars to bio - and abio-the stressors in the far North // The development of agriculture in black earth: problems and solutions: collection of scientific works. proceedings of the international scientific-practical conferences. 2016. Pp. 92–95.
7. Goncharenko A. A. The problem of ecological stability of varieties of grain crops and selection problems // Agrarian Bulletin of the South-East. 2015. No. 1-2. Pp. 32–35.
8. Simakov E. A. [et al.] The use of ecological and geographical factors to improve the efficiency of potato breeding // Achievements of science and technology of agriculture. 2015. Vol. 29. No. 11. Pp. 44–46.
9. Popova L. A. [et al.] Evaluation of productivity and adaptability of potato varieties of different maturity groups in the Arkhangelsk region // agricultural science of the Euro-North-East. 2017. No. 3 (58). Pp. 26–31.
10. Sergeeva L. B., Shanin, E. P. General adaptive ability and ecological stability of potato varieties depending on the background of mineral nutrition and cultivation zone // Agri-food policy in Russia. 2014. No. 6 (30). Pp. 19–22.
11. Armors B. D. Method of field experience (with the basics of statistical processing of research results). – Ed. 6-e, stereotyped, reprinted from the 5th ed. 1985 – Moscow : Alliance, 2011. – 350 p.
12. Method of calculation and estimation of parameters of ecological plasticity of agricultural plants / V. A. Zykin [et al.]. – Ufa : Siberian research Institute of agriculture; Bashkir GAU, 2011. – 99 p.
13. Rekasius E. S. the Criterion of significance is the overall adaptive capacity: justification of the method // Agricultural science Euro-North-East. 2018. Vol. 66. No. 5. Pp. 30–33.
14. Mordvintsev M. P., Soldatkina E. A. Adaptability, ecological plasticity and stability of a new variety of barley Orenburg joint grain harvest // Bulletin of beef cattle. 2016. No. 3 (95). Pp. 128–137.
15. Filatova I. A., Braila I. S. Ecological plasticity and stability and varieties of peas in the stone steppe // Grains and cereals. 2016. No. 3 (19). Pp. 41–45.