

4. Яшина И.М., Першутина О.А., Кирсанова Э.В. Генетика морфологических и хозяйственно-ценных признаков картофеля / Генетика картофеля. М.: Наука, 1973. - С.233-259.
5. Rudolf W., Baerecke M. Variabilitat der Wertmerkmale und ihre zuchterische Nutzung /Handbuch der Pflanzenzuchtung, Bd. 3 Berlin-Hamburg: P.Parey, 1958.- S.138-151.
6. Букасов С.М. Успехи и неудачи межвидовой гибридизации картофеля //Вестник социалистического растениеводства.- 1940.- №3.- С.39-48.
7. Альсмик П.И. Селекция картофеля в Белоруссии. Минск: Ураджай, 1979.- 128с.
8. Подгаецкий А.А. Генофонд картоплі, його складові. Характеристика і стратегія використання /Картопля Т.1. К., 2002.- С.156-198.
9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею.- УААН.ІК, Немішаєве, 2002.- 183с.

УДК 631.523.5:635.21

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

**Кильчевский А.В., Козлов В.А., Подгаецкий А. А., Кондратюк А.В.,
Коваленко В.Н., Писаренко Н.В.**

Введение. Являясь общемировой тенденцией, экологизация сельскохозяйственного производства привела к изменению требований, предъявляемых к сорту, как к его основе. На сегодняшний момент сорт должен объединять в себе наряду с продуктивностью и энергоэкономичность, экологически безопасное качество и природоохранность. Для этого сорт должен обладать стабильностью по наиболее важным хозяйственно-полезным признакам, которая не требовала бы значительных затрат энергии в виде средств защиты и удобрений на ее поддержание при действии неблагоприятных факторов среды и как следствие, способствовала бы уменьшению антропогенной нагрузки на окружающую среду и улучшению качества получаемой растениеводческой продукции. Возможность прогнозировать будущий урожай сорта и его качество, вследствие их стабильности, это не только эффективный путь снижения уровня загрязнения окружающей среды и конечной продукции, но и возможность минимализировать экономические затраты на производство культуры при непредсказуемой смене условий выращивания [1,2].

Повышение эффективности отбора стабильных генотипов фактически сводится к разработке адекватного метода их оценки, позволяющего получать достоверную и исчерпывающую информацию о генотипах, устраняя искажающее действие различного рода помех, к числу которых, прежде всего, можно отнести эффект среды и низкую репрезентативность выборки. На наш взгляд наиболее приемлемыми методами оценки экологической стабильности, являются методы основанные на дисперсионном анализе. Дисперсия значений признака вокруг выборочной средней изучаемой совокупности в полной мере дает представление об экологической стабильности сорта. Коэффициент вариации, представляя собой безразмерную величину, выражающую значение среднего квадратичного в долях средней позволяет соотнести показатели стабильности сортов определенные в различных экспериментах [3].

Методы оценки экологической стабильности, основанные на регрессионном анализе менее эффективны, по причине прямой зависимости результатов оценки экологической стабильности от числа и перечня сортов, используемых в эксперименте. Математические модели, лежащие в основе регрессионных методов оценки экологической стабильности, предполагают зависимость стабильности одного сорта от изменчивости признаков других сортов используемых в эксперименте, что в принципе не совсем верно. Каждый из сортов является независимой совокупностью генотипов и характеризуется степенью изменчивости признаков присущей только донной совокупности. Индексу среды, используемому в качестве отправной точки при оценке изучаемых сортов при регрессионных методах, свойственен непредсказуемый характер

изменчивости. В результате при изменении числа генотипов оцениваемых в каждом определенном случае (эксперименте) изменяется характер получаемой информации и как следствие, итоговая оценка экологической стабильности также претерпевает изменение. В итоге исследователь получает информацию об экологической стабильности сорта, говорить о корректности которой, можно только при упоминании определенных условий, в которых проводилась его оценка, а именно - полного набора сортов. Получаемая при таком подходе оценка не может быть использована для сравнения с аналогичной информацией, полученной в другой системе сортов.

Единственным недостатком дисперсии по средам и рассчитанного на его основе коэффициента вариации является малое число степеней свободы или сред. Возникает вопрос о минимально приемлемом числе сред испытания необходимым для получения объективной информации об изучаемых сортах.

Цель наших исследований заключалась в следующем:

- изучить характера и степени изменчивости по продуктивности и биохимическим признакам качества 10-и сортов картофеля белорусской селекции в условиях Украины;
- изучить особенности взаимодействия генотип-среда.

Материалы и методика. Изучение изменчивости по основным биохимическим признакам и степени вклада среды в эту изменчивость проводилось на десяти сортах картофеля белорусской селекции: Янка, Бриз, Здабытак, Дубрава, Ветразь, Рагнеда, Акцент, Блакит, Универсал, Маг. В роли фактора, призванного дифференцировать изучаемые сорта по четырем ключевым признакам качества (содержанию крахмала, витамина С, редуцирующих сахаров и нитратов) выступили различные почвенно-климатические условия региона возделывания. Испытание сортов проводилось в 2009г. на базе Сумского аграрного университета. ООО «Аграрное» Сумской области и Полесской опытной станции. Биохимический анализ проводился на базе Научно-практического центра по картофелеводству и плодовоовощеводству НАНБ. Средняя проба отбиралась с каждой из 3-х повторностей и состояла из 5 произвольно отобранных клубней. Содержание редуцирующих сахаров определяли на фотоэлектроколориметре путем анализа растительных экстрактов, в различной степени окрашенных 3,5-динитросалициловой кислотой; содержание витамина С – титрованием 0,001 н раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола.

Определение содержания крахмала проводили по удельному весу [4], нитратов – с помощью ионоселективного электрода на стандартном рН-метре [5].

Оценка общей и специфической адаптивной способности генотипов, их селекционной ценности, а также дифференцирующей способности сред, их предсказуемости и продуктивности выполнена методом А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [3].

Результаты исследований. С целью изучения возможности повышения эффективности оценки сортов картофеля по наиболее важным биохимическим признакам качества, нами были проведены испытания 10-и сортов белорусской селекции в 3-х пунктах на территории Украины. Урожайность изучаемых сортов представлена в таблице 1.

Наиболее высокая средняя урожайность в условиях Украины была характерна поздним и среднепоздним сортам Рагнеда, Ветразь, Здабытак (413,3 ц/га, 396 ц/га и 352,9 ц/га соответственно). Наиболее высокая урожайность в среднем по пунктам испытания зафиксирована в ООО «Аграрное» 419,2 ц/га.

Урожайность сортов картофеля (2009 г.)

№	Сорт	Урожайность, ц/га		
		Полесская опытная станция	Сумской национальный аграрный университет	ООО «Аграрное» Сумской области
1.	Маг	215,3	413,8	342,7
2.	Акцент	163,2	267,5	504,4
3.	Янка	301,5	244,8	379,4
4.	Бриз	276,5	346,8	383,9
5.	Дубрава	219,9	471,8	348,7
6.	Ветразь	217,6	451,1	519,3
7.	Рагнеда	319,6	371,3	548,9
8.	Здабытак	224,4	403,9	430,3
9.	Универсал	240,3	257,6	444,3
10.	Блакит	244,8	110,7	290,1

Полученные данные по 4-м интересующим нас признакам качества были систематизированы и обработаны при помощи программы ADIS. Дисперсионный анализ изучаемых признаков представлен в таблице 2.

Достоверные различия между эффектами сортов и сред выявлены по трем признакам из четырех. Единственным признаком, для которого средовая вариация не вышла за пределы случайного варьирования, является признак «содержание крахмала», хотя межсортовая изменчивость по данному признаку была существенной и достоверной. Для всех без исключения признаков вклад сорта в их проявление превосходит вклад среды. Поскольку соотношение средовой и сортовой вариаций отражает норму реакции сорта на среду и характеризует оптимальность фона, можно сделать вывод о несколько сниженной дифференцирующей способности сред и в целом благоприятных (оптимальных) для картофеля условиях, сложившихся в течение периода вегетации.

Таблица 2

Дисперсионный анализ по признакам качества изучаемых сортов картофеля (2009 г.)

Признаки	Средние квадраты		
	Среды	Сорта	Среды *Сорта
Содержание крахмала, %	6,34	49,00*	5,02
Содержание нитратов, мг/кг	3685,90*	8099,05*	1479,24*
Содержание сахаров, %	0,35*	0,82*	0,04*
Содержание витамина С, мг%	3,70*	15,00*	2,95*

* Существенно при $P = 0,05$

Главным фактором, обеспечивающим дифференциацию генотипов, является наличие стрессовых условий. Снижение доли средовой вариации в общей фенотипической, является результатом их отсутствия. Достоверность эффектов взаимодействия сортов и сред выявлена по следующим признакам: содержание редуцирующих сахаров, витамина С и нитратов. Этим и объясняется смена рангов сортов при выращивании их в других условиях.

При значительной реакции генотипа на среду достаточно проблематично выделить на одном фоне сорт, который мог бы оставаться лучшим на всех других фонах.

На уровне биохимических признаков качества испытываемые сорта по-разному реагируют на изменение среды, о чем свидетельствует различная величина относительной стабильности. Наибольшая средовая вариабельность наблюдается по содержанию нитратов и редуцирующих сахаров, в меньшей степени среда оказывает воздействие на содержание витамина С и крахмала. Размах варьирования по каждому признаку, а также наличие достоверных различий по сортам свидетельствует о генетической изменчивости по каждому из количественных признаков, что в свою очередь дает возможность вести направленный отбор на стабильность и высокое среднее значение признака.

В таблице 3 представлены параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по изучаемым биохимическим признакам.

Таблица 3

Показатели адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по биохимическим признакам качества

Сорт	OAC_i	$\sigma_{CAC_i}^2$	S_{gi}	СЦГ _i
1	2	3	4	5
содержание витамина С, мг% на 100г				
Маг	0,25	0,93	8,17	3,14
Акцент	1,10	0,52	5,70	6,17
Янка	0,58	0	0	12,12
Бриз	0,59	1,13	8,74	2,60
Дубрава	1,17	3,48	14,68	-4,05
Ветразь	-0,74	0,96	9,10	2,01
Рагнеда	-0,02	0	0	11,52
Здабытак	1,17	1,14	8,39	3,13
Универсал	-2,88	0	0	8,67
Блакит	-1,22	0,01	0,91	9,48
содержание крахмала, %				
Маг	2,8	0	0	18,0
Акцент	-0,2	1,6	8,5	1,7
Янка	-0,9	1,7	8,9	1,0
Бриз	-3,9	0	0	11,3
Дубрава	-0,6	0	0	14,6
Ветразь	0,2	3,0	11,2	-2,6
Рагнеда	-1,6	1,8	9,8	-0,4
Здабытак	4,2	0	0	19,5
Универсал	1,4	2,5	9,5	0,2
Блакит	-1,5	0	0	13,8
содержание редуцирующих сахаров, %				
Маг	-0,27	0	0	0,17
Акцент	0,09	0,05	39,25	0,10
Янка	-0,08	0,01	21,41	0,20
Бриз	0,74	0,05	18,36	0,74
Дубрава	-0,08	0,01	16,43	0,24
Ветразь	0,03	0,04	44,81	0,04
Рагнеда	0,18	0,06	38,11	0,13
Здабытак	-0,16	0,01	24,06	0,14

1	2	3	4	5
Универсал	-0,29	0	0	0,15
Блакит	-0,18	0,01	39,66	0,05
содержание нитратов, мг/кг				
Маг	-25,2	138,3	20,0	27,5
Акцент	-1,5	874,5	35,9	3,9
Янка	-1,4	90,8	11,5	57,2
Бриз	51,5	835,5	21,4	58,7
Дубрава	27,0	43,1	5,9	93,4
Ветразь	-16,2	0	0	67,5
Рагнеда	-45,6	132,9	30,1	7,7
Здабытак	-26,5	0	0	57,4
Универсал	6,7	935,1	33,8	9,5
Блакит	31,4	1189,1	29,9	23,9

Наибольшей общей адаптивной способностью среды (ОАС) по признаку «содержание крахмала» отличаются сорта Здабытак, Маг, Универсал и Ветразь. Однако сорта Универсал и Ветразь имеют высокую вариансу САС, что свидетельствует об их нестабильности. Подтверждением тому служат и высокие значения относительной стабильности Sg_i (9,5 и 11,2 соответственно). Сорт Здабытак показал себя как наиболее стабильный, ему характерно наивысшее значение СЦГ по данному признаку. Такие признаки как, содержание нитратов и редуцирующих сахаров, в значительно большей мере подвержены изменчивости. Подтверждением тому служат гораздо более высокие коэффициенты относительной стабильности. Меньшее накопление нитратов было свойственно сорту Рагнеда – 38,3 мг/кг (среднее значение по всем фонам). Близки к нему по данному показателю сорта Здабытак – 57,4 мг/кг и Маг – 58,7 мг/кг. Максимальное количество нитратов было определено в сорте Бриз – 135,4 мг/кг. Наиболее стабильными по данному показателю являются сорта Здабытак и Ветразь. В целом содержание нитратов по всем сортам не превышало предельно допустимые количества.

Минимальное количество редуцирующих сахаров было обнаружено в сортах Универсал – 0,15% и Маг – 0,16%. Более того данные сорта продемонстрировали лучшие показатели экологической стабильности.

По содержанию витамина С наибольшим средним значением признака характеризуются сорта Дубрава и Здабытак. Однако ни один из этих сортов не может быть отнесен в число стабильных по причине высокого значения коэффициента относительной стабильности. Наиболее стабильными по данному признаку являются сорта Янка и Рагнеда.

В таблице 4 представлена экологическая стабильность биохимических признаков картофеля.

Анализ таблицы 4 позволяет сделать вывод об отсутствии абсолютно стабильного сорта. Вариабельность по одним признакам сопряжена со стабильностью по другим. Так, сорт Маг, по результатам эксперимента, показал себя как стабильный по двум признакам: содержанию крахмала и редуцирующих сахаров. Сорт Здабытак высокостабилен по содержанию нитратов и крахмала, Универсал по содержанию редуцирующих сахаров и витамина С. Как наименее стабильные в условиях Украины показали себя сорта Акцент, Рагнеда и Блакит.

Косвенное влияние среды на эффективность селекционного процесса проявляется в действии на генотип в процессе реализации наследственной информации.

Таблица 4

Экологическая стабильность биохимических признаков картофеля (S_{gi})

№	Сорта	Сахара, %	Нитраты, мг/кг	Витамин С, мг%/100г	Крахмал, %
1.	Маг	0	20,0	8,17	0
2.	Акцент	39,25	35,9	5,70	8,5
3.	Янка	21,41	11,5	0	8,9
4.	Бриз	18,36	21,4	8,74	0
5.	Дубрава	16,43	5,9	14,68	0
6.	Ветразь	44,81	0	9,10	11,2
7.	Рагнеда	38,11	30,1	0	9,8
8.	Здабытак	24,06	0	8,39	0
9.	Универсал	0	33,8	0	9,5
10.	Блакит	39,66	29,9	0,91	0

Информация о фоне на протяжении всех этапов селекции не менее важна, чем информация о самом генотипе. Типичность, дифференцирующая способность, продуктивность и предсказуемая способность, как комплексный показатель, дают исчерпывающую информацию о среде, как фоне отбора. Основные параметры среды для биохимических признаков качества представлены в таблице 5.

Таблица 5

Параметры среды как фона для отбора сортов картофеля

Среда	d_k	$S_{ек}$	t_k	P_k
содержание редуцирующих сахаров, %				
Полесская опытная станция	0,011	68,1	0,97	0,66
Сумской Национальный Аграрный Университет	0,006	74,8	0,96	0,71
ООО «Аграрное» Сумской области	0,003	65,8	0,99	0,65
содержание витамина С, мг на 100г				
Полесская опытная станция	0,65	15,07	0,89	0,13
Сумской Национальный Аграрный Университет	-0,01	9,82	0,94	0,09
ООО «Аграрное» Сумской области	0,69	10,90	0,75	0,08
содержание крахмала, %				
Полесская опытная станция	-0,28	14,78	0,95	0,14
Сумской Национальный Аграрный Университет	-0,03	15,00	0,93	0,13
ООО «Аграрное» Сумской области	0,90	15,02	0,85	0,12
содержание нитратов, мг/кг				
Полесская опытная станция	193,77	40,99	0,90	0,37
Сумской Национальный Аграрный Университет	55,10	31,75	0,88	0,28
ООО «Аграрное» Сумской области	273,71	36,76	0,82	0,30

Различная типичность сред по изучаемым признакам говорит о возможной смене рангов сортов при смене средовых условий. Отличающиеся по дифференцирующей способности фоны в различной степени выявляют потенциальную изменчивость сортов по продуктивности и биохимическим признакам, что подтверждает факт отсутствия единого оптимального фона для селекции по большинству изучаемых признаков. Оптимальность фона – это критерий, всецело зависящий от особенностей признака. В случае витамина С наиболее приемлемым фоном для селекции на стабильность и высокое значение признака, являются условия Сумского аграрного университета, по крахмалу – Полесской опытной станция, содержанию нитратов и редуцирующих сахаров (отбор на минимальное значения признака) – Полесской опытной станции и ООО «Аграрное» Сумской области соответственно.

Выводы. В ходе эксперимента установлено, что на уровне биохимических признаков качества испытываемые сорта по-разному реагируют на изменение условий среды. Наибольшая средовая вариабельность в условиях Украины у сортов белорусской селекции наблюдается по содержанию нитратов и редуцирующих сахаров, в меньшей степени среда оказывает воздействие на крахмалистость и содержание витамина С. Выделены сорта, сочетающие стабильность и оптимальное значение признака: Универсал (содержание редуцирующих сахаров), Янка (содержание витамина С), Ветразь (содержание нитратов), Маг (содержание редуцирующих сахаров и крахмала), Здабытак (содержание нитратов и крахмала).

Подтверждено, что различный агрофон является эффективным фактором дифференциации генотипов по признакам качества, что в свою очередь позволяет ранжировать испытываемые образцы по экологической стабильности. Наиболее приемлемым фоном для селекции на стабильность и высокое значение признака, являются: по витамину С условия Сумского аграрного университета, по крахмалу – Полесской опытной станция, содержанию нитратов и редуцирующих сахаров (отбор на минимальное значения признака) – Полесской опытной станции и ООО «Аграрное» Сумской области соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко. - Кишинёв: Штиинца, 1980. -587 с.
2. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого- генетические основы): в 2 т. / А.А. Жученко. – Москва: Агрорус, 2001. – 2 т.
3. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: “Тэхналогія”, 1997. – 372 с.
4. Крищенко, В.П. Методы оценки качества растительной продукции / В.П. Крищенко. – Москва: «Колос», 1983. – 189 с.
5. Методика исследования по культуре картофеля. - М.: Колос, 1967. - 225 с.

УДК 631.527:635.21:631.524.86

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ В СЕЛЕКЦИИ НА ФИТОФТОРОУСТОЙЧИВОСТЬ

Чашинский А.В.

Введение. Фитофтороз картофеля является одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней картофеля, ограничивающих ассимиляцию в период образования клубней, что способствует снижению урожая. Наряду с этим фитофтороз наносит прямой ущерб за счет поражения клубней и последующего развития на них сапрофитных организмов в период хранения, что ведет к их загниванию. В годы с сильным поражением ботвы и клубней урожай может снижаться на 50-80% [1]. В последние годы в Беларуси усложнился расовый состав, расширился спектр вирулентности, повысилась агрессивность патогена, резистентность к существующим фунгицидам. Появление в республике A_2 типа совместимости также значительно