

4. Reddy M.V., Singh K.B. Registration of five chickpea germplasm lines resistant to ascochyta blight. Crop Science. 1992. Vol. 32, Is. 4. pp. 1079-1080.
5. Кобизева Л.Н., Безугла О.М., Силенко С.И., Колотилов В.В., Сокол Т.В., Докукіна К.І., Василенко А.О., Безуглий І.М., Вус Н.О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. Харків, – 2016. – 84 с.
6. Широкий уніфікований класифікатор роду *Cicer* L.; підгот. О.М. Безугла, Л.Н. Кобизева, В.К. Рябчун [та ін.]. – Харків, – 2012. – 47 с.
7. Singh K.B., Reddy M.V. Genetics of resistance to *Ascochyta blight* in four chickpea lines // Crop science. – 1989. – Vol. 29. – pp. 657 – 659.
8. Singh K.B., Malhotra R.S., Saxena M.C. Registration of ILC 3279 chickpea // Crop science. – 1992. – Vol. 32. – pp. 1078 – 1079.
9. Iruela, M., Rubio, J., Barro, F., Cubero, J., Millan, T., Gil, J. Detection of two quantitative trait loci for resistance to ascochyta blight in an intra-specific cross of chickpea (*Cicer arietinum* L.): development of SCAR markers associated with resistance. // Theor Appl Genet. – 2006. – Vol. 112. – pp. 278-287.
10. Singh, K.B., Reddy M.V., Patterns of resistance and susceptibility to races of *Ascochyta rabiei* among germplasm accessions and breeding lines of chickpea // Plant Disease. - 1990. – Vol. 74. – pp. 127-129.
11. Benzohra I. E., Bendahmane B.S., Labdi M., Benkada M.Y. Sources of Resistance in Chickpea Germplasm to Three Pathotypes of *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. In Algeria // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 21, Is. 6. – pp. 873-878/ DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.21.6.2874
12. Ozer G. H. B., Palacıoglu A. A. G. Determination of *Ascochyta* blight disease in chickpea using real-time PCR// J. Plant. Dis. Prot. – 2016. – Vol. 123. – pp.109–117./ DOI 10.1007/s41348-016-0017-0
13. Saxena M. C., Singh K.B. *Ascochyta* blight and winter sowing of chickpeas. – 1984. – 288 p.

FORMATION OF A WORK CHICKPEA COLLECTION BY ASCOCHYTA BLIGHT TOLERANCE

N.A. Vus, L.N. Kobyzeva, O.N. Bezugla

PLANT PRODUCTION INSTITUTE ND. A. V.YA. YURYEV NAAS OF UKRAINE

Abstract: According to the results of the research of the chickpea collection of the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine in 2005 and 2016, when the epiphytoty of *Ascochyta blight* were noted. The working collection of chickpea for resistance to *Ascochyta blight* was formed under provocative field conditions. This collection includes 68 accessions of desi and kabuli chickpea from 19 countries: for 34 samples of each type. The collection is formed on the 1 – 9 disease rating scale. 1 – very low resistance (15 samples: 6-kabuli and 9-desi), 3 – low (8 samples of both morphotypes), 5 – medium (8 and 7 samples, respectively), 7 – high (9 and 5 samples) and 9 – very high (4 and 5 samples). All samples from the formed collection were differentiated within each morphotype in three groups of seed size: large, medium and small. There was analyzed of pedigrees of resistant accessions and was proved their relatively narrow genetic basis and duration of use of stable parental components. The collection included as often used in the world breeding practice samples (ILC 3279) as local accessions. It will allow to expand the genetic base of resistance of new varieties. The collection is submitted for registration to the NCPGR of Ukraine. Varieties Stepnoj 1 and Vysokorosly 30 are registered as donors of resistance to *Ascochyta blight*.

Keywords: chickpea, *Cicer arietinum* L., collection, *Ascochyta blight*, accession, standard.

УДК 631.527:633.11

АЛГОРИТМЫ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОГРАММ НА АДАПТИВНОСТЬ

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, член-корреспондент РАН

И.В. САВЧЕНКО*, академик РАН

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

*ФГБНУ «ВНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ»

На основе многолетних исследований по зимостойкости сортов озимой пшеницы предложена модель поведения растений во время их зимовки. Главным принципом функционирования модели становится кинетическое равновесие двух динамично

развивающихся систем: внешней среды и растений. Показано, что каждая из изученных систем многокомпонентна по своей структуре. Предложены алгоритмы количественной оценки интенсивности внешнего воздействия и ответа на неё адаптивного комплекса растений выявления, а также выявления сортовых особенностей при селекции на высокие адаптивные свойства.

Ключевые слова: адаптивная селекция, зимостойкость, теория генетической организации признака, озимая пшеница.

Эволюция методологических подходов в селекции сопряжена с развитием теоретических основ селекционно-генетической науки, среди которых генетика количественных признаков одно из приоритетных направлений. Еще в 30-е годы XX века академик Н.И. Вавилов подчеркивал, что «проблема генетики количественных признаков должна привлечь к себе широкое внимание в предстоящие годы... Количественные признаки отталкивали генетика своей сложностью, наличием переходных форм, спутанностью генетической картины... От общих институтов мы ждем в предстоящие годы большой помощи в теоретической разработке проблемы наследственности количественных признаков» [1]. Её развитие с формированием важных для селекционера теорий (моделей) организации количественных признаков способствует более глубокой проработке экспериментального материала, эффективным отборам, вдумчивому подбору материала для скрещиваний и т.д.

Вместе с тем, следует признать, что современная методология в селекции, в том числе использование методов молекулярно-генетического анализа сложных полигенных признаков, несмотря на широту, не совсем точно и глубоко отвечает задачам, которые приходится решать селекционерам [2, 3]. При этом, большинство из используемых в селекционных программах, моделей генетической организации признака опирается на анализ показателей, результирующих взаимодействие «генотип-среда» (рис. 1). В то время как для селекционера важно понять весь динамизм процесса реализации генетической информации растениями в онтогенезе. Важность понимания того, что природа формирования каждого элемента продуктивности, либо качественных характеристик зерна или же адаптации, носит не аддитивный (независимый), а эмерджентный характер, приводит к необходимости развития в селекционной науке надструктурных теорий, которые позволяли бы оценить целостность «организации растительной системы» и ее поведения при формировании хозяйственно ценных признаков.

Поскольку на интенсивность внешнего воздействия растение реагирует как единое целое, где каждая его часть развивается в специфической связи с остальными, то и системность селекционных подходов к проблеме адаптации должна быть сопряжена с оценкой особенностей адаптивного потенциала растений как целостной системы, формируемой на основе взаимосвязей генетических систем онтогенетической и филогенетической адаптации (системы F и R) [4]. Однако, современные направления системной биологии, по мнению отдельных ученых, больше ориентированы на моделирование виртуального растения [5]. От чего «ни молекулярная биология с геной инженерией, как и молекулярной генетикой не в силах решить проблему, стоящую перед ними: «изучить структуру и функцию генома клетки». Они решают только часть проблемы – исследуют «структуру» [5]. Вполне очевидно, что, не обладая глубокими знаниями о природе организации сложных полигенных признаков, очень сложно установить механизм их действия и сформировать адекватную систему оценок и отбора перспективного материала. «Мы почти ничего не знаем о физиологии развития с точки зрения генетики. Если в генетике имеются довольно полные представления об обусловленности различных признаков теми или другими структурами воспроизводительных клеток, то пока остается тайной та роль, которую играют они в процессах онтогенетического развития организма» [6]. В свете рассматриваемой проблемы, задачами, стоящими перед дисциплинами системной биологии, становятся исследования ответных реакций растений на внешние раздражители,

связанные с проявлениями физиологических процессов как внутри клетки, так и растения в целом.

Ценным для количественной оценки реакции генотипов становится открытость селекционных программ использованию алгоритмов информационной биологии, связанной с построением модели поведения растений в постоянно меняющейся среде. Наиболее подходящим периодом для такого описания следует признать перезимовку растений озимой пшеницы, поскольку он растянут по времени, и все сорта находятся на одном этапе органогенеза. Главным принципом функционирования модели становится кинетическое равновесие двух динамично развивающихся систем [7]. Равновесное состояние адаптивной системы растений с интенсивностью воздействия внешней среды во многом определяется гомеостатичностью физиологических процессов, чувствительностью системы и состоянием репарагенной системы, поддерживаемых на организменном и клеточном уровнях [8] (рис. 1).

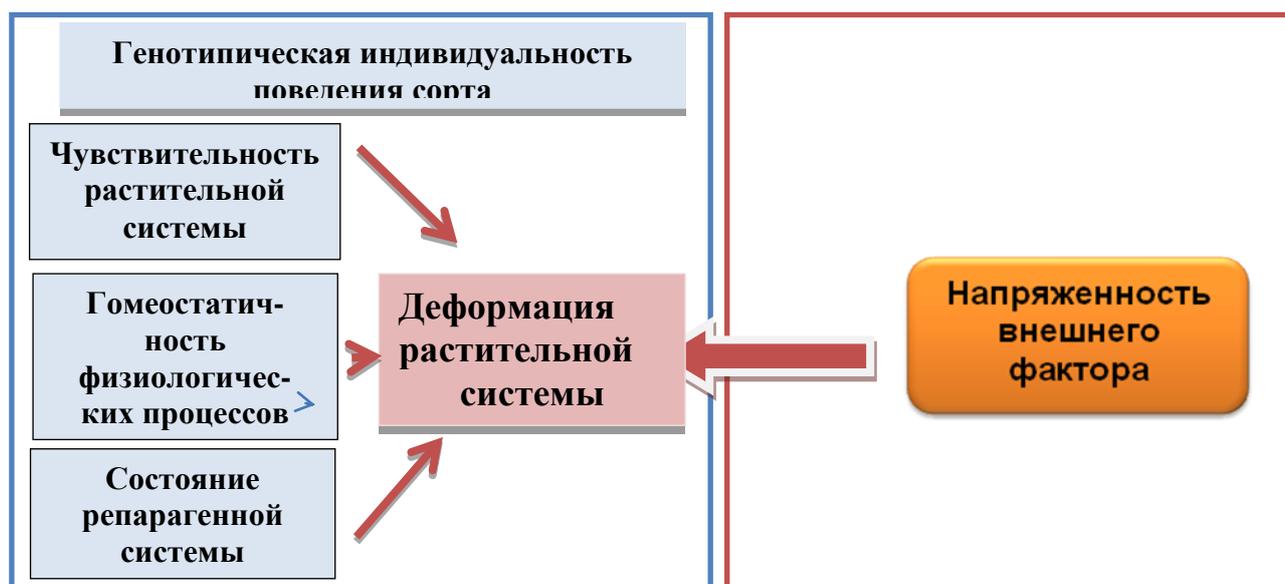


Рис. 1. Кинетическое равновесие растительной системы при её ответе на интенсивность внешнего воздействия

В ответе на внешнее воздействие у растений отмечают несколько стационарных состояний (толерантная, адаптации и отказа от функции). Переход растений из одного функционального состояния в другое определяется **степенью деформации растительной системы**, вызванной **напряженностью** внешнего фактора [8]. Важно также принимать, что на внешнее воздействие переход растительной системы на другой уровень носит нелинейный характер, который также генетически обусловлен и требует всестороннего изучения [7] (рис. 4). Пока растительная система отвечает на внешнее воздействие – она жизнеспособна и выполняет ту функцию, на которую ориентирован процесс роста и развития растений в конкретный период вегетации. В момент же, когда интенсивность внешнего воздействия по своей дозе превышает уровень гомеостаза, протекающих физиологических процессов, растение испытывает стресс и все свои внутренние ресурсы реализует, чтобы привести их в соответствие с внешним воздействием (период адаптации). Если же при усиливающейся интенсивности внешнего воздействия этого не происходит, то организм отказывается от выполнения функций, вплоть до гибели.

Современные подходы информационной биологии в селекции позволяют расширить возможности выявления индивидуальных особенностей сортов и перейти к количественной характеристике взаимодействия растений с внешней средой. Можно согласиться, что математические модели не совсем полно могут передать поведение сложных биологических систем, но они помогают анализу их динамических свойств и исследований путей

перезимовки от интенсивности ВВВ. Поскольку этот показатель определяет основу поведения сорта во время зимовки, то его характеризовали, как «плотность» модели сорта [10]. Анализ сортов-дифференциаторов позволил выделить как минимум три группы сортов, которые характеризуются различным уровнем данного показателя модели – низкой (Саратовская 8, Гостианум 237, Мироновская 808 и Донская безостая), средней (Саратовская 11 и Саратовская 90) и высокой (Лютесценс 230). Это подтверждают результаты перезимовки сортов при многолетнем их испытании, ранжирование которых происходит четко в жестких условиях (1985, 1995, 2003 гг.). В годы с мягкими зимами ранги сортов могут меняться, о чем свидетельствует регрессионный анализ перезимовки (рис. 3).

Таблица 1

Показатели модели зимостойкости у сортов – дифференциаторов

Сорт	Элементы модели зимостойкости сорта						
	Плотность	Реакция сорта на ВВВ					
		1	2	3	4	5	6
Гостианум 237	4,01	0,48	4,85	5,97	4,64	8,18	5,02
Лютесценс 230	4,31	2,84	3,21	8,68	4,71	5,34	7,45
Мироновская 808	4,00	6,07	4,71	7,10	1,68	6,95	5,05
Саратовская 8	3,96	3,89	4,40	7,50	3,87	6,97	5,75
Саратовская 11	4,15	5,89	5,54	6,26	1,54	6,99	4,46
Саратовская 90	4,14	6,49	4,01	8,43	2,58	6,82	5,55
Лютесценс 54-81	4,06	4,53	4,59	7,68	3,19	7,52	6,82
Лютесценс 54-83	4,01	7,32	3,59	9,31	1,51	6,82	5,51
Донская безостая	4,04	7,24	4,94	8,91	3,12	6,90	5,96
Среднее:	4,07	4,97	4,43	7,76	2,98	6,94	5,73
НСР	0,1	1,44	0,40	0,72	0,80	0,52	0,58

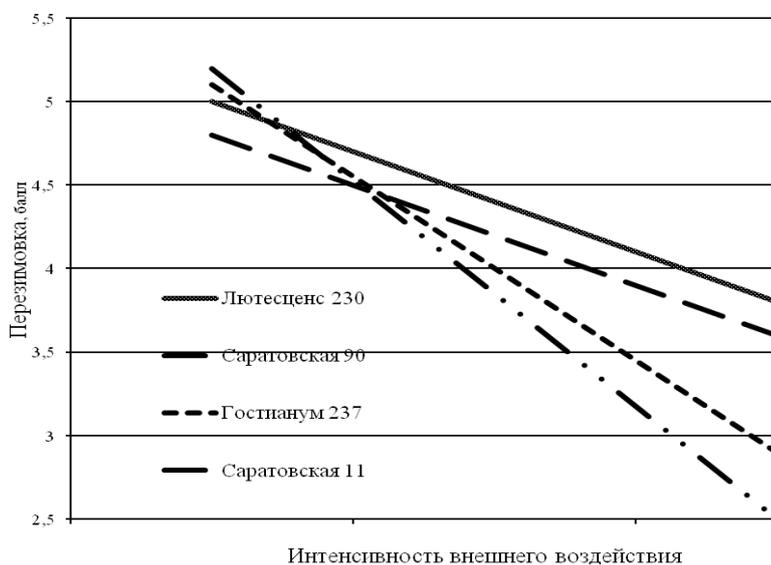


Рис. 3. Регрессия перезимовки сортов озимой пшеницы от нарастающей интенсивности температурного воздействия (КСИ, 1983-2006 гг.)

Интенсивность внешнего воздействия среды. По результатам исследований констатировали, что изменения внутреннего состояния у растений, связанных с адаптацией во время зимовки, сопряжены с изменениями в структуре внешнего воздействия. В связи с этим очень важным моментом стала количественная оценка интенсивности внешнего воздействия в конкретный период зимовки. По величине коэффициента корреляции было

предложено судить об интенсивности или же присутствии того или иного вектора внешнего воздействия в структуре воздействия на конкретный момент зимовки – так, к примеру, 10 октября высокую значимость в структуре воздействия имел ВВВ-6 (период воздействия), 9 ноября – на ВВВ-5 (продолжительность воздействия) и т.д. (табл. 2). По мере приближения величины коэффициента корреляции к 1,0 – интенсивность данного ВВВ в структуре воздействия приближается к нормализованному единичному вектору и/или же к его среднесезонным показателям того временного периода, который используется для анализа.

Таблица 2

Сопряженность (R) адаптивного комплекса растений с их реакцией на векторы внешнего температурного воздействия

Дата оценки	Вектор внешнего воздействия					
	1	2	3	4	5	6
10 октября	0,58	0,39	0,67	0,36	0,59	0,76*
9 ноября	0,63	0,57	0,57	0,34	0,81*	0,30
22 ноября	0,87*	0,49	0,44	0,80*	0,46	0,60
22 декабря	0,51	0,72*	0,68	0,64	0,51	0,93*
17 января	0,52	0,63	0,72*	0,69*	0,73*	0,85*
29 января	0,93*	0,52	0,63	0,83*	0,89*	0,75*
9 марта	0,64	0,42	0,70*	0,59	0,32	0,78*
24 марта	0,89*	0,28	0,80*	0,47	0,43	0,50
2 апреля	0,57	0,57	0,78*	0,27	0,37	0,47

*) – значимо на 5%-ом уровне

Мониторинг условий Саратова позволил определить частоту проявления того или иного вектора в структуре внешнего температурного воздействия, оказывающего наибольшее влияние на перезимовку.

Мощность воздействия (ВВВ-1). Влияние данного вектора на перезимовку особенно сильно сказывается в суровых условиях зим при небольшом снеговом покрове, когда почти вся доза отрицательных температур воздуха доходит до растений. Такие условия показательны в начале зимовки растений и были типичны в начале и середине прошедшего столетия, что проявилось при выведении таких сортов НИИСХ Юго-Востока как Гостианум 237 (1914), Лютесценс 329 (1914), Лютесценс 230 (1939). В последний период (1960-2010 гг.) в связи с общим потеплением зимнего периода (средняя температура зимы повысилась на 38%, а количество осадков – на 43%) влияние данного вектора на перезимовку незначительно и отмечалось всего лишь в 5% случаев. К наиболее типичным зимам с высоким значением данного вектора следует отнести 1967, 1969, 1985 и 2003 гг.

Доза и периодичность внешнего температурного воздействия (ВВВ 2, ВВВ 3). Их влияние в период с 1980 по 2010 гг. значительно усилилось (более чем в 60% случаев). На фоне часто чередующихся во время зимовки потеплений и возврата морозов в ранневесенний период для лучшей перезимовки необходимы сорта, которые обладали бы «слабой» реакцией на данные векторы. К сожалению, у подавляющего числа сортов такого соотношения не отмечалось [8, 10]. При оценке экспериментального материала только среди изученных образцов IV набора по адаптивности и другим полигенным системам, была выделена линия Л 3415-126, которая характеризовалась оптимальным сочетанием (4,22 – по ВВВ 2 и 5,04 – по ВВВ 3).

Продолжительность воздействия (ВВВ 5). За последние 25 лет в условиях Саратова данный вектор оказывал определяющее значение на перезимовку растений в 20% случаев. Надо отметить, что именно в этот период на фоне частых относительно «слабых» эффективных доз (ВВВ 2) отмечается устойчивый вклад данного вектора в формирование зимостойкости растений. Поэтому выделенные особенности сортов позволяют им лучше адаптироваться к более «коротким» по продолжительности волнам холода.

Деформация растительной системы. Для решения этой задачи, используя методы многомерной статистики, изучали состояние физиологических параметров растений в различные периоды вегетации и зимовки у постоянного набора сортов. В нашем опыте анализу подвергались физиологические показатели, способствующие перезимовке в Поволжье – концентрация клеточного сока в узлах кущения, сумма сахаров и их соотношение, содержание хлорофилла в листьях, содержание свободной воды, температура кристаллизации клеточного сока, величина проницаемости мембран растительных клеток электролитами и плотность электролитов в клеточном соке (Романова Л.Н., 1975; Прянишников А.И., Ласкин В.П., 1994; Прянишников А.И., 2006). Исследования методами многомерной статистики, в частности, методом главных компонент, позволили выделить 3 компонента адаптивного комплекса растений, описывающие дисперсию биологических показателей, вызванных сезонными колебаниями условий вегетации и зимовки. По факторным нагрузкам и абсолютным значениям компонент в различные периоды данные компоненты были интерпретированы как **гомеостаз, раздражение и сбалансированность** (табл. 3).

Таблица 3

Факторная структура компонент адаптивного комплекса растений

Показатель	Компонента адаптивного комплекса растений		
	Гомеостаз	Раздражение	Сбалансированность
Концентрация клеточного сока (КС)	-0,86	-0,32	0,25
Плотность электролитов в КС	0,80	0,00	0,48
Содержание общей воды в растениях	0,49	0,55	0,01
Температура кристаллизации КС	0,90	0,19	-0,01
Абсолютная величина экзосмоса электролитов	-0,74	0,59	-0,01
Относительная величина проницаемости мембран электролитами	-0,81	0,53	-0,03
Доля электролитов в КС	0,91	0,24	-0,10
Доля дисперсии, приходящая на компоненту, %	66,7	19,0	6,8

Примечание. Критическое значение коэффициента корреляции 0,27

Так компонента, интерпретируемая как **«гомеостаз адаптивного комплекса растений»**, определялась основной частью дисперсии динамики биологических показателей – от 57 до 74% в зависимости от года исследований. Данная компонента имела отрицательные факторные нагрузки характеристик, описывающих степень повреждения мембран, и положительные – показателей, дающих информацию об активности физиологических процессов в клетке (температура кристаллизации клеточного сока, плотность электролитов и их доля в концентрации сока) (табл. 3). Наибольшие её значения у озимой пшеницы отмечались осенью, в период активной вегетации, наименьшие – зимой, когда наблюдались минимальные температуры почвы на уровне узла кущения, в конце зимовки значения этой компоненты несколько возрастали (рис. 4). На долю второй по значимости компоненты, интерпретируемой как **«раздражение адаптивного комплекса растений»**, в разные годы приходилось от 11 до 28% дисперсии величин физиологических параметров. Эта компонента характеризовалась высокими факторными нагрузками показателей, определяющих степень проницаемости мембран клеток электролитами, что многие ученые связывают с уровнем повреждения мембран (Барашкова Э.А., Алексеева Е.Н. и др., 1983, 1988; Федулов Ю.П., 1994). Максимальные значения данной компоненты отмечались в период сильных морозов, абсолютных минимальных температур почвы на уровне узла кущения, а также в период сильных изменений условий во время зимовки. В процессе адаптации растений к зимним условиям значение данной компоненты стремится

восстановить исходные с осени величины, однако при выходе из зимовки отмечается резкое повышение значимости, что определялось возвратом морозов при отсутствии снежного покрова. **Сбалансированность адаптивного комплекса растений.** Данная компонента характеризовала степень ответа растений на интенсивность внешнего воздействия, о чем свидетельствуют высокие веса плотности электролитов в клеточном соке узлов кущения растений. Активность физиологических процессов, протекающих в растениях, показывает насколько их скорость соответствует внутреннему ответу на напряженность внешнего температурного воздействия. Наивысшие значения данной компоненты отмечались в период активной вегетации растений, наименьшие – зимой. В процессе зимовки растения стремятся восстановить состояние данной компоненты, однако к выходу их из-под снега ее значения, как и предшествующей компоненты, понижаются.

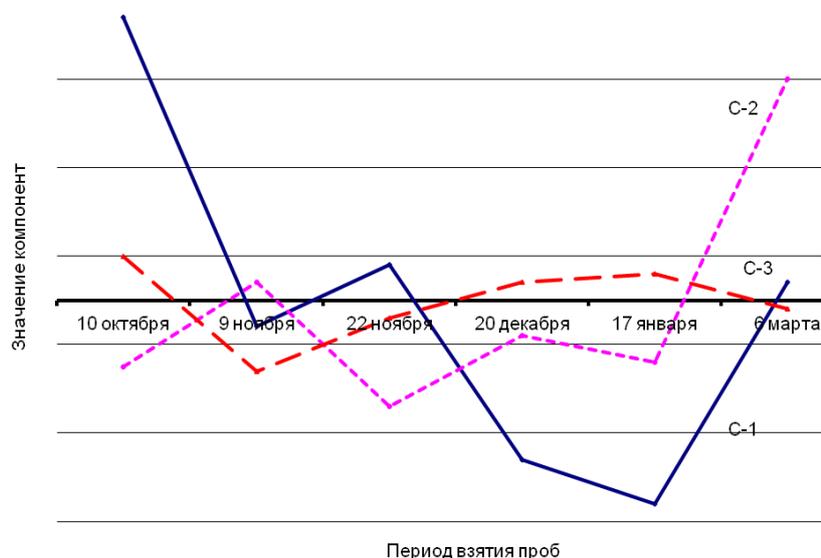


Рис. 4. Динамика компонент адаптивного комплекса озимой пшеницы в 1994-1995 гг.
 C-1 – «гомеостаз» адаптивного комплекса растений, C-2 – «раздражение»,
 C-3 – «сбалансированность»

Поддержание кинетического равновесия на воздействие среды со стороны растений, выраженное внутренним состоянием физиологических параметров и ответными реакциями адаптивного комплекса – сортоспецифично. Об этом свидетельствует анализ сортовых различий по величине компонент у сортов из разных экологических зон. Сортам саратовской селекции свойственны высокие показатели гомеостаза, в то время как сортам украинской селекции – сбалансированность адаптивного комплекса, что связано с климатическими особенностями, которые характеризуют осенне-зимний период данных регионов. Регрессионный анализ влияния на перезимовку, выявленных у растений особенностей, и жесткости условий в период с 1983 по 2006 гг. подтвердил природу индивидуальных особенностей сортов по характеру их зимостойкости. Основным выводом данной части исследований становится заключение о том, что уровень деформации в поведении каждого сорта также индивидуален и требует поиска алгоритмов такой оценки, позволяющей определять специфичность данного показателя для каждого сорта во время зимовки. В значительной степени этому должны способствовать соответствие состояния компонент адаптивного комплекса элементам модели зимостойкости сорта.

Скрининг селекционного материала по характеру зимостойкости

Важным моментом оценки на зимостойкость стала возможность прогнозирования характера ее формирования у вновь изучаемого экспериментального материала. Для этого через сопряженность компонент адаптивного комплекса у образцов-дифференциаторов с их реакцией на ВВВ и использованием регрессионного анализа, ведется поиск уравнения,

которое наиболее корректно описывало бы данную взаимосвязь. На основе полученного уравнения регрессии по значениям каждой компоненты адаптивного комплекса растений рассчитывались величины реакции на ВВВ для второй части сортов. В последующем результаты моделирования реакции образцов на ВВВ по каждой компоненте адаптивного комплекса растений объединяли для дисперсионного анализа с целью выявления достоверных отличий по сортам, что позволяло одновременно ранжировать образцы по их реакции на векторы внешнего температурного воздействия (Прянишников А.И., 2006).

Результаты данного этапа исследований позволили не только спрогнозировать параметры реакции на ВВВ сортообразцов экспериментального материала, но и на основе дисперсионного анализа скорректировать и принять шкалу параметров реакции сортов озимой пшеницы на ВВВ (табл. 4).

Таблица 4

Шкала степени реакции сортов на векторы внешнего температурного воздействия

Степень реакции	Величина реакции растений на ВВВ					
	1	2	3	4	5	6
Очень слабая	<0,50	<3,00	<5,50	<1,50	<5,00	<4,50
Слабая	0,51-2,00	3,01-3,50	5,51-6,25	1,51-2,30	5,01-5,60	4,51-5,10
Умеренная	2,01-3,50	3,51-4,00	6,26-7,00	2,31-3,10	5,61-6,20	5,11-5,70
Средняя	3,51-5,00	4,01-4,50	7,01-7,75	3,11-3,90	6,21-6,80	5,71-6,30
Значительная	5,01-6,50	4,51-5,00	7,76-8,50	3,91-4,70	6,81-7,40	6,31-6,90
Сильная	6,51-8,00	5,01-5,50	8,51-9,25	4,71-5,50	7,41-8,00	6,91-7,50
Очень сильная	8,00<	5,51<	9,26<	5,51<	8,01<	7,51<

Оценка по элементам модели зимостойкости позволила провести инвентаризацию экспериментального материала по характеру формирования зимостойкости. Типизация на основе кластерного анализа реакции сортообразцов на ВВВ позволила идентифицировать два основных типа формирования зимостойкости. Главное их отличие – реакции на дозу (ВВВ-2), периодичность (ВВВ-3) и продолжительность воздействия (ВВВ-5). Сорта, отнесенные к первому типу, характеризуются лучшими реакциями на дозу и продолжительность воздействия, а сорта второго типа – на периодичность. Ретроспективный анализ перезимовки за анализируемый период лет позволил выявить преимущество сортов и линий первого типа (Лютесценс 230, Саратовская 90) (рис. 6). Поэтому наиболее ценными для селекционной работы представляются те сортообразцы, которые схожи по характеру поведения с названными сортами-эталоном во время их перезимовки.

Таким образом, предложенная оценка модели поведения сортов во время их перезимовки позволила посредством системы образцов-дифференциаторов количественно описать характер их зимостойкости. Основываясь на результатах многолетних исследований, описанные подходы и алгоритмы оценки позволяют сконцентрировать значительный временной отрезок в конкретном моменте зимовки растений, оценить интенсивность воздействия внешней среды. Моделирование поведения сортообразцов дает возможность выявить особенности проявления адаптивных свойств в различные по сценариям погодных условий зим. Результаты ретроспективного анализа перезимовки и выявление частоты проявления того или иного «сценария» способствуют грамотному построению сортовой стратегии, отбору перспективных образцов, подбору пар для скрещивания.

Литература

1. Вавилов Н. И. Избранные труды. – М. –Л.: Наука, – 1965. – Т. 5.
2. Драгавцев В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений. СПб.: ВИР, – 2003. –18 с.
3. Чесноков Ю.В., Косолапов В.М. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса. – М.: ООО «Утрешская типография», – 2016. – 172 с.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, - 2001. – Т. 1. – 780 с.
5. Переверзев Б.Л. Подход к экспериментальному изучению функции генома клетки. – М., – 2010. – С. 88-91.
6. Мейстер Г.К. Критический очерк основных понятий генетики. – М.; Л.: Сельхозгиз, – 1934. – 204.

7. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. – М.: Изд-во МГУ, - 1993. – 144 с.
8. Прянишников А.И. Экологические основы адаптивной селекции озимой пшеницы на Юго-Востоке. – Саратов, – 2016. – 116 с.
9. Федулов Ю.П. Системный анализ морозоустойчивости озимых культур. Автореф. дис. ... доктора биол. наук. – СПб, – 1994. – 45 с.
10. Прянишников А.И. Методологические особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на урожайность и качество в Нижнем Поволжье. – Автореф. дис. доктора с.-х. наук. – Немчиновка, – 2006. – 48 с.

ALGORITHMS OF BREEDING PROGRAMS FOR ADAPTABILITY

A.I. Pryanishnikov, I.V. Savchenko*

FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

*FGBNU «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF MEDICINAL
AND AROMATIC PLANTS»

Abstract: *On the basis of multi-year studies on winter hardiness of winter wheat varieties proposed a model of the behavior of plants during their hibernation. The main principle of functioning of the model becomes the kinetic equilibrium of two dynamic systems: external environment and plants. It is shown that each of the studied systems is multicomponent in its structure. Algorithms of quantitative estimation of intensity of external influence and response to it of adaptive complex plant identification, as well as identifying varietal characteristics in breeding high adaptive properties were offered.*

Keywords: Adaptive selection, winter hardiness, theory of genetic organization of ground, winter wheat.

УДК 635.656:631.527:631.559

УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ ПО АРХИТЕКТОНИКЕ ЛИСТА ОБРАЗЦОВ ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВА

А.Н. ЗЕЛЕНОВ, доктор сельскохозяйственных наук

А.А. ЗЕЛЕНОВ, С.В. БОБКОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук

М.Е. КОНОНОВА, М.А. ТОЛКАЧЁВА, И.Л. ГУСАРОВА

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Сорта и линии трёх морфотипов гороха изучали при трёх нормах посева – 0,9; 1,2 и 1,5 млн. всхожих семян на гектар (м.в.с./га) Установлено, что в зависимости от сорта для усатого морфотипа оптимальной нормой посева являются 1,2 и 1,5 м.в.с./га. Для образцов морфотипа хамелеон – 1,2 м.в.с./га. Максимальный урожай рассечённолисточковых линий формируется в разреженном посеве – 0,9 м.в.с./га. Отмечено увеличение содержания сырого протеина в разреженном посеве у сортов Фараон и Спартак и его снижение у линии Рас-1098/8. Определяющим фактором величины сбора сырого протеина с гектара является урожайность семян.

Ключевые слова: горох, морфотип, нормы посева, урожайность, белок.

Одним из факторов реализации потенциальной урожайности сорта является оптимальная плотность посева. Первые исследования в этом направлении в России ещё в конце XIX века осуществил основоположник сельскохозяйственной науки И.А. Стебут, который, в частности, определил, что площадь питания одного растения возделываемых в то время сортов гороха должна составлять 128 см², или около 800 тысяч всхожих семян на гектар. Позднее в результате проведённых в разных регионах страны опытов со вновь созданными сортами было рекомендовано высевать на гектар 1,2 млн. всхожих семян [1]. В странах Центральной и Западной Европы горох выращивают с нормой посева 0,8-1,0 млн. всхожих семян на гектар (м.в.с./га) [2, 3].