

## Адаптивный потенциал сортов зернового гороха

Н.А. Коробова, к.с.-х.н., А.А. Козлов, к.с.-х.н.,  
Е.В. Пучкова, н.с., ФГБНУ Донской зональный НИИСХ

В задаче обеспечения продовольственной безопасности России значительная роль отведена развитию отечественной генетики, селекции и семеноводства [1]. Наличие арсенала сортов, отвечающих требованиям современного агропроизводства, является фундаментом для повышения эффективности растениеводческой отрасли, обеспечения населения продуктами питания, удовлетворения требований внешней торговли и в конечном счёте улучшения качества жизни населения. В стратегии отечественной сортовой политики наблюдается некоторая двойственность: с одной стороны — это создание сортов-космополитов с широким ареалом внедрения, с другой — набирающее популярность использование сортовых структур, предполагающее возделывание нескольких генетически разнообразных сортов в пределах не только региона, но даже и одного хозяйства [2, 3]. Интересно заметить, что в обоих случаях в ряду характеристик сортов существенная роль отведена их адаптивным свойствам, правильная и разносторонняя оценка которых позволяет максимально эффективно использовать позитивный эффект взаимодействия генотип — среда.

Горох посевной характеризуется значительным разнообразием морфологических форм. При этом происходит постоянное вовлечение в генофонд новых хозяйственноценных мутаций, детерминирующих усатый тип листа, неосыпаемость семян, детерминантный рост стебля и т.п. Однако этот процесс, по мнению Н.М. Вербицкого, требует внесения корректив в разработанные параметры модельных сортов [4]. Внесение генов, существенно модифицирующих морфотип растения, А.Н. Зеленов [5] называет «жёстким конструированием генома», поскольку оно вносит определённый дисбаланс в процессы фотосинтеза и карбоксилирования: изменяются донорно-акцепторные отношения между органами растений, снижается биоэнергетическая эффективность растения. А далее, по его же словам, требуется «тонкая наладка» созданного материала, состоящая в формировании комплекса генов, эффективно включающих новые источники. На этом этапе требуется усиленное и всестороннее изучение селекционных образцов по параметрам продуктивности и комплексу адаптивных характеристик. Значительную ценность для селекции представляют экологически устойчивые генотипы, способные обеспечить относительно высокую продуктивность в различных условиях [6, 7].

Исходя из обозначенных выше положений была поставлена **цель** настоящего **исследования** — оценить

адаптивный потенциал районированных сортов гороха зернового направления использования.

**Материал и методы исследования.** Экологическое сортоиспытание проводили в селекционном севообороте ФГБНУ «ДЗНИИСХ» в условиях Приазовской агроклиматической зоны Ростовской области в течение пяти лет. Изучали районированные сорта зернового гороха различного происхождения, которые высевали в двукратной повторности на делянках питомника с учётной площадью 15 м<sup>2</sup>. Применяли технологию возделывания, обработки почвы и систему защиты растений, соответствующие зональной системе земледелия. Статистическая обработка данных выполнена на персональном компьютере при помощи программ Excel из пакета Microsoft Office и BIOGEN 2.05.

Коэффициент экологической вариации  $CV_{\text{ecol}}$  представляет собой коэффициент вариации, характеризующий варьирование урожайности генотипа в условиях разных сред (лет). Фактор стабильности (stability factor) S.F., согласно методике, предложенной D. Lewis [8, 9], рассчитывали по формуле:

$$S.F. = \frac{\bar{x}H.E.}{\bar{x}L.E.}, \quad (1)$$

где  $\bar{x} H.E.$  — значение признака в высокопродуктивной среде (high-expression environment);

$\bar{x} L.E.$  — значение признака в низкопродуктивной среде (low-expression environment).

Гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность сортов (Sc) вычисляли по методике В.В. Хангильдина [10] по формулам:

$$Hom = \frac{\bar{x}^2}{\sigma}, \quad (2)$$

$$Sc = \bar{x} \frac{\bar{x}_{lim}}{\bar{x}_{opt}}. \quad (3)$$

где  $\bar{x}^2$  — среднее арифметическое урожайности за ряд лет;

$\bar{x}_{opt}$  и  $\bar{x}_{lim}$  — урожайность на оптимальном и лимитированном фоне соответственно;

$\sigma$  — среднее квадратическое отклонение.

**Результаты исследования.** Метеорологические условия, наблюдавшиеся в годы проведения исследования, существенно различались. Это оказало влияние на рост и развитие растений и в конечном счёте на среднесортную урожайность изучаемых сортов гороха (рис. 1). Как можно заметить, среднесортная урожайность в контрастных условиях может различаться почти в два раза. Исходя из этого для расчётов в качестве высокопродуктивной (оптимальной) среды взяты данные 2015 г., а в качестве низкопродуктивной (лимитированной) — 2013 г. Нами отмечено также, что в неблагоприятные годы возрастало варьирование в наборе сортов по



Рис. 1 – Среднесортная урожайность и её варьирование у сортов зернового гороха

урожайности, следовательно, изучаемый материал оказывался лучше дифференцированным.

Районированные сорта в значительной мере различались по урожайности зерна (табл.). Достоверную прибавку к сорту-стандарту Аксайский усатый 5 дали сорта Кадет, Альянс, Фараон, Стабил, Темп, Атаман, Фокор; уступали стандарту сорта Губернатор и Немчиновский 100.

В качестве одного из ключевых показателей, характеризующих адаптивные свойства генотипа, выступает величина варьирования их урожайности в условиях разных сред  $CV_{ecol}$ . Наибольшее варьирование отмечено у сортов Губернатор, Аксайский усатый 5, Ямал, Руслан, Агроинтел; наименьшее – у сортов Фараон, Вельвет, Дударь, Лавр и Готик. Нужно заметить, что  $CV_{ecol}$  – двойкий показатель. С одной стороны, широкое варьирование может свидетельствовать о высоких приспособительных возможностях генотипа, а с другой – о низкой устойчивости к стрессовым факторам. Подкрепляет это утверждение и установленная слабая отрицательная зависимость между  $CV_{ecol}$  и урожайностью сорта ( $r = -0,39; P < 0,05$ ).

Английский учёный D. Lewis предложил оценку приспособительных свойств генотипа вести на основе сопоставления величин его признаков в контрастных условиях. Исследователь отмечал, что максимальная фенотипическая устойчивость

Урожайность и параметры адаптивности сортов зернового гороха, 2011–2015 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га	$CV_{ecol}$ , %	S.F. по D. Lewis	Ном по В.В. Хангильдину	Sc по В.В. Хангильдину
Сармат	22,1	28,4	2,2	77,6	10,3
Аксайский усатый 5	21,3	37,4	2,5	56,9	8,6
Аксайский усатый 7	20,2	30,9	2,1	65,3	9,6
Аксайский усатый 10	21,0	30,6	2,2	68,5	9,4
Аксайский усатый 55	21,5	29,8	2,1	72,4	10,0
Фокор	23,7	29,4	2,1	80,7	11,1
Альянс	26,1	26,0	1,9	100,4	13,7
Атаман	24,0	28,0	2,1	85,8	11,6
Кадет	26,4	24,6	1,9	107,6	13,7
Лавр	19,7	23,5	1,6	83,6	12,5
Аргон	19,0	29,2	2,2	65,3	8,7
Старт	20,3	29,5	1,8	68,8	11,5
Батрак	20,6	30,2	2,0	68,3	10,4
Орлус	23,6	28,8	1,9	81,8	12,2
Орловчанин	22,4	28,2	2,4	79,4	9,5
Мультик	19,5	25,8	1,7	75,6	11,7
Орловчанин 2	19,7	25,1	2,1	78,6	9,2
Визир	22,9	28,3	2,3	80,9	10,0
Фараон	25,3	20,5	1,6	123,2	15,8
Спартак	23,0	28,3	2,1	81,3	11,0
Темп	24,2	27,6	2,3	87,6	10,7
Флагман 10	19,7	30,4	1,6	64,8	12,4
Дударь	20,5	23,1	2,0	88,5	10,4
Таловец 70	21,0	25,5	1,8	82,6	11,4
Немчиновский 100	18,6	29,0	1,8	64,1	10,6
Варис	19,1	27,1	1,6	70,4	11,9
Венец	20,2	27,3	1,9	74,0	10,6
Фаленский усатый	20,8	29,3	1,9	70,8	11,0
Губернатор	17,5	39,4	2,3	44,4	7,6
Ямальский	20,3	32,4	2,0	62,6	10,0
Ямал	21,3	33,6	1,9	63,4	11,5
Агроинтел	21,7	32,5	2,0	66,8	10,9
Кемчуг	21,7	24,9	2,0	87,2	10,6
Светозар	20,9	30,0	2,1	69,8	10,2
Яхонт	19,7	27,3	2,2	72,2	8,8
Руслан	19,6	32,7	2,6	59,9	7,7
Вельвет	22,8	22,5	1,7	101,6	13,7
Аудит	22,9	30,2	2,1	75,8	11,1
Стабил	24,3	26,8	2,1	90,7	11,7
Готик	22,9	23,8	1,7	96,1	13,1
HCP <sub>05</sub>	2,4				

достигается при  $S.F. = 1$ , тогда фенотип не зависит от окружающей среды. Чем больше отклонение от единицы, тем менее стабилен фенотип. Однако вынесенная нами на изучение урожайность – признак полигенный, количественный и в значительной степени подверженный взаимодействию генотип – среда. Поэтому вычисленные значения  $S.F.$  оказались отличны от единицы, находясь в интервале 1,58–2,56. Наибольшие абсолютные значения  $S.F.$ , а следовательно, и низкая фенотипическая устойчивость присущи сортам Руслан, Аксайский усатый 5, Орловчанин, Губернатор, Визир. Наиболее приближенные к единице значения  $S.F.$  отмечены у сортов Лавр, Флагман 10, Фараон, Варис, Вельвет. Фактор  $S.F.$  единственный, среди вынесенных на рассмотрение в данной работе, продемонстрировал полное отсутствие корреляционной связи с урожайностью ( $r = -0,01$ ), ввиду чего для комплексной оценки сорта его нужно рассматривать не изолированно, а дополнять информацией об урожайности.

Гомеостатичность (Ном), предложенная отечественным учёным В.В. Хангильдиным, как видно из формулы её расчёта, прямо пропорциональна продуктивности сорта и обратно – её разбросу в разных средах. Наиболее высокая гомеостатичность, согласно данной методике, наблюдается у сортов Фараон, Кадет, Вельвет, Альянс и Готик. Наименее гомеостатичны сорта Губернатор, Аксайский усатый 5, Руслан, Ямальский, Ямал. Показатель Ном в ряду других рассмотренных в данной работе наиболее тесно коррелирует с урожайностью ( $r = 0,78$ ;  $P < 0,05$ ).

Оценка селекционной ценности генотипа  $Sc$ , предложенная В.В. Хангильдиным, подобно фактору стабильности  $S.F.$ , также основывается на сопоставлении его продуктивности в лимитированной и оптимальной средах. Поскольку в этот показатель введена ещё и усреднённая урожайность для всех сред, возникает корреляционная зависимость между  $Sc$  и средней урожайностью ( $r = 0,61$ ;  $P < 0,05$ ). Сортами-лидерами по параметру  $Sc$  оказались Фараон, Вельвет, Кадет, Альянс и Готик.

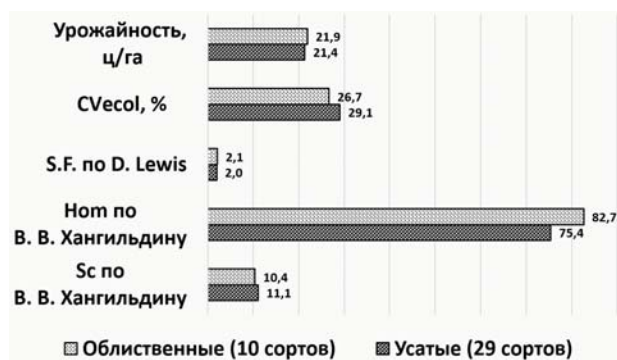


Рис. 2 – Урожайность и адаптационные свойства облиственных и усатых сортов гороха

Наиболее низкие значения у сортов Губернатор, Руслан, Аксайский усатый 5, Аргон и Яхонт.

Несомненный интерес для производства и как исходные формы для селекции представляют сорта, эффективно сочетающие все рассмотренные выше показатели, а именно: высокие значения урожайности, гомеостатичности, селекционной ценности и низкие – экологического варьирования и фактора стабильности. В числе таких сортов можно назвать Альянс, Кадет, Фараон, Вельвет и Готик.

Горох – культура, характеризующаяся разнообразием морфологических форм. Формирование оптимальной морфобиологической модели сорта по-прежнему является нерешённой задачей, а предпочтение того или иного морфотипа – нерешённым вопросом. При этом может оказаться полезной увязка адаптивных свойств с морфотипическими. Изученный набор сортов со всеми рассмотренными характеристиками был дифференцирован в зависимости от строения листа и осыпаемости семян. Как оказалось, облиственным сортам, по сравнению с усатыми присущи более высокие значения урожайности, фактора стабильности, гомеостатичности и меньшие – экологического варьирования и селекционной ценности (рис. 2). Сортам с осыпающимися семенами в сравнении с неосыпающимися свойственны более высокая урожайность, гомеостатичность, селекционная ценность, а также меньшее значение экологического варьирования и фактора стабильности (рис. 3).

**Выводы.** Метеорологические условия разных лет оказывают существенное влияние на формирование урожая зерна гороха. Это обстоятельство побуждает селекционеров уделять внимание адаптивному потенциалу имеющихся и вновь создаваемых сортов. Оценка адаптивных свойств сортов позволила выявить различия между ними. Примечательно, что при использовании различных методик полярные значения занимают разные сорта. Это указывает на необходимость проработки материала одновременно разными методами. Корреляционная связь между урожайностью и рассмотренными параметрами адаптивности варьировала от полного

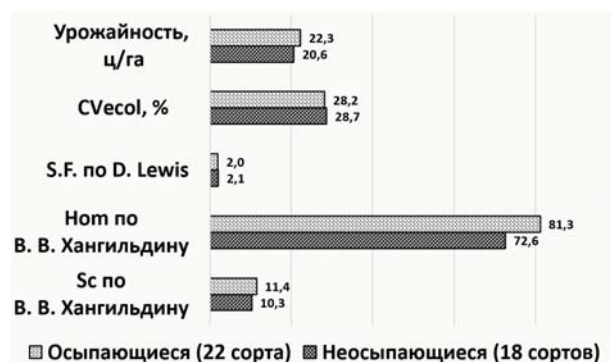


Рис. 3 – Урожайность и адаптационные свойства сортов гороха с осыпающимися и неосыпающимися семенами

отсутствия до довольно тесной зависимости. В числе сортов, показавших высокие положительные значения всех рассмотренных показателей, оказались Альянс, Кадет, Фараон, Вельвет и Готик.

### Литература

1. Зволинский В.П., Тютюма Н.В. Главная задача – устойчивое и стабильное продовольственное обеспечение // Вестник Прикаспия. 2016. № 1 (12). С. 4–6.
2. Косолапов В.М., Костенко С.И. Селекция кормовых культур и продовольственная безопасность России: проблемы и пути решения // Кормопроизводство. 2012. № 10. С. 24–26.
3. Кудряшов И.Н., Беспалова Л.А., Пономарев Д.А. Актуальность сортовых структур при производстве озимой пшеницы в современных условиях // АГРОСНАБФОРУМ. 2016. № 7 (147). С. 70–72.
4. Вербицкий Н.М., Осокина Е.И. Селекция гороха на Дону // Генетика и селекция растений на Дону. Вып. 3. Ростов-на-Дону: Изд-во «АКРА», 2003. С. 178–213.
5. Зеленев А.Н. Основные положения концепции ароморфозного направления в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 2 (14). С. 12–20.
6. Гончаренко А.А. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, С.А. Ермаков, Т.В. Семенова, В.Н. Точилин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 1–2. С. 3–9.
7. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.
8. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. 1954. V. 8. P. 333–356.
9. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3. С. 31–37.
10. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. 1981. Вып. 1 (39). С. 8–14.