

УДК 633:635.654:631.52(470.341)

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Пономарева С.В.

Нижегородский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Нижний Новгород, e-mail: nnovniish@rambler.ru

В статье приведены результаты исследования конкурсного сортоиспытания сортообразцов полевого и зернового гороха. Основной целью работы является создание адаптивных к местным почвенно-климатическим условиям сортов гороха, обеспечивающих стабильное получение высоких урожаев в условиях Нижегородской области. Математическую обработку данных проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко. Рассчитаны коэффициент линейной регрессии (b_j), характеризующий экологическую пластичность, среднее отклонение от линии регрессии (S_j^2), определяющее стабильность сорта. Также определены стрессоустойчивость и генетическая гибкость сорта в конкретных условиях произрастания. Метеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер, что позволило дать всестороннюю оценку изучаемым сортам. Индекс условий среды (I_j) по годам у пелюшек изменялся от $-0,54$ до $+0,37$, в зерновых от $-0,87$ до $+0,62$. Среди изучаемых сортообразцов гороха наибольшей реакцией на улучшение агроклиматических условий выращивания и высокой стабильностью обладали сортообразцы интенсивного типа среди пелюшек: Е-661, Светоч, Красивый ($b_j = 1,25-1,20$; $S_j^2 = 0,8-0,03$), среди зерновых Эсо ($b_j = 1,45$; $S_j^2 = 0$). Были установлены сорта с высокой устойчивостью к стрессу и генетической гибкостью среди полевого гороха Красивый, Светоч (1,90; 2,32), зернового – Готик, Ангела и Стабил (1,85–1,86). Следует отметить, что новые сорта Красивый и Светоч, полученные в ходе совместной селекционной работы Нижегородским НИИСХ и Фаленской селекционной станцией, подтвердили свою адаптивность к местным условиям возделывания.

Ключевые слова: горох, пелюшка, зерновой, индекс условий среды, коэффициент регрессии, экологическая стабильность, экологическая пластичность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость

ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY, ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF PEAS GENOTYPES IN THE CONDITIONS OF NIZHNY NOVGOROD REGION

Ponomareva S.V.

Nizhny Novgorod Research Agricultural Institute – Branch of the FARC North-East, Nizhny Novgorod, e-mail: nnovniish@rambler.ru

The article presents the results of the study of competitive variety testing of genotypes of sowing peas and grain peas. The main purpose of the research is to create adaptive to local soil and climatic conditions pea varieties that provide stable high yields in the Nizhny Novgorod region. Mathematical processing of data was performed by the method of S.A. Eberhart, W.A. Russell in the presentation of V.Z. Pakudina. Varieties resistance to stress and the average yield in contrasting environments determined by the equation of A.A. Rossille, J. Hamblin in the presentation A.A. Goncharenko. The linear regression coefficient (b_j) characterizing ecological plasticity, the average deviation from the regression line (S_j^2) determining the stability of the variety are calculated. Stress resistance and genetic flexibility of the variety in specific growing conditions are also determined. Meteorological conditions in the years of research were diverse, which allowed to give a comprehensive evaluation of the studied varieties. Index of environmental conditions (I_j) by year for sowing beans changed from $-0,54$ to $+0,37$, for grain peas – from $-0,87$ to $+0,62$. Among the studied genotypes of peas the greatest reaction to the improvement of agroclimatic conditions of cultivation and high stability possessed genotypes of intensive type among sowing peas: E-661, Svetoch, Krasivy ($b_j = 1,25-1,20$; $S_j^2 = 0,8-0,03$), among grain peas – Eso ($b_j = 1,45$; $S_j^2 = 0$). Varieties with high resistance to stress and genetic flexibility were established among the sowing peas Krasivy, Svetoch (1,90; 2,32), grain peas Gothic, Angela and Stabil (1,85-1,86). It should be noted that the new varieties of peas Krasivy and Svetoch, received in the course of joint breeding work of Nizhny Novgorod Research Institute and Falenskoe breeding station, confirmed their adaptability to local conditions of cultivation.

Keywords: peas, sowing peas, grain, index of environmental conditions, regression coefficient, ecological stability, ecological plasticity, stress resistance, genetic flexibility

Сортовой потенциал сельскохозяйственных культур является одним из главных факторов эффективного функционирования отрасли растениеводства. Развитие отечественной селекции в современных условиях является одной из главных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом [1, с. 3]. Важное продовольственное и кормо-

вое значение имеют зернобобовые культуры, одинаково необходимые в любых природно-экономических условиях. Из них наибольшее распространение получил горох. Ценность этой культуры определяется не только высоким содержанием белка в семенах и зеленой массе, но и высокой сбалансированностью аминокислотного состава [2, с. 21–22].

Современные сорта гороха имеют достаточно высокий потенциал продуктивности, реализация которого сдерживается из-за чувствительности к неблагоприятным факторам среды. Поэтому дальнейшее селекционное улучшение культивируемых сортов гороха приобретает стратегически важное значение [3, с. 23].

В свете современных тенденций селекционной работы существенная роль при создании новых генотипов гороха должна отводиться оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта, что дает представление об его отзывчивости на улучшение или ухудшение условий возделывания. При этом под экологической пластичностью понимают среднюю реакцию сорта на изменение условий среды, а под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии среды от этой средней реакции. При оценке сортов акцент целесообразно сделать на стабильности урожая при среднем его уровне с учетом реальных производственных условий [4, с. 109–111; 5, с. 42–43].

Цель исследования: изучить различные сорта гороха на экологическую пластичность и стабильность и выявить наиболее адаптивные к условиям возделывания в Нижегородской области.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2016–2018 гг. на опытном поле Нижегородского НИИСХ в конкурсном сортоиспытании сортообразцов гороха. В питомнике изучали 7 сортообразцов полевого гороха и 7 сортов зернового отечественной и зарубежной селекции (табл. 1).

Фенологические наблюдения, посев, уборка, учеты осуществлялись по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова с использованием компьютерной программы «Microsoft Office Excel 2007».

Показатели экологической стабильности и пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина [4]. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению A.A. Ros-sille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко [6].

Предшественники – озимые зерновые, крупяные культуры. Почвы средней степени окультуренно-

сти светло-серые лесные. Посев проводили сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянок составила 10 м², расположение рендомизированное, в четырехкратной повторности. За стандарт для семян белоцветкового гороха был принят сорт Красноуфимский –93; для окрашенноцветкового гороха – Рябчик. Данные погодных условий исследуемого периода расчета взяты с сайта и из бюллетеней метеостанции Ройка.

Результаты исследования и их обсуждение

В годы исследований сложились неодинаковые условия для развития растений гороха (табл. 2). Следует отметить, что наиболее благоприятные условия для произрастания сортов и линий гороха складываются при положительном значении индекса среды и менее благоприятные – при отрицательном [4, с. 111]. На основе проведенного анализа индексов среды необходимо констатировать, что лучшие условия для формирования урожая гороха, независимо от разновидности культуры, сложились в 2016 и 2017 гг. I_y у окрашенноцветковых сортов, составил 0,37; 0,19, у белоцветковых – 0,62; 0,26. Худшим стал 2018 г. – индекс условий среды отрицательный (–0,54 и –0,87 соответственно).

Показатели экологической пластичности и стабильности урожайности в первую очередь позволяют судить об адаптивности сортов к конкретным условиям года и места выращивания. Пластичность сортов оценивается по коэффициенту регрессии (b_i), а стабильность – по вариансе стабильности признака (S_i^2).

В том случае если коэффициент регрессии значительно выше единицы, то сорта необходимо относить к интенсивному типу, которые характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания, а в неблагоприятные по погодным условиям годы резко снижают урожайность. При коэффициенте регрессии, равном или близком к единице (высокая экологическая пластичность), принято считать, что сорт не отзывчив на изменение среды. К нейтральному типу (с низкой экологической пластичностью) относят сорта с коэффициентом регрессии меньше единицы [4, с. 110].

Таблица 1

Происхождение сортообразцов

Сортообразец	Происхождение
Рябчик, Северянин, Фаленский усагый	Фаленская селекционная станция
Красивый, Светоч, Е-631, Е-661, 717/03, Новатор	Нижегородский НИИСХ, Фаленская селекционная станция
Красноуфимский-93	Красноуфимская селекционная станция
Стабил, Ангела, Готик, Эсо	Австрия

Таблица 2

Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов образцов гороха за 2016–2018 гг.

Сортообразец	Урожайность семян, т/га			$\sum X_i$	X_i	b_i	S_i^2
	2016 г.	2017 г.	2018 г.				
<i>окрашенноцветковые (пелюшки)</i>							
Рябчик ст.	2,40	1,78	1,28	5,46	1,82	1,15	0,11
Красивый	2,47	1,96	1,32	5,75	1,92	1,20	0,05
Светоч	2,65	2,89	1,75	7,29	2,43	1,23	0,08
Е-631	2,25	1,92	1,25	5,42	1,81	1,11	0,01
Е-661	2,05	2,08	1,05	5,18	1,73	1,25	0,03
717/03	2,05	2,40	1,28	5,73	1,91	0,94	0,51
Новатор	1,78	1,44	1,38	4,60	1,53	0,40	0,05
$\sum X_i$	15,65	14,43	9,31	$\sum_i \sum_j X_{ij} = 39,39$			
X_j	2,24	2,06	1,33				
I_j	0,37	0,19	-0,54				
<i>белоцветковые (зерновые)</i>							
Красноуфимский 93 ст.	2,42	1,97	1,00	5,39	1,80	0,94	0,01
Стабил	2,62	2,37	1,10	6,09	2,03	1,05	0,01
Ангела	2,58	2,28	1,13	5,99	2,00	0,0	1,18
Готик	2,65	1,99	1,05	5,69	1,90	1,03	0,04
Эсо	2,75	2,21	0,60	5,56	1,85	1,45	0,0
Фаленский усатый	1,75	2,01	0,83	4,59	1,53	0,72	0,13
Северянин	2,03	1,46	0,65	4,14	1,38	0,90	0,03
$\sum X_i$	16,8	14,29	6,36	$\sum_i \sum_j X_{ij} = 37,45$			
X_j	2,40	2,04	0,91				
I_j	0,62	0,26	-0,87				

Анализируя данные, представленные в табл. 2, можно констатировать, что лучшей реакцией на изменение агроклиматических условий возделывания обладали сортообразцы интенсивного типа среди пелюшек: Е-661, Светоч, Красивый, Рябчик, Е-631 ($b_j = 1,25-1,11$), среди зерновых Эсо ($b_i = 1,45$).

У полевого сорта гороха Новатор отмечены самые низкие показатели пластичности ($b_i = 0,40$), и посевного – Фаленский усатый ($b_i = 0,72$). К нейтральным сортам, слабо реагирующим на изменение среды подходит зерновой сорт Ангела с коэффициентом регрессии равным 0. В остальных случаях показатель нормы реакции (b_i) был близок к единице, что указывает на прямую зависимость урожайности от погодных условий.

Отклонение фактических урожаев от теоретических, рассчитанных на основе средней урожайности и индекса среды, показывает мера стабильности сорта (S_i^2). Стабильность сорта тем выше, чем меньше отклонение [4, с. 110]. Самый низкий показатель S_i^2 среди сортообразцов по-

левого гороха Е-631, Е-661, Красивый, Новатор, Светоч (0,01–0,08). Среди зерновых сортов по этому показателю выделились Эсо, Красноуфимский 93, Стабил, Северянин и Готик (0,0–0,04). Самое высокое отклонение показали нестабильные окрашенноцветковые сорта Рябчик и 717/03 (0,11; 0,51), а также белоцветковые Фаленский усатый и Ангела (1,13; 1,18). О большей стабильности сорта свидетельствует уменьшение дисперсии стабильности признака S_i^2 , что является не признаком его интенсивности, а фактором лучшей приспособленности сорта к ухудшению условий произрастания. Следует отметить, рост пластичности сорта может способствовать снижению его стабильности (табл. 2).

Совокупность свойств, определяющих его пригодность для возделывания в определенной местности, является отличительной особенностью любого сорта. Потому не существует сортов, которые могли бы с одинаковым успехом выращиваться во всех природных зонах и экологических условиях [7, с. 81].

Таблица 3

Стрессоустойчивость, генетическая гибкость сортообразцов гороха за 2016–2018 гг.

Сортообразец	Урожайность, т/га		σ	$Y_2 - Y_1$	$(Y_2 + Y_1) / 2$
	max (Y_1)	min (Y_2)			
<i>окрашенноцветковые (пелюшки)</i>					
Рябчик – ст.	2,40	1,28	0,56	-1,12	1,84
Красивый	2,47	1,32	0,57	-1,15	1,90
Светоч	2,89	1,75	0,61	-1,14	2,32
Е-631	2,25	1,25	0,51	-1,00	1,75
Е-661	2,08	1,05	0,59	-1,03	1,56
717/03	2,40	1,28	0,57	-1,12	1,84
Новатор	1,78	1,38	0,22	-0,40	1,58
<i>белоцветковые (зерновые)</i>					
Красноуфимский 93 – ст.	2,42	1,00	0,73	-1,42	1,71
Стабил	2,62	1,10	0,82	-1,52	1,86
Ангела	2,58	1,13	0,77	-1,45	1,85
Готик	2,65	1,05	0,80	-1,60	1,85
Эсо	2,75	0,60	1,20	-2,15	1,67
Фаленский усатый	2,01	0,83	0,62	-1,18	1,42
Северянин	2,03	0,65	0,69	-1,38	1,34

В условиях Нижегородской области – зоны «рискованного земледелия» – важно подобрать стрессоустойчивые сорта гороха. Этот параметр определяется разностью $Y_2 - Y_1$ и показывает уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания, имеет отрицательный знак. Следует отметить, что стрессоустойчивость сорта тем выше и тем шире диапазон его приспособительных возможностей, чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностями. На основании проведенных исследований было установлено, что наибольшей стрессоустойчивостью по опыту обладали пелюшки, показатель от -0,40 до -1,15. У зерновых сортов значение параметра варьирует от -1,18 до -2,15 (табл. 3).

Генетическую гибкость сорта характеризует величина $(Y_2 + Y_1) / 2$, которая отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях. Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды.

Нашими исследованиями были установлены сорта с высокой генетической гибкостью среди полевого гороха Красивый, Светоч (1,90; 2,32), зернового Готик,

Ангела и Стабил (1,85–1,86) (табл. 3). Следует отметить, что новые сорта Красивый и Светоч, полученные в ходе совместной селекционной работы Нижегородским НИИСХ и Фаленской селекционной станцией, подтвердили свою адаптивность к местным условиям возделывания.

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что индивидуальная реакция сортов на условия окружающей среды различна. Виды и сорта гороха должны обладать климатической и экологической приспособленностью, устойчивостью к комплексу абиотического и биотического стресса в определенных природных зонах.

Опытом определено, что сорта полевого гороха обладают высокой устойчивостью к стрессу в отличие от зерновых.

Новые сорта пелюшек Красивый и Светоч, созданные селекционерами Нижегородского НИИСХ и Фаленской селекционной станции, подтвердили свою высокую адаптивность к условиям Нижегородской области.

Выделен наиболее ценный селекционный материал Е-631 с высокой пластичностью и экологической стабильностью для дальнейшего испытания.

Список литературы

1. Чекмарев П.А. Стратегия развития селекции и семеноводства в России // Земледелие. 2011. № 6. С. 3–5.
2. Зеленев А.Н., Шелепина Н.В., Мамаева Н.В. Особенности аминокислотного состава белка листовых мутантов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 1. С. 21–25.
3. Пономарева С.В. Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 2. С. 23–28.
4. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
5. Белявская Л.Г., Белявский Ю.В., Диянова А.А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 4. С. 42–48.
6. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 5. С. 49–53.
7. Дьяков А.Б., Трунова М.В. Взаимосвязь между параметрами стабильности и адаптивности сортов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. Вып. 1. С. 80–86.