

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПО УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН И ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ ГОРОХА ПОЛЕВОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

С.В. ПОНОМАРЕВА, старший научный сотрудник

НИЖЕГОРОДСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА
имени Н.В. РУДНИЦКОГО

Создание сортов способных формировать стабильно высокий урожай в конкретных почвенно-климатических условиях – основное направление в селекции кормового гороха. В статье обсуждаются результаты исследований конкурсного сортоиспытания полевого гороха на предмет адаптивной приспособленности к условиям Волго-Вятского региона.

В связи с актуальностью проблемы нами была проведена комплексная оценка количественных показателей гороха (урожайность семян и зеленой массы) в 2016-2018 гг. Математическую обработку проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина: коэффициент линейной регрессии (b_i), характеризующий экологическую пластичность; среднее отклонение от линии регрессии (S_i^2), определяющее стабильность сорта. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению А.А. Rossille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко. Различные климатические условия в годы исследований позволили дать всестороннюю оценку изучаемым сортам. Установлено, что полевой горох более чувствителен к ухудшению погоды во время накопления вегетативной массы. Это подтверждает индекс условий среды (I_s) по урожайности семян, который в период изучения составил + 0,37; +0,19 и -0,54, а по зеленой массе +11,01; -0,61 и -10,63 соответственно. Среди изучаемых сортообразцов на улучшение агроклиматических условий выращивания при высокой стабильности урожая, как семян ($b_i = 1,20; 1,23; S_i^2 = 0,05; 0,08$), так и зеленой массы ($b_i = 1,028; 1,034; S_i^2 = 248,0; 250,68$), выделились сорта: Красивый, Светоч. Эти сорта так же отличались высокой генетической гибкостью при формировании семян (1,90; 2,32), зеленой массы (24,85; 24,75) соответственно. Следует отметить, что сорта Красивый и Светоч были получены в ходе совместной селекционной работы Нижегородским НИИСХ и Фаленской селекционной станцией и подтвердили свою адаптивность к условиям возделывания Волго-Вятского региона.

Ключевые слова: горох полевой, сорт, урожайность, семена, зеленая масса, экологическая стабильность, пластичность, стрессоустойчивость.

Основной причиной неудовлетворительного состояния отечественного животноводства в настоящее время является низкий уровень производства и качества кормов. К важнейшим стратегическим приоритетам в решении проблемы стабильного обеспечения полноценным кормовым белком следует отнести увеличение посевов зернобобовых культур, с учетом их адаптивного потенциала и использование сортов нового поколения [1]. Одной из таких культур, возделываемых, в Волго-Вятском регионе является полевой горох. В кормопроизводстве эта культура используется как источник полноценных белковых добавок в комбикорма, а также в качестве зеленого корма, поскольку ни одна зерновая культура не сбалансирована по протеину и, особенно лизину [2].

В последние годы происходит значительное увеличение площади посевов полевого гороха, однако на кормовые цели по-прежнему больше используются посевные виды. Это связано с морфологическими особенностями полевого гороха, он сильно реагирует на

климатические условия, обладает низкой технологичностью (полегает, неравномерно созревает) [3].

Новые районированные сорта не полностью отвечают современным требованиям экологически чистого и энергетически эффективного производства [4]. Поэтому сохраняется необходимость в селекционной доработке культивируемых сортов гороха полевого, стабильно формирующих высокую продуктивность, способных противостоять стрессовым факторам региона [5]. При этом важнейшей направленностью селекции должна быть агроэкологическая «адресность» сорта в плане приспособления к местным природно – климатическим условиям [6]. Предусматривается создание экологически пластичных сортов, приспособленных не только к оптимуму, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды [7]. S.A. Eberhart, W.A. Russell охарактеризовали пластичность, как обобщенную реакцию образцов на изменение внешних условий в рассматриваемом диапазоне, а стабильность как степень изменчивости количественного признака.

Цель исследования – оценить сортообразцы гороха полевого на адаптивность и выявить наиболее устойчивые к условиям возделывания в Волго-Вятском регионе.

Материалы и методы

В статье использованы данные изучения сортообразцов полевого гороха в конкурсном сортоиспытании за 2016-2018 гг. на экспериментальном поле Нижегородского НИИСХ.

Фенологические наблюдения, глазомерные оценки общего состояния, посев, уборка, учеты, проводились в соответствии с методиками государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Для математической статистики использовали дисперсионный анализ по пособию Б.А. Доспехова и компьютерную программу «Microsoft Office Excel 2007».

Расчет параметров: индекса условий среды, экологической стабильности и пластичности проводили биометрико-генетическим методом статистики S.A. Eberhart, W.A. Russell в обработке В.З. Пакудина [8]. Стрессоустойчивость сортов и среднюю урожайность в контрастных условиях среды обсчитывали по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко [9].

Исследования выполнены на светло-серых лесных почвах средней степени окультуренности. Предшественники – озимая пшеница, гречиха, овес. Посев осуществляли сеялкой ССФК-7, урожайность учитывали с площади 10 м², деланки расположены рендомизированно, в четырехкратной повторности. Стандартный сорт – Рябчик.

Данные климатических условий исследуемого периода взяты на метеостанции Ройка. Гидротермический коэффициент определяли по Г.Т. Селянинову.

Результаты и обсуждение

В период исследований наблюдались неодинаковые погодные условия для произрастания кормового гороха. Это позволило более объективно оценить темпы роста и формирование урожайности у отобранных для изучения сортообразцов. Экспериментально установлено, что одинаковые климатические условия в разной степени влияют на образование урожая семян и зеленой массы. Это зависит от физиологического статуса растений, определяется как недетерминантным типом роста, так и способностью к азотфиксации в симбиозе с клубеньковыми бактериями. Так же у растений с непредельным типом роста в период вегетации «предполагается конкуренция между вегетативными и репродуктивными органами» [10].

Несмотря на ранневесеннюю засуху в 2016 году полевой горох сформировал высокую урожайность зерна и зеленой массы. За счет хорошего увлажнения в период «цветение-созревание» (ГТК-1,34), растения увеличили темп накопления биомассы и образовали достаточное количество бобов (табл. 1). Индекс условий среды I_j для урожайности семян составил +0,37, для зеленой массы +11,01 (табл. 2).

Метеоусловия 2017 года в целом характеризовались как неблагоприятные для роста полевого гороха. Весь период вегетации растения развивались в условиях избыточного увлажнения (ГТК 1,60 - 1,70) (табл. 1). По индексу условий среды (I_j -0,61) установлено, что

вегетативные органы растений сильнее страдают от избытка влаги и это негативно отражается на их урожайности. При этом усиливается вегетативный рост, удлиняется период вегетации, растения полегают и снижается урожай семян. Индекс условий среды для семян составил +0,19 (табл. 2).

Таблица 1

Изменение ГТК и продолжительность основных фаз развития гороха

Фаза развития	ГТК / продолжительность фаз развития, сут.		
	2016	2017	2018
посев - всходы	0,25/ 15	1,64 /22	0,40 /16
всходы - цветение	0,95/ 31	1,70 /32	1,40 /34
цветение - созревание	1,34/ 32	1,60 /50	0,69 /43

Крайне неблагоприятные погодные условия для формирования урожая семян и вегетативной массы были в 2018 году. Воздушная засуха в фазу «посев – всходы» (ГТК-0,40) и недостаток влаги в критический период развития (ГТК-0,69) (табл. 1) вызвали значительную потерю урожайности и семян и зеленой массы. Индекс условий среды был с отрицательным знаком (0,54 и 10,63 соответственно) (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сортов полевого гороха за 2016-2018 гг.

Сортообразцы	Урожайность, т/га									
	семена					зеленая масса				
	2016	2017	2018	$\sum X_i$	X_i	2016	2017	2018	$\sum X_i$	X_i
Е-631	2,25	1,92	1,25	5,42	1,81	32,10	19,60	12,80	64,50	21,50
Е-661	2,05	2,08	1,05	5,18	1,73	32,50	19,70	7,60	59,80	19,90
717/03	2,05	2,40	1,28	5,73	1,91	30,00	21,10	12,20	63,30	21,10
Красивый	2,47	1,96	1,32	5,75	1,92	36,30	26,20	13,40	75,90	25,30
Светоч	2,65	2,89	1,75	7,29	2,43	36,20	23,90	13,30	73,40	24,50
Новатор	1,78	1,44	1,38	4,60	1,53	35,40	24,70	14,40	74,50	24,80
Рябчик	2,40	1,78	1,28	5,46	1,82	35,80	23,28	13,10	72,18	24,06
I_j (индекс условий среды)	+0,37	+0,19	- 0,54			+11,01	-0,61	- 10,63		

Об устойчивости сортов в разных условиях произрастания, в первую очередь, судят по двум параметрам: пластичности сортов (коэффициент линейной регрессии (b_i) и стабильности – дисперсии признака (S_i^2).

Коэффициент регрессии урожаев сортов (b_i) может принимать значения как больше, так и меньше единицы, а также быть равным ей. Если значение коэффициента выше единицы, тем большей отзывчивостью обладают сорта. Они откликаются на улучшение условий возделывания, однако в годы неблагоприятные по погодным условиям резко снижают урожайность. В случае, когда коэффициент регрессии, равен или близок единице, сорта слабо реагируют на изменение среды. К нейтральному типу относят сорта с коэффициентом регрессии меньше единицы. Низкие значения показывают, что сорт слабо отзывается на улучшение условий выращивания [8].

Проведенная нами оценка установила, что по урожайности семян на улучшение погодно-климатических условий реагировали сортообразцы интенсивного типа: Е-661, Светоч, Красивый, Рябчик, Е-631 ($b_i = 1,20-1,25$). Высокой экологической пластичностью

отличались сортообразцы 717/03, Е-631 и сорт Рябчик с коэффициентом регрессии близким к единице, а сорт Новатор с $b_i = 0,40$ относится к нейтральному типу (табл. 3) [11].

Таблица 3

Параметры стабильности по урожайности семян и зеленой массы гороха полевого

Сортообразцы	Семена		Сортообразцы	Зеленая масса				
	b_i	S_i^2		b_i	S_i^2			
Красивый	1,20	$b_{i>1}$	0,05	Е-661	1,130	$b_{i>1}$	299,22	
Светоч	1,23		0,08	Рябчик	1,026		$b_{i=1}$	247,11
Е-661	1,25		0,03	Красивый	1,028			248,00
717/03	0,94	$b_{i=1}$	0,51	Светоч	1,034	$b_{i<1}$	250,68	
Рябчик	1,15		0,11	717/03	0,800		150,11	
Е-631	1,11		0,01	Е-631	0,876		179,89	
Новатор	0,40	$b_{i<1}$	0,05	Новатор	0,945		209,30	

Достаточная устойчивость к сложным условиям среды ($b_i = 1,026-1,034$) позволяет сортам Рябчик, Красивый и Светоч формировать большую урожайность зеленой массы. Сортообразцы 717/03, Е-631 и сорт Новатор ($b_i = 0,800-0,945$) не могут достигать высоких результатов, так как отличаются низкой экологической пластичностью. Сортообразец Е-661 относится к интенсивному типу $b_i = 1,13$ (табл. 3).

Величина стабильности сорта (S_i^2) показывает степень изменчивости количественного признака, рассчитанного на основе средней урожайности и индекса среды. Чем меньше показатель, тем стабильнее сорт. Дисперсия S_i^2 стремится к нулю [8]. Самый низкий показатель S_i^2 по признаку урожайности семян выявлен у сортообразцов Е-631, Е-661, Красивый, Новатор, Светоч (0,01-0,08). У нестабильных сортообразцов Рябчик и 717/03 установлено высокое отклонение дисперсии (0,11; 0,51). По стабильности урожая зеленой массы незначительно выделились сортообразцы 717/03, Е-631 и сорт Новатор.

Уменьшение показателя S_i^2 свидетельствует о большей стабильности сорта, но это является не признаком его интенсивности, а фактором лучшей приспособленности сорта к ухудшению условий произрастания. Следует отметить, при росте пластичности сорта, возможно снижение его стабильности (табл. 3).

Сорта полевого гороха по-разному реагируют на климатические условия среды. Особенностью любого сорта является совокупность свойств, определяющих его пригодность для той или иной местности. К сожалению, нет сортов, которые могли бы с равным успехом использоваться во всех природных зонах и экологических условиях [12].

Волго-Вятский регион – зона «рискованного земледелия», в связи, с чем необходимо для возделывания подбирать сорта гороха полевого устойчивые к климатическому стрессу. Этот параметр определяется разностью $Y_2 - Y_1$, отражает уровень устойчивости сортов к условиям произрастания и имеет отрицательные значения. Чем величина меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире диапазон его приспособительных возможностей [9]. Установлено, что достаточно высокой устойчивостью к стрессу по продуктивности семян и зеленой массы обладали сортообразцы Е-631, Новатор (табл. 4).

Характеристику сортов по стрессоустойчивости дополняет показатель $(Y_2 + Y_1)/2$, который отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и не стрессовых) условиях и характеризует генетическую гибкость сорта. Чем выше степень взаимодействия в цепи генотип-среда, тем выше этот показатель [9].

Экспериментально были определены сорта с высокой генетической гибкостью, способные формировать урожай семян и зеленой массы в сложных погодных условиях региона: Рябчик, Красивый, Светоч соответственно (1,844; 24,45), (1,90; 24,85), (2,32; 24,75). Следует отметить, что сорта гороха полевого Красивый и Светоч, полученные в ходе коллективной селекционной работы Нижегородского НИИСХ и Фаленской селекционной станции подтвердили свою адаптивность к местным условиям возделывания.

Таблица 4

Параметры стрессоустойчивости и генетической гибкости сортов по урожайности семян и зеленой массы гороха полевого

Сортообразцы	$U_2 - U_1$ <i>стрессоустойчивость</i>		$(U_2 + U_1) / 2$ <i>генетическая гибкость</i>	
	семена	зеленая масса	семена	зеленая масса
Рябчик ст.	- 1,12	- 22,70	1,84	24,45
Красивый	- 1,15	- 22,90	1,90	24,85
Светоч	- 1,14	- 22,90	2,32	24,75
Е-631	- 1,00	-19,30	1,75	22,45
Е-661	- 1,03	-24,90	1,56	20,05
717/03	- 1,12	-17,80	1,84	21,10
Новатор	-0,40	- 21,00	1,58	24,90

Таким образом, исследованиями выявлено, что интенсивность современных сортов кормового гороха необходимо рассматривать как сочетание высокой потенциальной продукции и стабильностью урожаев, которая должна обеспечиваться высокой устойчивостью к различным стрессам.

К сортам способным формировать стабильную урожайность семян и зеленой массы, как при благоприятных, так и при не благоприятных условиях Волго-Вятского региона можно отнести Красивый и Светоч.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика, Том III. Особенности реализации стратегии адаптивной интенсификации растениеводства в условиях России, – М.: ООО Изд-во Агрорус, – 2009. – 960 с.
2. Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 3 (23). – С. 23-28.
3. Градобоева Т.П., Пислегина С.С. Исходный материал для селекции гороха в условиях Волго-Вятского региона // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 2 (45). – С. 15-21.
4. Амелин А.В. Повышение адаптивности и эффективности фотосинтеза культурных растений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 89-94.
5. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Селекция на повышение фотоэнергетического потенциала растений и эффективности его использования, как стратегическая задача в обеспечении импортозамещения и продовольственной безопасности России // Вестник Орел ГАУ. – 2015. – № 6 (57). – С. 9-17.
6. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). Том I, – М.: ООО Изд-во «Агрорус», – 2004. – 690 с.
7. Гончаренко А.А. Сравнительная оценка адаптивного материала сортов зерновых культур и задачи селекции // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 24-26 ноября 2016 г./ под общ. ред. Е.В. Думачевой.- Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, – 2017. – 200 с.
8. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109-113.
9. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 5. – С. 49-53.
10. Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. и др. Частная физиология полевых культур / под. ред. Е.И. Кошкина. – М.: Колос, – 2005. – 344 с.
11. Пономарева С.В. Оценка урожайности, экологической пластичности и стабильности сортообразцов гороха в условиях Нижегородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 12. – С. 293-297.
12. Шамсутдинов З.Ш. Смена парадигм в селекционной стратегии кормовых культур // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 24-32.

THE ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY BY YIELD OF SEEDS AND GREEN MASS OF FIELD PEA IN THE CONDITIONS OF VOLGO-VYATSKIY REGION

S.V. Ponomareva

NIZHNY NOVGOROD RESEARCH AGRICULTURAL INSTITUTE – BRANCH OF THE FARC NORTH-EAST

Abstract: *The creation of varieties capable of forming a consistently high yield in specific soil and climatic conditions is the main direction in the selection of forage peas. The results of studies of competitive variety testing of field peas on adaptation to the conditions of the Volgo-Vyatskiy region are discussed in the article.*

Due to the urgency of the problem, we have conducted a comprehensive assessment of quantitative indicators of pea (seed yield and green mass) in 2016-2018. The mathematical processing was performed by the method of S.A. Eberhart, W.A. Russell in the presentation of V.Z. Pakudin: coefficient of linear regression (b_i), characterizing the ecological plasticity; the average deviation from the regression line (S_i^2), which determines the stability of variety. The varieties resistance to stress and the average yield in contrasting environments determined by the equation of A.A. Rossille, J. Hamblin, cit. by A.A. Goncharenko. The diversity of climatic conditions in the years of research allowed to give a comprehensive assessment of the studied varieties. It was found that field pea are more sensitive to weather deterioration during the accumulation of vegetative mass. This is confirmed by the index of environmental conditions (I_j) for seed yield, which during the study period was +0,37; +0,19 and -0,54, and the green mass +11,01; -0,61 and -10,63, respectively. Among the studied genotypes for the improvement of agroclimatic conditions of cultivation with high stability of yield, as seed ($b_i = 1,20; 1,23; S_i^2 = 0,05; 0,08$), and green mass ($b_i = 1,028; 1,034; S_i^2 = 248,0; 250,68$), highlighted varieties: Krasivyy, Svetoch. These varieties are also characterized by high genetic flexibility in the formation of seeds (1,90; 2,32), green mass (24,85; 24,75), respectively. It should be noted, that varieties of Krasivyy and Svetoch was received during the joint breeding by Nizhny Novgorod Research Agricultural Institute and Falenskaya breeding station and confirmed their adaptability to the growing conditions of the Volgo-Vyatskiy region.

Keywords: field pea, variety, yield, seeds, green mass, ecological stability, plasticity, stress resistance.

DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11087

УДК 635. 656: 631. 52

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЛЕКТИНОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН И ВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ ГОРОХА

А.И. ЕРОХИН, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

E mail: office@vniizbk.orel.ru

Цель данной работы состояла в изучении предпосевной обработки семян и растений гороха сортов Фараон и Софья селекции ФНЦ ЗБК экологически чистым экспериментальным препаратом (концентрация раствора -10⁻⁴%), полученном на основе лектинов зернобобовых культур, для повышения всхожести обработанных семян и увеличения продуктивности растений. Исследования проведены в лабораторных и полевых условиях в 2010-2013 гг.