УДК 635.656:631.527:631.584

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ И АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАССЕЧЁННОЛИСТОЧКОВОГО МОРФОТИПА ГОРОХА В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ *

А.А. ЗЕЛЕНОВ [1, 2] , научный сотрудник, аспирант
А.Н. ЗЕЛЕНОВ [1], **НОВИКОВА Н.Е. [2]**, доктора сельскохозяйственных наук
[1]ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
[2] ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
E-mail: zelenov-a-a@yandex.ru

В результате проведенных исследований установлено, что форма гороха с рассечёнными листочками отличается улучшенными физиологическими показателями процесса фотосинтеза, повышенной массой корней, на которых образуется больше клубеньков с азотфиксирующими бактериями. Высокая активность антиоксидантной ферментативной системы рассечённолисточковых растений в листьях и прилистниках свидетельствует о значительном адаптивном потенциале новой формы. Однако, достижению максимальной урожайности препятствует склонность растений к полеганию. В связи с этим, как один из вариантов решения проблемы, предлагается выращивать рассечённолисточковые растения в смеси с практически неполегающим сортом Батрак. В ценозе сортосмесей улучшается световой режим, возрастают показатели фотосинтетической активности, увеличивается урожайность семян. Определены оптимальные параметры компонентов. Рентабельность возделывания сортосмесей выше по сравнению с монопосевом.

Ключевые слова: горох, рассечённолисточковый морфотип, продукционный процесс, адаптивный потенциал, смешанный посев.

В мировом сельскохозяйственном производстве зернобобовые культуры имеют большое значение в качестве источников кормового и пищевого белка. Значительная доля среди них принадлежит гороху. При этом наибольшее распространение получили сорта с усатым (безлисточковым) типом листа, благодаря своей устойчивости к полеганию и высокой технологичности. Однако, корневая система у них развита хуже, чем у листочковых, хотя интенсивность поглощения веществ в расчете на единицу площади корня выше. Преобразование листочков в усики сопровождается рядом изменений в водном обмене листа, которые негативно отражаются на устойчивости растений в засухе [6]. К тому же, определяемая биоэнергетическим потенциалом растения, максимально возможная урожайность современных листочковых сортов гороха в условиях Центрально-Черноземного региона не превышает 6 т/га семян при содержании белка в них 22-23 % [5].

Биоэнергетический потенциал определяется количеством усвоенной растением солнечной энергии и выражается энергоёмкостью его массы с учётом энергозатрат на жизнедеятельность, формирование составляющих веществ (углеводы, белок, жир и др.), механизмов адаптации и других структур. В упрощённом виде биопотенциал чаще всего обозначают массой надземной части растения в фазу полной спелости. Консерватизм биопотенциала обусловлен интегрированной системой блоков коадаптивных генов генома и поддерживается регулярными связями, координирующими гомеостаз роста и развития.

В связи с этим, условием дальнейшего повышения урожайности у новых сортов гороха является увеличение общей биомассы растения. И во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур за последние годы получены формы, которые по продуктивности биомассы и потенциально возможной урожайности превосходят современные сорта. Одна из таких форм – рассечённолисточковая, обладающая высокой интенсивностью фотосинтеза.

***Работа удостоена Диплома 2-ой степени Всероссийского конкурса среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений МСХ РФ в номинации «Сельскохозяйственные науки». Самара, май 2015 г.**

Недостатком рассечённолисточковой формы гороха, влияющей на реализацию её урожайного потенциала, является полегаемость стебля. Для её устранения предложен совместный посев новой формы с устойчивым к полеганию компонентом [3]. Однако, подбор компонентов для создания эффективных смешанных посевов представляет определенные сложности, так как в сортосмеси оба элемента должны дополнять друг друга, а не вызывать угнетения. В связи с этим проведено изучение особенностей продукционного процесса у различных линий рассеченнолисточкового морфотипа в чистых и смешанных посевах.

Теория и практика смешанных посевов, по мнению лауреата Нобелевской премии Нормана Борлоуга, является очередным этапом зелёной революции [2]. Одновидовые сортосмеси представляют креативный вариант таких посевов.

Материал и методы исследования

Опыты закладывали в селекционном севообороте Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур в 2012-2014 годах. Изучали пять линий рассеченнолисточкового морфотипа:

1.Рас-665/7 – (Рас-тип* х Батрак)
2.Рас-678/7 – (Рас-тип х Батрак)
3.Рас-1070/8 – (Рас-тип х Мадонна)
4.Рас-1098/8 – (Рас-тип х Опорный 1)
5.Рас-828/9 – [(Рас-тип х Батрак) х Батрак)]
* – исходный мутант

Исследования проводили в чистом посеве и в смеси с усатым сортом Батрак. Смесь состояла из 70 % семян рассечённолисточкового компонента и 30 % Батрака. Почвы опытного участка тёмно-серые лесные, средней окультуренности. Содержание гумуса по Тюрину – 5 %. На 100 г почвы приходилось 19,5 мг P_2O_5 и 10,1 мг K_2O по Кирсанову, pH солевой вытяжки 5,1-5,5. Осенью была проведена зяблевая вспашка на глубину 20-25 см. Под предпосевную культивацию было внесено $N_{30}P_{45}K_{90}$. Уборка комбайном САМПО-130.

Содержание хлорофилла определяли в спиртовой вытяжке по Лихтенталеру с использованием спектрофотометра СФ-2000 [11]. Активность каталазы – по Баху и Опарину [14]; активность пероксидазы – по Бояркину [8] с модификацией на фотометре КФК-3. Устойчивость к полеганию определяли по процентному отношению высоты стеблестоя к длине стебля растений в ценозе. Освещенность измеряли в фазе налива бобов на высоте 10 см от уровня почвы и на уровне первого продуктивного узла люксметром Ю 116. Площадь фотоассимилирующей поверхности (площадь листьев и прилистников) определяли в фазы бутонизации, формирования бобов, зелёной спелости семян методом высечек. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) рассчитывается как прирост сухой массы растений за сутки в расчёте на 1 кв.м листовой поверхности; этот показатель определен на основе данных по сухой массе растений и площади их листьев в фазы бутонизации и формирования бобов. В фазе 6 листьев анализировали: линейные размеры корня и побега, объём корней, массу корня и побега, число клубеньков на корнях. Растения для анализа брали путём откапывания по 8-10 растений с каждой делянки опыта. Линейные размеры корня и побега, число клубеньков на корнях определяли путём прямых измерений и подсчёта. Массу корней и побегов – после высушивания в сушильном шкафу. Объём корней – по объёму вытесненной воды в мерном цилиндре.

Результаты и обсуждение

Фотосинтез – наиболее ответственный этап продукционного процесса, благодаря которому в растении накапливается около 95 % сухих веществ растения. Хлорофиллы – основа процесса фотосинтеза.

В растениях присутствуют две формы хлорофиллов – *a* и *b*. Из них только *хл. a* способен преобразовывать световую энергию в химическую. При этом *хл. a* выполняет три

основные функции в фотосинтезе: поглощение, запасание и преобразование энергии. Это наиболее функционально активная форма пигментов. Хлорофилл *b* хотя и похож по строению на *хл. а,* выполняет более ограниченную функцию поглощения энергии и передачи ее хлорофиллу *а* (антенная функция). Преобразовывать энергию он не способен.

В литературе нет однозначного мнения о связи количества хлорофилла и продуктивности растений. Здесь, по-видимому, мы встречаемся с примером избыточности структур и функциональных возможностей, как элементов надежности функционирования организма. В то же время имеются данные по гороху, согласно которым у усатых форм содержание хлорофилла в усиках ниже, чем в листочках [1, 7]. Возможно, правильнее говорить об оптимальном диапазоне концентрации хлорофилла, обеспечивающем продукционный процесс, нежели о его абсолютном содержании.

Наши исследования показали, что растения рассечённолисточкового морфотипа обладают более высоким, по сравнению с Батраком содержанием хлорофиллов a и b (табл. 1). При этом полученные нами данные подтвердили результаты исследования в МГУ им. Ломоносова на исходном мутанте Рас-тип [10].

Таблица 1

Содержание хлорофиллов (мг/г сухой массы), фаза бутонизации

Вариант	Листочки (усики)			Прилистники		
	Хл.а	Хл.b	a/b	Хл.а	Хл.b	a/b
Батрак	1,77	0,76	2,33	2,16	0,80	2,69
Рас-665/7	4,01	1,34	2,99	4,31	1,41	3,05
Рас-678/7	4,22	1,35	3,13	2,80	0,92	3,04
Рас-1070/8	2,65	1,03	2,58	2,60	0,89	2,93
Рас-1098/8	4,14	1,41	2,93	3,58	1,31	2,73
Рас-828/9	3,77	1,52	2,47	3,10	1,00	3,10
Среднее*	3,75	1,33	2,82	3,28	1,11	2,95

* *– среднее по рассечённолисточковым линиям.*

В листочках среднее значение хлорофилла *а* превосходило более чем в 2 раза их содержание в усиках. Аналогичная картина складывалась и по содержанию хлорофилла *b,* однако тут разница была несколько меньшей и составила 1,75 раза. В прилистниках различия были не столь существенны, среднее содержание хлорофилла *а* было больше на 57 % в листочках, чем в усиках Батрака. В то время как хлорофилл *b* в листочках превзошел усики всего лишь на 38 %.

Объяснить такую разницу между содержанием пигментов в листочках (усиках) и прилистниках можно тем, что у усатых морфотипов усики по своему строению и функциям более напоминают стебель, а роль основных фотосинтетических органов берут на себя прилистники. В растениях рассечённолисточкового морфотипа фотосинтез идет активно как в листочках, так и в усах.

Ферментативная система играет первостепенную роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза. В этой системе каталаза и пероксидаза являются компонентами комплексной защиты клетки от агрессивных форм кислорода, в частности от накопления перекиси водорода, а также катализируют значительное число метаболически значимых реакций. Например, они необходимы для синтеза фитогормонов, лигнина.

Перекиси являются продуктами нормального обмена веществ и образуются в ходе фотосинтеза, дыхания, других процессов окисления. Но в неблагоприятных для нормальной жизнедеятельности условиях пероксиды накапливаются в повышенных концентрациях и оказывают токсическое действие на клетку. Каталаза и пероксидаза разлагают эти соединения. При этом пероксидаза обладает высоким сродством к перекиси водорода, и использует её для окисления органических веществ клетки. Часть перекиси, не использованная пероксидазой, в дальнейшем разрушается каталазой.

Таблица 2

Активность каталазы и пероксидазы, фаза цветения

Варианты	Каталаза, мкмоль H_2O_2/ г сырой массы/мин		Пероксидаза, изменение оптической плотности/ г сырой массы/мин	
	Листочки (усы)	Прилистники	Листочки (усы)	Прилистники
Батрак	500±71	885±42	358±104	1089±228
Рас-665/7	835±49	800±21	193±31	206±71
Рас-678/7	832±81	902±81	230±14	203±71
Рас-1070/8	727±81	915±35	297±29	191±45
Рас-1098/8	1017±32	902±102	517±223	249±7
Рас-828/9	632±60	1010±98	534±92	438±28

Активность каталазы у рассечённолисточковых растений выше, чем у Батрака, особенно выделилась линия Рас-1098/8. В прилистниках активность каталазы не зависела от морфотипа растений. По активности пероксидазы листочки не имели преимуществ перед усиками. А в прилистниках этот фермент был более активным у Батрака.

Корневая система – подземная часть растения, которая выполняет важные функции водного и минерального питания. От массы и объёма корней зависит обеспеченность организма этими элементами. На рисунке 1 представлена диаграмма, демонстрирующая массу корней изучаемых линий.

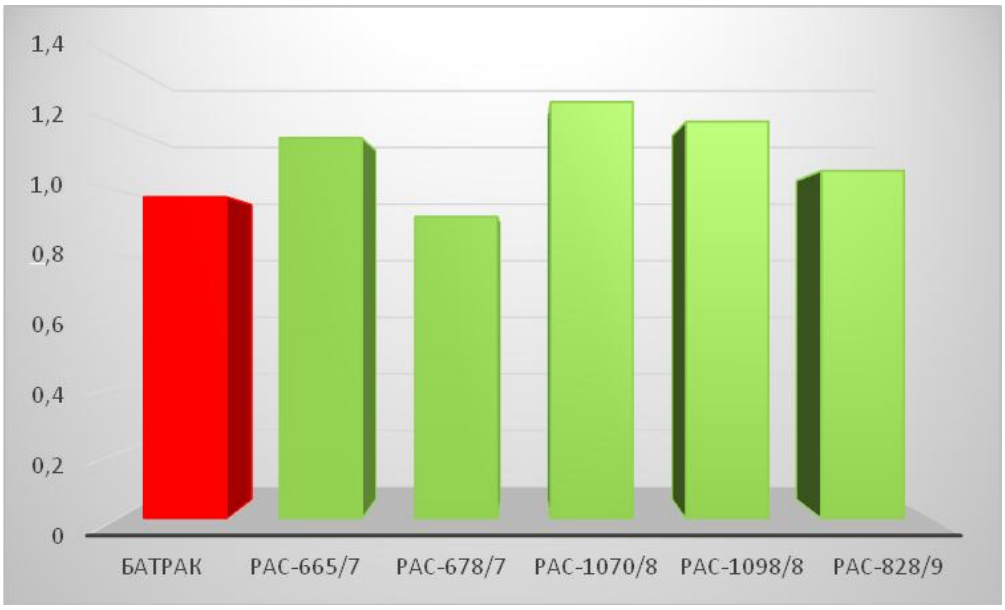

Рис. 1. Масса корневой системы (сырая), г/растение

Линия Рас-678/7 имела массу примерно равную сорту Батрак. Все же остальные линии превосходили усатый морфотип, в лучшем варианте (Рас-1070/8) на 30 %.Эти данные свидетельствуют не только о более высоком потенциале поглощения веществ корневой системой растениями рассеченнолисточкового морфотипа, но и о более высоких адаптивных возможностях. Горох в целом не относится к засухоустойчивым культурам. Одной из причин является относительно слабая корневая система. Уменьшение площади листовой поверхности у усатых сортов сопровождается коррелятивным ослаблением развития корневой системы. В этом отношении, как свидетельствуют представленные данные, рассеченнолисточковые линии имеют преимущество перед усатыми формами по продуктивным и адаптивным возможностям.

На корнях гороха, как представителя семейства бобовых, формируются клубеньки. Эти небольшие образования – результат симбиоза азотфиксирующих бактерий с корнями растения. На рисунке 2 показано среднее количества клубеньков на растениях различных линий.

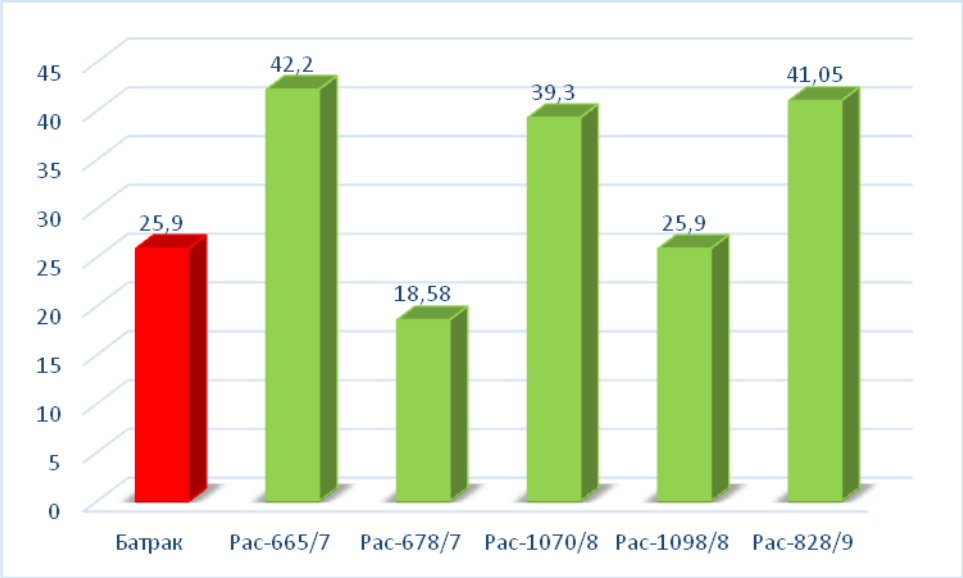

Рис. 2. Число клубеньков, шт./растение

Линия Рас-678/7 уступила Батраку по числу клубеньков. Все остальные линии превосходили усатый сорт, лучшей была Рас-665/7, на 63 % выше. В случае с Рас-678/7 невысокие показатели можно объяснить тем, что её масса корней была на уровне Батрака. Прямой зависимости между массой корней и количеством клубеньков нет, однако все линии, которые имели массу корней больше, чем усатый сорт Батрак, так же превосходили его по количеству клубеньков на растении.

Несмотря на высокие физиологические показатели, потенциал данного морфотипа не реализуется в полной мере из-за недостаточной устойчивости растений к полеганию. Способ совместного посева с опорным компонентом, очевидно, может нивелировать этот недостаток. Согласно полученным данным, в смешанных посевах с усатым сортом Батрак наблюдается увеличение устойчивости диморфного ценоза к полеганию по сравнению с чистым посевом линий рассеченнолисточкового морфотипа (рис. 3).

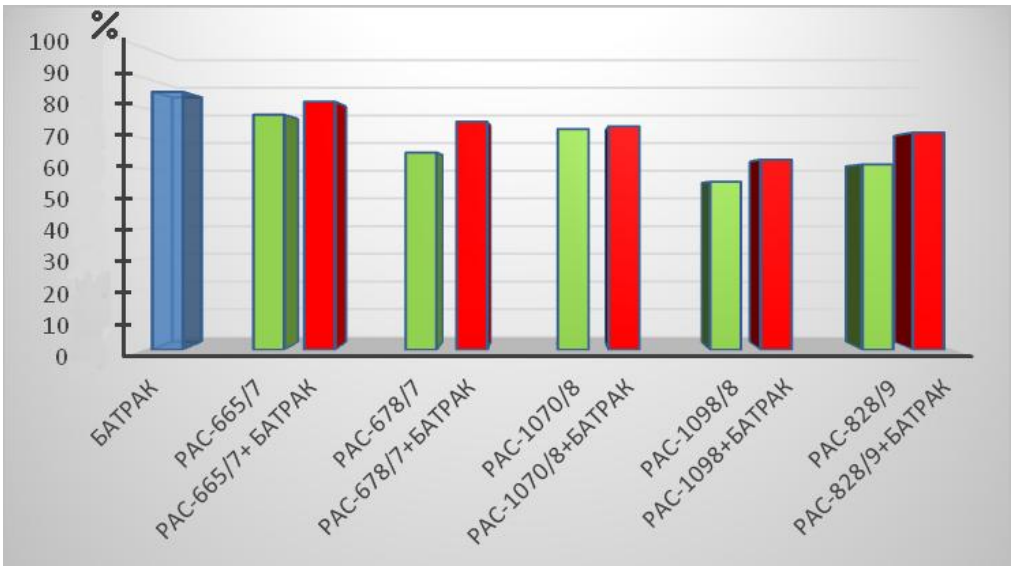

Рис. 3. Устойчивость к полеганию в %. Фаза созревания

Смешанный посев не только обеспечивает устойчивость рассечённолисточковых растений к полеганию, но и улучшает световой режим по сравнению чистым посевом, улучшая условия для фотосинтетической деятельности листьев в стеблестое (рис. 4).

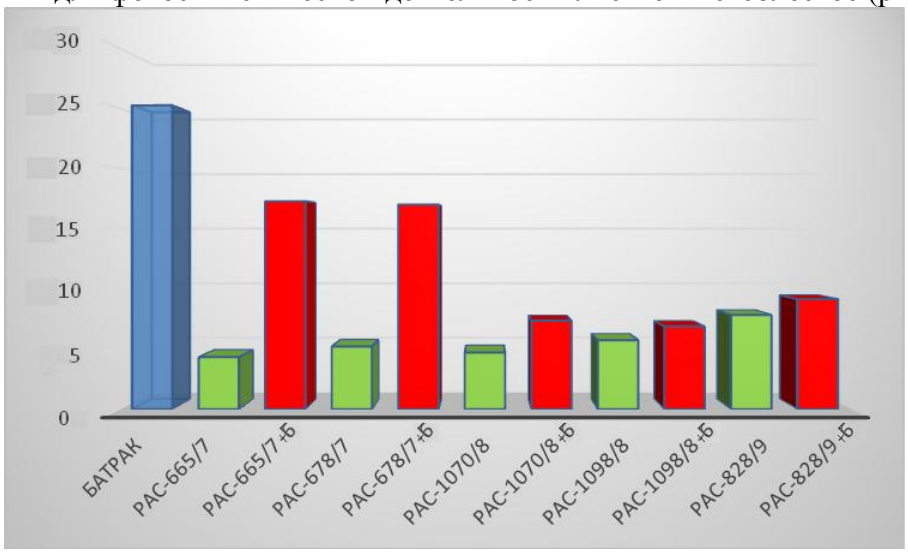

Рис. 4. Освещенность агроценоза на уровне 1 продуктивного узла, тыс. лк.

Лучшие условия светового режима и увеличение устойчивости к полеганию способствуют формированию более действенного фотосинтетического аппарата.

Обобщая результаты исследований многих авторов, А.А. Жученко (2008) делает вывод, что компоненты сортосмесей по своим реакциям на условия агроценоза должны «как бы дополнять друг друга и в то же время обеспечивать однородность по таким признакам, как высота, сроки созревания и т.д.».

В наших исследованиях по данным 2013-2014 годов в монопосеве длина стебля у рассечённолисточковых линий в фазу цветения варьировала от 43,3 см (Рас-665/7) до 55,2 см (Рас-828/8), у Батрака – 43,6 см. В фазу созревания минимальная длина (46,7 см) отмечена у линии Рас-1098/8, максимальная (61,6 см) – у линии Рас-828/9. У Батрака она была 55,6 см.

В смешанных посевах наблюдался «эффект прокрустова ложа»: низкорослый компонент вытягивался, высокорослый становился короче (табл. 3). Первое можно объяснить увеличением длины стебля при затемнении высокорослым партнёром. Второе – лучшей освещенностью высокорослых растений при фактически изреженном для них стеблестое.

Таблица 3

Длина стебля в моно- и смешанных посевах, см. Среднее за 2013-2014 гг.

Сорт, линии	Фаза цветения			Фаза созревания		
	Моно	Смесь		Моно	Смесь	
		Рас*	Батрак		Рас*	Батрак
Батрак	43,6			62,6		
Рас-665/7	43,2	43,0	42,0	57,8	60,4	60,9
Рас-678/7	43,8	43,6	43,9	61,9	58,5	58,6
Рас-1070/8	49,1	46,7	44,6	60,7	61,0	58,5
Рас-1098/8	44,2	46,4	43,7	60,9	65,2	65,4
Рас-828/9	55,5	51,8	49,0	68,2	64,1	61,6
$НСР_{05}$-2013	3,1	3,0	3,2	4,9	4,7	7,7
$НСР_{05}$-2014	3,7	3,4	3,8	5,2	5,0	5,2

* – *рассечённолисточковый компонент*

Таким образом, при подборе компонентов сортосмесей следует учитывать длину стебля в монопосеве. Синергизм по урожайности семян лучше всего проявляется у компонентов с близкими показателями. При формировании сортосмесей с участием рассечённолисточковых линий один из компонентов должен обладать устойчивым к полеганию стеблем и хорошо развитыми усатыми листьями.

Растения рассечённолисточкового морфотипа, благодаря строению своего листового аппарата, формируют большую листовую поверхность, что позволяет повысить продуктивность фотосинтеза (табл. 4).

Таблица 4

Показатели фотосинтетической активности, фаза налива бобов

Вариант	Площадь листовой поверхности, кв.см/раст.		ЧПФ, г/м^2 в сутки		ФП в дм^2*сут./ раст	
	Моно	Смесь	Моно	Смесь	Моно	Смесь
Рас-678/7	363	713	2,81	4,55	81,3	156,0
Рас-1070/8	444	492	3,29	5,66	91,1	108,7
Рас-1098/8	342	703	4,32	4,16	91,0	142,5
Среднее	383	636	3,47	4,79	87,9	135,7

Опытами установлено увеличение площади листовой поверхности у рассечённолисточкового компонента в смешанном посеве. В зависимости от варианта площадь листовой поверхности у линий в смешанном посеве увеличилась в 1,1–2,1 раза. Наиболее активно реагировали на улучшение условий линии Рас-678/7 и Рас-1098/8. Причиной этого является, очевидно, улучшение светового режима по сравнению с чистым посевом, о чем свидетельствуют данные, представленные на рис. 4.

Увеличение площади листовой поверхности коррелировало с увеличением фотосинтетического потенциала растений. Продуктивность работы фотосинтетического аппарата в смешанном посеве также повышалась. Чистая продуктивность фотосинтеза увеличилась у Рас-678/7 – в 1,6 раза, у Рас-1070/8 – в 1,7 раза. Только у Рас-1098/8 она была одинаковой как в чистом, так и в смешанном посевах.

Конечным результатом улучшения условий для произрастания растений рассеченнолисточкового морфотипа в смешанном посеве явилось увеличение урожайности семян (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность семян в чистом и смешанном посевах

Варианты	Монопосев, т/га				Смесь, т/га				% смеси к монопосеву
	2012	2013	2014	Среднее за 3 г.	2012	2013	2014	Среднее за 3 г.	
Батрак	3,04	1,75	2,96	2,58	-	-	-	-	-
Рас-665/7	2,67	1,62	2,84	2,38	2,82	1,44	3,63	2,63	110,7
Рас-678/7	2,44	1,48	2,96	2,29	3,09	1,51	2,43	2,34	102,2
Рас-1070/8	2,72	1,48	2,77	2,32	3,13	1,86	3,34	2,78	119,6
Рас-1098/8	2,70	2,06	3,39	2,72	2,97	2,18	3,43	2,86	105,4
Рас-828/9	3,09	1,93	2,63	2,55	2,93	1,99	3,44	2,79	109,2
$НСР_{05}$	0,32	0,20	0,18		0,48	0,26	0,21		

В среднем за три года исследований, в чистом посеве только линия Рас-1098/8 превысила сорт Батрак (на 0,14 т/га). Урожайность линии Рас-828/9 была на уровне Батрака, а остальные уступали ему. Выращивание рассеченнолисточковых линий в смеси с Батраком вызывало повышение урожайности. Оно было наиболее значительным в смешанном посеве с использованием линий Рас-1070/8 (на 19,6 %) и Рас-665/7 (на 10,7 %).

Результаты определения содержания белка в семенах компонентов диморфных сортосмесей показали их неоднозначную реакцию на смешанный посев (табл. 6). В вариантах, где наблюдался синергизм по урожайности (смеси с Рас-678/7 и Рас-1070/8), и содержание белка в семенах рассечённолисточковых линий было выше по сравнению с монопосевом.

Таблица 6

Содержание белка в семенах сорта Батрак и рассечённолисточковых линий в чистом и смешанном посевах, среднее за 2013-2014 гг.

Сорт, линии	Монопосев, %	Смешанный посев			
		Рассечённо-листочковый		Батрак	
		%	± к моно	%	± к моно
Батрак	28,4	-	-	-	-
Рас-665/7	29,1	28,8	-0,3	28,2	-0,2
Рас-678/7	29,0	29,5	+0,5	28,2	-0,2
Рас-1070/8	27,1	28,4	+1,3	28,4	0,0
Рас-1098/8	28,4	28,0	-0,4	29,2	+0,8
Рас-828/9	28,7	28,8	+0,1	27,8	-0,6

Белок семян сорта Батрак характеризуется высокой биологической ценностью [4]. У сорта Батрак в смешанном посеве содержание белка в семенах по сравнению с монопосевом или не изменялось (смеси с Рас-1070/8) или было ниже, чем в монопосеве (смеси с Рас-665/7, с Рас-678/7, с Рас-828/9), а в варианте с Рас-1098/8 произошло увеличение.

Экономическая оценка приведена в таблице 7. Линия Рас-1098/8 была выбрана из-за её стабильных показателей по урожайности в течении 3-х лет как в монопосеве, так и в смешанном.

Таблица 7

Экономическая оценка выращивания рассечённолисточковой линии в моно- и смешанном посевах

Показатели	Батрак	Рас-1098/8 моно	Рас-1098/8 + Батрак
Площадь, га	100	100	100
Урожайность зерна, ц/га	25,8	27,2	28,6
Прибавка урожайности, ц/га	Х	1,40	2,80
Валовой сбор основной продукции, т	258	272	286
Цена 1 т основной продукции, руб.	8000	8000	8000
Стоимость основной продукции, руб.	2064000	2176000	2288000
Стоимость дополнительной продукции, руб.	Х	112000	224000
Производственные затраты, руб.	1029691,78	1030518,81	1031339,20
Дополнительные производственные затраты, руб.	Х	827,03	1647,42
Себестоимость 1 т основной продукции, руб.	3991,05	3788,67	3606,08
Чистый доход, руб.	1034308,22	1145481,19	1256660,80
Рентабельность, %	100,4	111,2	121,8

Стоит отметить незначительное увеличение затрат на выращивание, это связано с увеличением урожайности и, соответственно, увеличением подработки и транспортировки семян. А все остальные приёмы остались неизменными. Однако увеличение урожайности и валового сбора позволило повысить показатели стоимости основной продукции, которые привели к увеличению рентабельности на 11,2 % в монопосеве и 21,8 % в смешанном посеве. Наиболее экономически выгодно было выращивание Рас-1098/8 в смеси с сортом Батрак.

Выводы

Линии рассеченнолисточкового морфотипа превосходят сорт Батрак по физиологическим показателям, определяющим потенциал урожайности и адаптивные свойства растений: по содержанию хлорофилла *(a+b)* в листьях (в 2,0 раза) и прилистниках (в 1,5 раза); массе корней (в 1,3 раза), клубенькообразующей способности (в 1,6 раза), активности каталазы в листьях (в 1,6 раза).

Недостатком линий рассечённолисточкового морфотипа является склонность к полеганию, который в значительной степени устраняется при выращивании их в смешанных посевах с устойчивым усатым сортом Батрак. Выращивание морфотипов в одновидовых смесях улучшает условия освещения в ценозе. В лучших комбинациях освещенность увеличилась более чем в 3 раза, что в свою очередь вызывает улучшение показателей фотосинтетической деятельности растений. По отношению к монопосеву площадь листовой поверхности увеличилась в среднем в 1,7 раза, чистая продуктивность фотосинтеза – в 1,4 раза, фотосинтетический потенциал – в 1,5 раза.

Изученные линии проявляли разную реакцию на смешанный посев, наиболее значительное увеличение урожайности было у линии Рас-1070/8 (на 20 %) и Рас-665/7 (на 11 %). Урожайность линий Рас-1070/8, Рас-1098/8 и Рас-828/9 в диморфном посеве превышала урожайность сорта Батрак в чистом посеве. При подборе компонентов сортосмесей следует учитывать длину стебля в монопосеве. Синергизм по урожайности семян лучше всего проявляется у близких по высоте компонентов. При формировании сортосмесей с участием рассечённолисточковых линий один из компонентов должен обладать устойчивым к полеганию стеблем и хорошо развитыми усатыми листьями.

Экономически наиболее выгодно возделывание как в моно-, так и в смешанном посеве линии Рас-1098/8, что позволяет увеличить рентабельность на 11,2 % и 21,8 % соответственно.

Литература

1. Амелин А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха. Автореф. дисс. доктора с.х. наук. – Москва, 2001. – 42 с.
2. Борлоуг Н.Э. «Зеленая революция»: вчера, сегодня и завтра // Экология и жизнь. – 2001. – № 4.
3. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю. Диморфные агрофитоценозы гороха на зерно // Доклады Россельхозакадемии, 2008. – № 2. – С. 13-15.
4. Косолапов В.М., Фицев А.И., Гаганов А.П., Мамаева М.В. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных, М., 2009. – 374 с.
5. Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха. Автореф. дисс. доктора с.х. наук. – Орёл, 2002. – 46 с.
6. Новикова Н.Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 53-58
7. Новикова Н.Е., Зотиков В.И., Фенин Д.М. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха (Pisum sativum *L.*) к неблагоприятным абиотическим факторам среды // Вестник Орел ГАУ. – 2011. – №2. – С.5-8.
8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1976. – 256 с.
9.Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. – М.: Просвещение, 1975. – 318 с.
10. Avercheva O., Sinjushin A., Zelenov A. A spontaneous mutation in a semi-leafless pea cultivar restores leaflet formation and improves photosynthetic function // VI Inetrn. Conf. on Legume Genetics and Genomics. India, Hyderabad, 2012. / P-TLG08. http://www.incrisat.org./gt-bt/VIICLGG/Homepage.htm.
11. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans: 1983: Vol. 11: № 5. – P 591–592.

PHYSIOLOGICAL AND ADAPTIVE CAPACITY OF DISSECTED PINNULED LEAF MORPHOTYPE OF PEAS IN THE PURE AND MIXED CROPPINGS

A.A. Zelenov[1, 2], A.N. Zelenov[1], N.E. Novikova[2]
[1] FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
[2] FGBOU VO «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY»

Abstract: *The studies found that dissected pinnuled leaf type of peas is characterized by improved physiological indicators of the process of photosynthesis, by increased root mass, which produce more nodules with nitrogen-fixing bacteria. High activity of the antioxidant enzyme system of dissected pinnuled leaf plants in leaves and stipules shows a significant adaptive potential of the new form. However, the tendency of plants to lodging hinders the achievement of maximal yield. In this connection, as one of the solutions for this problem, it is proposed to grow dissected pinnuled leaf plants in mixture with almost lodging resistant variety Batrak. In coenosis of mixture of varieties light conditions improve, indicators of photosynthetic activity increase, seed yield increases. Optimal parameters of the components are defined. The profitability of cultivation of mixture of varieties is higher in comparison to monocropping.*

Keywords: peas, dissected pinnuled leaf morphotype, production process, adaptive potential, mixed crops.

УДК 635.656:631.527

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ВЗАИМОСВЯЗИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ГЕНОТИПОВ ГОРОХА С НЕРАСКРЫВАЮЩИМИСЯ БОБАМИ

Е.А. ФАДЕЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ТАТАРСКИЙ НИИСХ»

*Изучен новый генофонд гороха посевного (Pisum sativum L.) с беспергаментными бобами, обуславливающими устойчивость бобов к раскрыванию. Выделены высокоурожайные образцы с преимуществом по урожайности к стандарту в умеренно увлажненных условиях на 9,6-24,9%, при остром дефиците влаги − на 24,3-39,2 %. Значения биометрических параметров растений гороха в более благоприятных условиях существенно превышали значения их в засушливый год, но генотипическое варьирование расширялось. Уровень вариабельности признаков «число семян на растении» и «число бобов на продуктивный узел» оставался стабильным по годам. Высокая положительная зависимость величины урожая от признаков «масса семян с растений» (r=0,73** и 0,76**) и «длины растений» (0,89*) доказана лишь в условиях умеренного увлажнения. Установленные закономерности повышения значения биомассы растений и массы семян с растений по мере возрастания некоторых количественных признаков («масса семян на продуктивный узел» (r=0,82** и 0,88**) « число семян в бобе» (r=0,91** и 0,88**), «масса 1000 семян» (r=0,69* и 0,64**) независимо от условий года позволяют корректировать параметры морфоструктуры растений при создании новых высокоурожайных сортов. Для адаптивной селекции представляют ценность данные по корреляции признаков, которые достоверны в определенных условиях произрастания.*

Ключевые слова: горох посевной, образец, устойчивость к раскрыванию бобов, урожай, изменчивость, корреляция.

Для многих видов *Fabaceae* свойственно раскрывание бобов. Данный признак у диких видов служит способом распространения семян. У возделываемых культур преждевременное раскрывание бобов приводит к осыпанию семян и потере значительной части урожая. Многочисленными исследованиями довольно подробно изучены механизмы и причины раскрывания бобов, установлена генетическая специфичность признака, выявленные