

5. Возделывание яровой пшеницы и озимой ржи по интенсивной технологии в Тюменской области: Рекомендации. Новосибирск, 1986. 64 с.
6. Моисейчик В. А., Шавкунова В. А. Агрометеорологические условия перезимовки и формирования урожая озимой ржи. Л., 1986. 164 с.
7. Саранин К. И., Беляков И. И. Озимая рожь в Нечерноземье. М., 1986. 174 с.
8. Интенсивные технологии возделывания яровой пшеницы, озимой ржи и зерновых культур в Тюменской области: Рекомендации. Новосибирск, 1987. 82 с.
9. Культурная флора СССР / Под ред. Дорофеева В. Ф. Т. 2. Ч. 1. Рожь. Л., 1989. 368 с.
10. Основы сельского хозяйства / Под ред. Фокеева П. М. М., 1976. 431 с.
11. Логинов Ю. П. Селекция яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Сибири. Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук, Новосибирск, 1997. 57 с.
12. Олейникова Т. В., Осипов Ю. Ф. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л., 1976. С. 23–32.
13. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости) / Под ред. Г. В. Удовенко, Л., 1970. 74 с.
14. Санина Н. В. Использование водоудерживающей способности листьев в оценке сортов яровой пшеницы по засухоустойчивости в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Кинель, 1996. 20 с.
15. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику. Минск, 1974. 448 с.
16. Терентьев П. В., Ростова Н. С. Практикум по биометрии. Л., 1977. 150 с.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами обработки результатов исследований). М., 1979. 419 с.
18. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1988. 294 с.

*Василий Николаевич УШАКОВ —  
младший научный сотрудник  
научно-производственной фирмы  
«Сибирская аграрная компания»;  
Нина Анатольевна БОМЕ —  
заведующая кафедрой ботаники  
и биотехнологии растений ТюмГУ,  
профессор,  
доктор сельскохозяйственных наук*

УДК 630\*165.69

**ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСА У ГИБРИДОВ ГОРОХА  $F_1$  И  $F_2$ ,  
ПОЛУЧЕННЫХ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ  
В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*АННОТАЦИЯ. Изложены результаты внутривидовых и межвидовых скрещиваний гороха. Определен эффект гетерозиса у гибридов при изучении в двух поколениях. Выделены комбинации гибридов, превышающие исходные формы по признакам продуктивности.*

*The authors present the results of intraspecific and interspecific crossings of peas and determine the heterosis effect at hybrids obtained while scrutinizing two generations.*

hybrids exceeding initial forms are allocated according to the level of

почвенно-климатических условий сельскохозяйственной зоны Севера требует подбора культур и создания новых форм растений, обладающим адаптивным потенциалом. Одной из ведущих зерновых бобовых является горох, который выращивается преимущественно на зернофуражное и фуражное назначения, а также в смеси с зерновыми культурами для получения зеленой массы для получения зеленого корма, сена, сенажа и силоса. Достоинствами гороха следует считать высокое содержание в семенах азота по сравнению с зерновыми культурами в 2–2,5 раза больше, и способность к азотфиксации, способствующую улучшению пищевого режима

растений [2] провел анализ роста урожайности сельскохозяйственных культур, что наряду с минеральными удобрениями, пестицидами и средствами защиты растений сыграло основную роль в этом процессе сыграло генетическое улучшение культур. По мнению автора, в обозримом будущем роль биологической селекции в первую очередь селекционного улучшения сортов и гибридов в повышении урожайности и качества урожая будет возрастать.

В настоящее время по испытанию и охране селекционных достижений за период с 1999 по 2024 г. было направлено 1100 сортов и гибридов различных сельскохозяйственных культур, из которых в Государственный реестр селекционных достижений по 2024 г., в том числе в 2000 г. — 452 образца [3].

Исходного материала для селекции впервые было показано Н. И. Варюхиным. Широкое использование гороха в качестве объекта для генетико-селекционных исследований обусловлено его биологическими особенностями. Горох имеет широким ареалом распространения и наличием большого разнообразия форм; он — самоопылитель, в роде *Pisum* отсутствуют полиплоидные формы с большим числом хромосом ( $2n = 14$ ) [4].

Основными методами селекции гороха является гибридизация, обеспечивающая широкий спектр генетической изменчивости, доступной отбору.

### *Математика и методика исследований*

Исследования проведены в 1999–2001 гг. на опытном поле научно-производственной лаборатории ЗАО «НПФ СибАгроком» (г. Заводоуковск Тюменской области), расположенном в соответствии с агроклиматическим районированием в лесостепи.

Характеризуется суровой зимой, теплым, но непродолжительным летом и короткими переходными сезонами, континентальность климата увеличивается с продвижением на юг. По средним многолетним данным сумма температур (выше  $+10^{\circ}$ ) составляет  $1860–1940^{\circ}\text{C}$ , количество выпадения осадков за год равно 232 мм. Продолжительность светового периода в сутки колеблется от 15 до 18 часов, что благоприятно для роста и развития гороха, относящегося по отношению к свету к культуре длинного дня.

Эксперименты проведены в селекционных питомниках лаборатории. Почва чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый. Обеспеченность подвижным фосфором и калием составляет 7,5–10,0 и 10–14 мг в 100 г почвы соответственно; рН водное 5,8–6,0.

Для объектов исследования были взяты 8 образцов гороха, различающихся по основным хозяйственно-биологическим признакам и эколого-географическому происхождению.

Губернатор и Линия 83 (г. Заводоуковск), Немчиновская 817 (870 С) (г. Тюмень). Полевое испытание названных образцов выявило неодинаковое проявление ряда важных для селекционной работы признаков: высота растения, высота прикрепления нижнего боба, количество стеблей, количество фертильных узлов, количество бобов на растении, масса зерен в бобе и на растении, масса зерен с растения, масса боба, устойчивость к полеганию и поражению болезнями. Испытания сортов по неполной диаллельной схеме было получено в результате гибридизации каждый образец высевался на делянке площадью 6 рядков — 6, длина каждого рядка — 1 м, расстояние между рядками — 1 м, расстояние между делянками — 1 м; количество семян в делянке составило 180; расстояние между делянками 60 см. Исследования выполнены по методике В. Ф. Дорофеева с обязательным учетом того, что в местных условиях первые цветки появляются в 9 часов, большинство цветков — в период от 11 до 15 часов. Оптимальные условия для кастрации и опыления складываются при температуре 18-20°C и относительной влажности в пределах 78-100%. Испытывались гибриды первого поколения ( $F_1$ ) по 9 количественным признакам в питомнике высевались гибриды ( $F_1$ ) в одном блоке с исходными сортами:  $P_1, F_1, P_2$ . Общее количество делянок — 92. Каждое крайнее поле делянки обрабатывалось с целью устранения краевого эффекта. Испытывались гибриды второго поколения ( $F_2$ ) изучались в 2001 г. в сравнении с исходными сортами на учетной площади 1 м<sup>2</sup>, на которые высевалось по 180 семян. По результатам индивидуального и массового отбора в комбинациях выделены группы растений по признакам: высота растения, наличие и отсутствие усов, осыпаемость зерна. Обработка экспериментальных данных выполнена по общепринятым методам [5,6].

### Результаты исследований

В значительной степени определяется правильно подобранными комбинациями скрещиваний и количеством полученных гибридных зерен. Показано, что сорта, включенные в систему диаллельных скрещиваний, различаются по признакам: Немчиновская 817 (пелюшка) — полевой горох (*Pisum sativum*) — полевой горох (*Pisum sativum*). Следовательно, гибриды получены как внутривидовые (21), так и межвидовые. В результате скрещиваний гибридным комбинациям было опылено 398 цветков, получено 724 гибридных зерен при средней величине завязываемости 1,82. Коэффициент завязываемости гибридных зерен изменялся в значительных пределах: от 0,9 (9 х 12 (870с) до 100 (Эрби х Губернатор). Наибольшее количество гибридных зерен получено у межвидового гибрида 12(870с) х Немчиновская 817. У внутривидовых гибридов: Омский 9 х Губернатор — 43 шт. Омский 9 — 43 шт.

Из критериев эффективности скрещиваний нередко используется гетерозис у гибридов первого поколения, а в ряде случаев и пос-

казано, что лучшие результаты получаются при скрещивании генетически чистых родительских сортов [7]. Величина гетерозиса зависит от

Таблица 1

Завязываемость гибридных зерен в различных комбинациях скрещиваний  
(г. Заводоуковск, 1999 г.)

Комбинация скрещивания	Опылено цветков, шт.	Получено		Завязы- ваемость,%
		гибридных бобов, шт.	гибридных зерен, шт.	
Флагман 5 х Норд	17	4	15	23,5
Флагман 5 х Эрби	13	6	21	46,2
Флагман 5 х Омский-9	20	11	43	55,0
Флагман 5хГубернатор	19	8	30	42,1
Флагман 5 х 83	17	7	28	41,2
Флагман 5 х 12 (870с)	20	9	33	45,0
Флагман 5 х Немчиновская 817	17	10	37	58,8
Норд х Эрби	11	5	20	45,5
Норд х Омский 9	13	8	29	61,5
Норд х Губернатор	11	6	22	54,5
Норд х 83	11	4	16	36,4
Норд х 12 (870с)	14	6	24	42,9
Норд х Немчиновская 817	11	4	14	36,4
Эрби х Омский 9	11	3	10	27,3
Эрби х Губернатор	10	10	37	100,0
Эрби х 83	10	9	33	90,0
Эрби х 12 (870с)	12	5	19	41,7
Эрби х Немчиновская 817	11	9	35	81,8
Омский 9 х Губернатор	30	15	57	50,0
Омский 9 х 83	10	4	13	40,0
Омский 9 х 12 (870с)	10	2	8	20,0
Омский 9 х Немчиновская 817	11	3	11	27,3
Губернатор х 12 (870с)	10	5	18	50,0
Губернатор х 83	12	3	8	25,0
Губернатор х Немчиновская 817	10	6	23	60,0
83 х 12 (870с)	22	9	33	40,9
12 (870с) х Немчиновская 817	38	18	71	47,4
83 х Немчиновская 817	14	5	16	35,7
Всего:	398	202	724	45,9

Проявление гетерозиса у гибридов первого поколения ( $F_1$ ) — один из критериев эффективности скрещиваний. В наших исследованиях эффект гетерозиса наблюдался по ряду признаков как в первом, так и во втором поколениях.

Выявлены гибриды, превосходящие исходные образцы по количественным признакам на 19–60% в первом поколении и на 20–52% — во втором (рис. 1).

По высоте растений гетерозис наблюдался у 56% гибридных комбинаций первого поколения и 35% — второго поколения. При этом 8 гибридов (Флагман 5 х Эрби, Флагман 5 х Губернатор, Флагман 5 х 83, Флагман 5 х 12(870с); Норд х 83; Эрби х 12(870с), Эрби х Немчиновская 817; Омский 9 х Губернатор) превосходили по значению данного признака лучшую родительскую форму как в первом, так и во втором поколениях. Другая группа гибридов (Норд х 12(870с); Губернатор х Немчиновская 817; 83 х Немчиновская 817; 12(870с) х Немчиновская 817), имели преимущество над исходными формами только в первом поколении.

По признаку длина до первого фертильного узла гибриды превышали лучшую родительскую форму на 1,4–12,9%. В первом поколении по этому признаку в сравнении с другими зарегистрировано максимальное число гибридов (60%) с эффектом гетерозиса. Для второго поколения характерно резкое снижение показателя до 25% от общего числа изучаемых гибридов.

Сравнение гибридных форм в разных поколениях по количеству зерен в бобе позволило выявить преимущество также первого поколения (2000 г.), в котором

доля гибридов с эффектом гетерозиса составила 33%. Анализ растений гороха, выращенных в 2001 г. показал, что только 20% из 28 гибридов сформировали в бобе больше зерен, чем их исходные формы.

По шести остальным исследованным признакам гибриды чаще проявляли гетерозисные свойства во втором поколении. Гибридных комбинаций, обладавших гетерозисом было больше во втором поколении по количеству междоузлий, количеству фертильных узлов на 1%; массе зерна с растения на 4%; длине боба на 7%; количеству зерен с растения на 10% и по количеству бобов на растении на 19%.

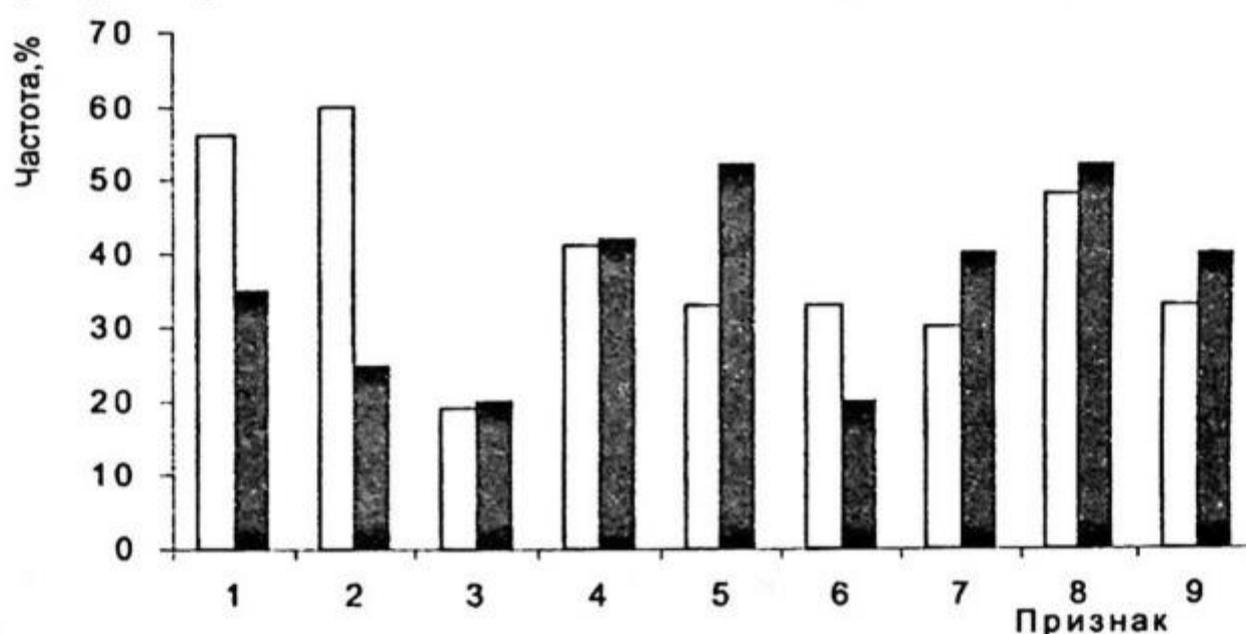


Рис. 1. Проявление эффекта гетерозиса у гибридов гороха двух поколений.

□ — F<sub>1</sub>; ■ — F<sub>2</sub>; 1 — длина стебля; 2 — длина до первого фертильного узла; 3 — количество междоузлий; 4 — количество фертильных узлов; 5 — количество бобов на растении; 6 — количество зерен в бобе; 7 — количество зерен с растения; 8 — масса зерна с растения; 9 — длина боба

### Выводы

1. При скрещивании восьми сортов гороха, относящихся к двум видам *Pisum sativum* и *P. arvense*, получено 28 гибридных форм при средней завязываемости зерен 46,0%. Наиболее эффективными были комбинации Эрби x Губернатор, Эрби x 83, Эрби x Немчиновская 817.

2. Эффект гетерозиса в первом и во втором поколениях обнаружен по 9 количественным признакам. Выявлены комбинации, обладающие наиболее высоким гетерозисом, в первом поколении по признакам длина до первого фертильного узла (63%), высота растения (59%), и масса зерна с растения (52%), во втором поколении масса зерна с растения (63%), количество бобов на растении (56%), количество фертильных узлов (52%).

3. Выявлены гибридные комбинации гороха, обеспечивающие гетерозисный эффект по признакам продуктивности при испытании в различные годы. Наиболее высокие значения признаков отмечены у межвидовых гибридов 12(870С) x Немчиновская 817, Губернатор x Немчиновская 817 и внутривидовых — Эрби x Омский 9, Флагман 5 x 12(817С).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антоний А. К., Пылов А. П. Зернобобовые культуры на корм и семена. Л., 1980. 221 с.
2. Жученко А. А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии) // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 1. С. 3–33.
3. Маслова М. А. Проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в условиях рыночной экономики (по материалам I съезда селекционеров России, Орел, 19–21 июля 2001 г.) // Сельскохозяйственная биология. 2001. № 5. С. 121–125.
4. Сидорова К. К. Генетика мутантов гороха. Новосибирск, 1981. 168 с.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1979. 416 с.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1990. 352 с.
7. Лукьяненко П. П. Гибридизация отдаленных эколого-географических форм и проблема использования гетерозиса в селекции пшеницы // Вестник сельскохозяйственной науки. 1967. № 3. С. 31–35.
8. Неттевич Э. Д. Исследования по гибридной пшенице в лаборатории яровых зерновых культур и полиплоидии Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центральных районов нечерноземной полосы (1964–1967 гг.) // Гетерозис в растениеводстве. М., 1968. С. 3–15.

**Леонид Николаевич СКИПИН** —  
 профессор, заведующий кафедрой  
 экологии ТюмГАСА,  
 доктор сельскохозяйственных наук;  
**Александр Александрович ВАЙМЕР** —  
 научный сотрудник кафедры экологии  
 ТюмГАСА, кандидат биологических наук;  
**Александр Яковлевич МИТРИКОВСКИЙ** —  
 доцент кафедры экологии ТюмГАСА,  
 кандидат сельскохозяйственных наук

УДК 631.46

### **ВЛИЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СОЛОНЦА ФОСФОРОМ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДОННИКА И ЛЮЦЕРНЫ**

*АННОТАЦИЯ.* В работе отражено влияние фосфора на активность биологической азотфиксации, ее количественные и качественные показатели (количество активных клубеньков, содержание леггемоглобина), а также на накопление азота и урожай зеленой массы донника желтого и люцерны синегибридной. Установлено, что при внесении фосфорных удобрений до уровня высокой обеспеченности (4,5–6,0 мг/100 г почвы) создаются наиболее благоприятные условия для биологической фиксации азота воздуха.

*Phosphorus influence on activity of biological nitrogen fixation, its quantitative and qualitative characteristics (number and weight of active tubers, leghemoglobin contents) as well as its influence on nitrogen accumulation and herbage yield of yellow melilot and lucerne are considered in this paper. It was established that application of phosphorus fertilizers up to the level of high concentration (4,5–6,0 mg/100 g of soil) provided for the most favorable conditions for biological fixation of air nitrogen*

Обеспеченность почвы усвояемым фосфором является важнейшим фактором хорошего произрастания бобовых растений, развития клубеньковых бактерий и высокой их активности. При достаточном содержании в почве усвояемого фосфора усиливается развитие корневой системы растений, увеличивается количество корневых волосков с обильным образованием клубеньков [1, 2].

Применительно к солонцам ученые отмечают более низкую обеспеченность их валовым фосфором и в сравнении с зональными почвами, при этом в составе фрак-