

**ОБОГАЩЕНИЕ ГЕНОФОНДА НА ОСНОВЕ  
ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА  
РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Сборник научных трудов**

УДК 575  
ББК 28. 54  
О 21

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
БГПУ им. М. Танка

*Рецензенты:* БелНИИ плодоводства: доктор биологических наук В. А. Матвеев; доктор сельскохозяйственных наук Р. Э. Лойко

*Редакционная коллегия:* И.Э. Бученков (отв. редактор),  
И.В. Викторчик, В.Т. Каравосов, В.Э. Гаманович.

О 21

Обогащение и сохранение генофонда на основе повышения биологического потенциала растительных ресурсов: Сб. науч. трудов. – Мн.: БГПУ им. М. Танка, 2000. – 97 с.

ISBN 985-435-245-5

В сборнике излагаются экспериментальные данные многолетних исследований сотрудников и аспирантов кафедры ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ им. М. Танка по проблеме комплексного изучения и обогащения генофонда культурных растений.

Предназначен научным сотрудникам, аспирантам, студентам старших курсов естественных факультетов, занимающимся проблемами изучения культурных растений

ББК28. 54

ISBN 985-435-245-5

© Коллектив авторов, 2000

## Гетерозис люпина желтого в системе диаллельных скрещиваний

Среди бобовых культур люпин желтый занимает особое положение по урожайности, количеству белка, неприхотливости к условиям произрастания и г.д. В семенах содержится 30 – 40% белка, обладающего высокой биологической ценностью. В зеленой массе в пересчете на сухое вещество белка бывает 20 – 25%. Урожай зеленой массы даже на бедных песчаных почвах может достигать 500 – 600 ц/га, что позволяет успешно решать проблему дефицита растительного белка в кормопроизводстве Республики Беларусь.

Важнейшим направлением в селекции люпина желтого является повышение урожайности зерна и зеленой массы сортов. Современная селекция основана на отборе исходного материала, создаваемого путем гибридизации различных форм и сортов. Эффективность селекционного процесса повышается при использовании гетерозисных комбинаций (В.С. Анохина, Н.С. Купцов, 1980; А.П. Орлюк, Л.В. Василенко, 1989). Другим направлением в селекции люпина желтого является создание синтетических сортов (сложных гибридных популяций). В этом случае рекомендуется использовать родительские формы, склонные к перекрестноопылению, резко отличающиеся друг от друга по морфологическим признакам с хорошо заметным доминированием в первом поколении (И.К. Саввичев, 1966; Л.В. Хотылева, А.П. Савченко, 1988; W. Williams, M. Gibbon R., 1980). Как в первом, так и во втором направлении селекции гетерозис является средством, с помощью которого благоприятные комплексы наследственных факторов концентрируются в популяции. Изучение генетических основ гетерозиса по элементам продуктивности у люпина желтого в системе диаллельных скрещиваний проводилось в работах Зыонг Зыо Фунг, А.П. Савченко (1988).

Целью наших исследований является изучение гетерозисного эффекта и путей его формирования по семенной продуктивности, оценка генетической и селекционной ценности гибридного материала и родительских сортов в системе диаллельных скрещиваний, а также возможность вовлечения их в селекционный процесс.

В качестве исходных форм использовались 9 родительских сортов 1 – Академический 1; 2 – Оранжевый мутант; 3 – Балтик II; 4 – Полуцкий; 5 – Янтарь; 6 – Афуз; 7 – Тоназ; 8 – Борлуга; 9 – Цит, отличающиеся по скороспелости, продуктивности, устойчивости к заболеваниям.

Сорта скрещивались по полной диаллельной схеме  $n(n-1)$ , что привело к получению 72 прямых и обратных гибридных комбинации. Оценка эффекта гетерозиса проводилась по алгоритмам расчета, приведенным в работах К. Мазер, Дж. Джинкс (1985), Л.А. Тарутина, Л.В. Хотылева (1990). Истинный положи-

тельный гетерозис рассчитывался как процентное отклонение среднего показателя признака у гибрида  $F_1$  от среднего показателя лучшей из родительских форм (положительный гетерозис). Отрицательный гетерозис будет представлять отклонение от худшей родительской формы. Если гибрид занимал промежуточное положение между родительскими формами (промежуточное наследование), гетерозис отсутствовал. Полная диаллельная схема скрещиваний позволила оценить эффекты гетерозиса как у прямых, так и обратных гибридов.

$$\Gamma (\%) = \frac{F_1 - \bar{P}_{лучш.}}{\bar{P}_{лучш.}} \cdot 100\%$$

За ошибку гетерозиса принималась следующая величина

$$S_{гетер.} = \frac{\sqrt{[(\bar{F}_1 - \bar{P}) \cdot S_p]^2 + (\bar{P} \sqrt{S_p^2 + S_f^2})^2}}{\bar{P}}$$

где  $S_p$  и  $S_f$  стандартные ошибки лучшего родительского сорта и гибрида  $F_1$  (К. Мазер, Дж. Джинкс, 1985; Л.А. Тарутина и др. 1980).

На рис. 1 представлена гистограмма распределения средних значений родительских сортов и гибридов  $F_1$ , которая дает представление о степени проявления гетерозиса. Эффект гетерозиса всегда оказывался более высоким у гибридов, полученных от скрещивания родительских форм с более низкой средней характеристикой анализируемого признака, и, наоборот, родительские сорта с более высокой характеристикой давали менее гетерозисное потомство, причем частота его проявления была значительно ниже. Так, родительские сорта, имеющие до 50 семян с главного соцветия, такие как Афуз, Янтарь, давали при скрещивании гибриды с 40% уровнем гетерозиса и выше. Сорта, имеющие свыше 65 семян давали единичные гибриды с достоверным гетерозисом, достигающим всего 8%. Аналогичная картина наблюдалась и по другим признакам, за исключением числа семян в 1 бобе, где замечен отрицательный гетерозис.

Анализ гетерозиса проводился по 6 признакам, включающим основные элементы семенной продуктивности: количество семяпочек, количество бобов, количество семян, число семян в 1 бобе, масса 1000 семян, масса семян, которые учитывались на главном соцветии.

Наглядное представление данных по частоте проявления достоверного положительного и отрицательного гетерозиса у люпина желтого по комплексу количественных признаков дает гистограмма (рис.2). Количество гибридных комбинаций  $F_1$ , показывающих достоверный положительный гетерозисный эф-

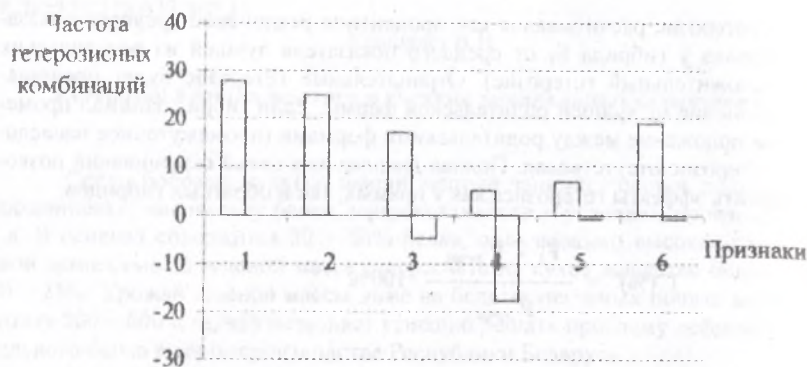


Рис. 2. Гистограмма распределения частот положительного и отрицательного гетерозиса у гибридов F<sub>1</sub> по признакам:

- 1—количество семяпочек; 2—количество бобов;  
3—количество семян; 4—число семян в 1 бобе;  
5—масса 1000 семян; 6—масса семян.

эффект по признакам количество семяпочек, количество бобов, семян, масса семян, значительно превышает количество комбинаций, показавших достоверный отрицательный эффект.

Высокая частота отрицательного гетерозиса отмечена для признака число семян в 1 бобе (рис. 2). Это связано с тем, что гибриды завязывают меньшее число семян в 1 бобе, по сравнению с родительскими формами. В этом случае на развитие семян расходуется большее количество пластических веществ, в результате чего, семена у гибридов крупнее и тяжелее, по сравнению с родительскими формами. Это сказывается на положительном гетерозисе по признаку масса 1000 семян.

Как известно, слагаемые семенной продуктивности—это комплекс признаков, которые можно ранжировать по степени их сложности: количество бобов, количество семяпочек, количество семян, число семян в 1 бобе, масса 1000 семян и масса семян главного соцветия.

При анализе признака количество семяпочек, обнаружен значительный гетерозисный эффект, который в среднем равнялся 10,2% (табл.) Частота гетерозиса также довольно высока: так из 72 гибридов 25 достоверно превысили лучшего родителя. Остальные гибриды показали незначительный гетерозис, или его отсутствие. Но тот факт, что около 40% гибридных комбинаций превысили лучшие показатели родительских форм свидетельствует о том, что этот признак вносит весомый вклад в формирование гетерозиса по семенной про-

дуктивности. Лучшими сортами по этому признаку являются Борлуга и Цит, а некоторые гибридные комбинации с их участием, например Цит х Полуцкий (гетерозис 10,6%) и Борлуга х Топаз (гетерозис 18,2%) превысили оценки этих сортов, поэтому заслуживают внимания с селекционной точки зрения.

При анализе признака число семян в 1 бобе была замечена отличительная особенность в формировании этого признака у гибридов F<sub>1</sub> по сравнению с родительскими формами. Как упоминалось выше при анализе рис. 2, так и при анализе данных табл. 1, отмечается относительное уменьшение числа семян в 1 бобе у гибридов, по сравнению с родительскими сортами. Средний уровень гетерозиса у всех гибридов по этому признаку составил -3,1%. Из 72 гибридных комбинаций 18 показали достоверный отрицательный гетерозис. Обнаруженная тенденция к снижению у гибридов числа семян в 1 бобе, свидетельствует о том, что формирование гетерозиса по продуктивности у них идет несколько другим путем, чем у сортов.

Таблица

Истинный гетерозис у гибридов F<sub>1</sub> люпина желтого (%) по некоторым признакам семенной продуктивности

Комбинация скрещивания	Количество бобов на главном соцветии	Количество семяпочек на главном соцветии	Количество семян на главном соцветии	Число семян в 1 бобе на главном соцветии	Масса 1000 семян главного соцветия	Масса семян главного соцветия
1	2	3	4	5	6	7
1 x 2	-	3,0	-	-7,8	-	-
1 x 3	18,7*	-	-1,5	-15,3*	-	-
1 x 4	11,2*	31,9*	15,9*	2,9	-6,3	11,8*
1 x 5	15,7*	19,8*	10,8*	-	-4,2	15,4*
1 x 6	12,8*	16,2*	18,3*	-	-10,6*	14,7*
1 x 7	10,8*	8,4	2,2	-	-	6,0
1 x 8	4,3	5,0	8,3	-	-1,9	0,3
1 x 9	1,9	-	6,9	-	-2,8	-
2 x 1	-	-	-	3,4	-	-
2 x 3	-	-	-14,3*	-18,9*	7,3	-
2 x 4	0,4	3,2	1,7	-	-	-2,7
2 x 5	10,2*	12,9*	11,8*	2,2	-	11,7*
2 x 6	14,4*	-	-	-	-	9,5
2 x 7	-	-	-	-	-	-
2 x 8	4,6	6,3	6,8	-	-	1,3
2 x 9	-	-	2,3	-	-	-
3 x 1	8,5	-	9,6	-19,9*	3,3	-
3 x 2	-5,4	-5,2	-	-18,5*	12,3*	-
3 x 4	3,3	15,5*	-7,1	-18,9*	14,2*	-
3 x 5	38,5*	34,8*	11,3*	-10,7*	12,6*	22,6*
3 x 6	18,2	0,7	-0,9	-16,8*	2,1	-

1	2	3	4	5	6	7
3 x 7	21,6*	1,5	-1,7	-12,5*	-	-
3 x 8	9,9*	-	-	-18,2*	7,2	-
3 x 9	-	-	-	-15,7*	-	-
4 x 1	-	9,7	-5,2	-	-2,7	-
4 x 2	-2,2	-	-23,9*	-15,7*	12,5*	-
4 x 3	4,6	28,7*	-13,6*	-20,6*	17,4*	-
4 x 5	-	39,2*	-2,4	-13,4*	-	-
4 x 6	21,4*	36,0*	14,8*	-	-	21,5*
4 x 7	17,5*	35,1*	-	-17,5*	7,0	22,8*
4 x 8	7,8	7,0	-0,9	-	8,4	8,7
4 x 9	-	-	-7,4	-5,6	-	-13,9*
5 x 1	32,4*	29,0*	28,1*	0,8	-6,6	32,9*
5 x 2	-	4,4	-	-	-	-
5 x 3	33,7*	27,6*	5,4	13,5*	-	7,5
5 x 4	7,5	49,1*	11,1*	2,6*	-	23,2*
5 x 6	45,0*	51,4*	79,9*	25,5*	-4,8	86,1*
5 x 7	23,3*	21,2*	35,6*	17,8*	-9,7	31,7*
5 x 8	-	-	-	-	-	-
5 x 9	-	-	-	-	-	-
6 x 1	14,2*	21,1*	18,5*	-	-	23,4*
6 x 2	5,6	-	1,2	-	-	-
6 x 3	18,9*	10,4*	1,0	-6,4	-	3,5
6 x 4	3,5	11,9*	-	-	1,9	-
6 x 5	13,6*	22,1*	37,2*	12,4*	6,9	30,9*
6 x 7	36,2*	36,0*	43,5*	2,3	-6,5	35,1*
6 x 8	9,2	7,8	5,5	-	-7,8	-
6 x 9	28,3*	29,8*	45,9*	24,1*	-15,2*	27,6*
7 x 1	33,5*	37,9*	34,1*	5,3	-	17,7*
7 x 2	-	-	-	-	-	-
7 x 3	21,0*	-0,8	-12,7*	-16,4*	-	-
7 x 4	1,5	9,5	-	-2,2	-1,7	0,4
7 x 5	-	-0,5	-	1,2	-5,1	-
7 x 6	2,2	2,5	6,6	-	-2,4	1,6
7 x 8	8,8	12,4*	-	-	-	9,3
7 x 9	-	-	7,3	-	-	-
8 x 1	-	-	-8,5	-12,0*	-1,5	-
8 x 2	1,9	0,8	-9,9	-9,0	0,1	-8,0
8 x 3	-	-	-15,6*	-22,1*	9,2	-1,9
8 x 4	-1,1	-	-2,7	-	-	-1,5
8 x 5	7,2	9,6	3,6	-	-	12,2*
8 x 6	3,5	5,2	3,7	-	-	8,9
8 x 7	20,9*	18,2*	13,8*	-	-2,5	13,9*
8 x 9	-	-	-	-	-	-
9 x 1	7,0	-	7,8	-	-	-
9 x 2	-	-	-	-2,2	-	-
9 x 3	20,7*	-	-	-16,7*	6,1	-

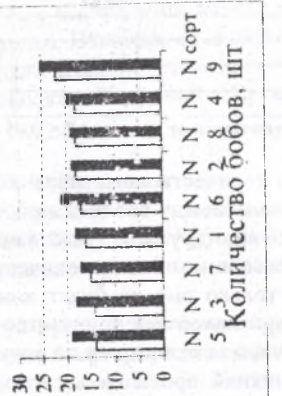
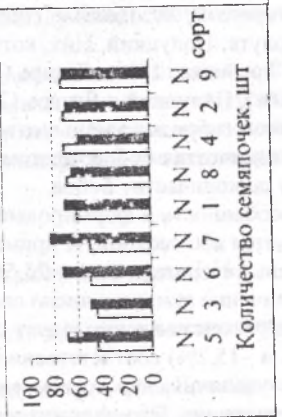
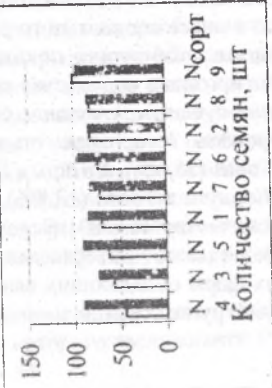
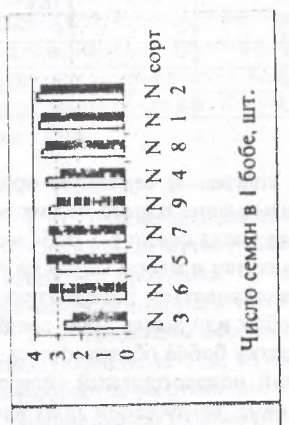
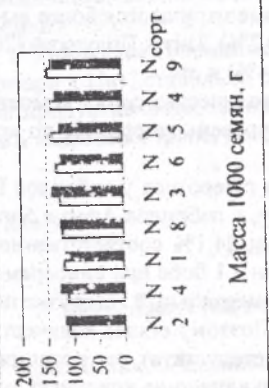
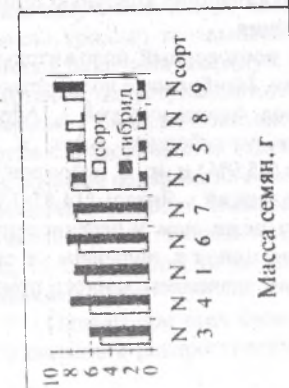


Рис. 1. Гистограмма распределения средних значений родителей своих сортов люпина желтого и гибридов F<sub>1</sub>, полученных от их полной дигаметной семье скрещивания.

Сорта: 1 - Акдэмжский 1, 2 - Срамский мушкет, 3 - Вилла И, 4 - Голубой, 5 - Арус, 6 - Ягтарь, 7 - Топка, 8 - Боруга, 9 - Цит

1	2	3	4	5	6	7
9 x 4	20,7*	10,6*	24,8*	3,1*	-	16,6*
9 x 5	-	-	-	-7,2	-	-
9 x 6	-	-	-	0,9	-	-
9 x 7	1,5	-	-	-6,0	-2,3	-
9 x 8	32,5*	-	-	-1,5	-	-

\* Достоверно отличается от нуля при  $P \leq 0.05$

Известно, что количественные признаки, слагаемые семенную продуктивность, взаимосвязаны между собой и любое изменение одного из них ведет к неизбежному изменению другого. Так снижение числа семян в 1 бобе может повлечь за собой уменьшение общего количества семян и массы семян на главном соцветии, если только оно не будет компенсироваться дополнительным увеличением таких признаков как количество бобов или масса 1000 семян. И действительно, при анализе гетерозиса по количеству бобов обнаружилось, что 28 гибридных комбинаций проявили достоверный положительный гетерозис, средний уровень которого 9,7%. Ценные гибридные комбинации получены с участием сортов Борлута, Полуцкий, Цит, которые отличаются более высоким показателем данного признака; Цит x Янтарь (20,7%), Цит x Полуцкий (20,7%), Борлута x Топаз (20,9%), Полуцкий x Янтарь (21,4%) и др.

Однако не у всех гибридов уменьшение количества семян компенсировалось увеличением количества бобов, поэтому уровень гетерозиса по количеству семян ниже, чем по количеству бобов.

Выявленная особенность в формировании гетерозиса у гибридов  $F_1$  люпина желтого не является абсолютной. К примеру, у гибридов Афус x Янтарь и Янтарь x Цит, уровень гетерозиса равен 25,5% и 24,1% соответственно. При этом отмечалось увеличение признака число семян в 1 бобе при одновременном уменьшении их массы, о чем свидетельствует отрицательный гетерозис по массе 1000 семян (-4,8% и -15,2%) соответственно. Поэтому общее количество семян у этих гибридов увеличивалось, о чем свидетельствует гетерозис равный 79,9% и 45,9% соответственно. Это положительно влияло на конечную продуктивность, выраженную в массе семян одного растения.

Многие гибридные комбинации показали достоверный положительный уровень гетерозиса для признака количество семян. Наибольшее количество гетерозисных гибридов получено с участием сортов Академический 1, Афус и Янтарь. Высокий уровень гетерозиса отмечен у гибридов Афус x Янтарь (79,9%), Афус x Топаз (35,6%), Янтарь x Цит (45,9%) и др. У гибридов Цит x Полуцкий (24,8%), Борлута x Топаз (13,8%), Полуцкий x Янтарь (14,8%) уровень гетерозиса по количеству семян несколько ниже, чем у перечисленных выше. Однако они представляют интерес для селекции, т.к. получены от скрещивания родительских форм обладающих высоким значением данного признака среди анализируемой группы сортов.

Результующим признаком семенной продуктивности является масса семян главного соцветия. Средний уровень гетерозиса по данному признаку равнялся 7,0%, причем 19 гибридных комбинаций из 72 проанализированных превысили значение лучших родителей. Некоторые гибриды на протяжении нескольких лет исследования сохраняли высокий уровень гетерозиса вне зависимости от условий среды. К ним относятся Полуцкий x Янтарь, Янтарь x Топаз, Янтарь x Цит.

### Выводы

1. В системе диаллельных скрещиваний с участием сортов Академический 1, Оранжевый мутант, Балтик II, Полуцкий, Афус, Янтарь, Топаз, Борлута, Цит гетерозис проявился по комплексу признаков, определяющим семенную продуктивность люпина желтого.

2. Установлены особенности путей формирования гетерозиса по семенной продуктивности. Так, у гибридов  $F_1$  по сравнению с родительскими формами наблюдается уменьшение числа семян в 1 бобе. Гетерозис формируется за счет увеличения таких элементов продуктивности как количество бобов и масса 1000 семян.

3. Выделены гибридные комбинации Полуцкий x Янтарь, Янтарь x Топаз, Янтарь x Цит, стабильно проявляющие высокий уровень гетерозиса по семенной продуктивности, которые могут быть использованы для эффективного отбора и выделения трансгрессивных форм в расщепляющихся популяциях.