

## ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСА В ПОТОМСТВЕ У *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEUNH. И ДРУГИХ САМООПЫЛЯЮЩИХСЯ РАСТЕНИЙ

С. Г. ХАБЛАК, кандидат биологических наук, доцент

Я. А. АБДУЛЛАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

*Агропромхолдинг «Кернел», Научно-исследовательский центр*

*E-mail: sergeyhab211981@gmail.com*

*Аннотация.* Важной задачей селекции растений является разработка приемов закрепления гетерозиса во втором и последующих поколениях. По многим перекрестноопыляющимся культурам, в частности подсолнечник, кукуруза, приходится вести сложное семеноводство.

Для самоопыляющихся растений пшеницы, ячменя, овса использование эффекта гетерозиса ограничивается низким процентом завязывания зерен, слабым коэффициентом размножения семян. Решение у растений вопроса по сохранению гетерозиса в ряде поколений дало бы возможность упростить и удешевить практическое его использование в растениеводстве.

Повторить гетерозис у самоопыляющихся растений в дальнейших поколениях, не прибегая к сложному семеноводству и системе возвратных, ступенчатых скрещиваний, возможно с помощью анализирующего скрещивания при скрещивании доминантной гомозиготы с рецессивной гомозиготой гибридов  $F_2$  ( $AABB \times$

$aabb \rightarrow AaBb$ ). Через то, что материнская форма являлась доминантной гомозиготой, расщепление по фенотипу не происходит. В этом случае у самоопыляющихся растений возможно закрепление гетерозиса в последующих поколениях при отборе таких генотипов в  $F_2$  с крайней степенью выражения признака. Для выявления данных генотипов у растений  $F_2$  можно, используя метод половинок, проводить анализирующие скрещивания с рецессивной гомозиготой по признаку, вызываемому гетерозисом. Применение анализирующих скрещиваний и метода половинок при однократном индивидуальном отборе у самоопыляющихся растений позволяет ускорить селекционный процесс путем сокращения времени на многократную проверку по потомству отбираемых отдельных растений, связанную с явлением расщепления в поколениях отбираемых элитных форм.

**Ключевые слова:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heunh, гетерозис, ген, мутация, раса

**Актуальность.** Гетерозис представляет собой сложное и весьма важное для эволюции и селекции

явление увеличения мощности, жизнеспособности и продуктивности гибридов первого поколения ( $F_1$ ) по

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

сравнению с родительскими формами [1]. Важной задачей селекции является разработка приемов закрепления гетерозиса во втором и последующих поколениях. Например, урожайность зерна у гетерозисных гибридов кукурузы в среднем снижается в  $F_2$  на 35%, а в  $F_3$  на 50% по сравнению с урожайностью гибридов  $F_1$ . (Гуляев, 1984) [2]. В этой связи по многим перекрестноопыляющимся культурам, в частности подсолнечник, кукуруза, приходится вести сложное семеноводство.

Для самоопыляющихся растений пшеницы, ячменя, овса и др. использование эффекта гетерозиса ограничивается низким процентом завязывания зерен, слабым коэффициентом размножения семян. Решение у растений вопроса по сохранению гетерозиса в ряде поколений дало бы возможность упростить и удешевить практическое его использование в растениеводстве.

#### **Анализ последних исследований и публикаций.**

Удачным в решении вопроса о закреплении эффекта гетерозиса является использование *Arabidopsis thaliana* (L.) Neunh. как модельное растение. Исследования на модельных объектах считаются всегда опережающими. Они позволяют разрабатывать новые генетические подходы, которые в дальнейшем могут быть использованы на других объектах.

Недавно на арабидопсисе определена роль доминантных мутаций в возникновении гетерозиса. Показано, что доминантные мутации характеризуются подавлением в гетерозиготном состоянии проявления генов дикого типа. В случае если они обладают хозяйственно ценным преимуществом, то у гибридов первого поколения может наблюдаться гетерозис. Среди культурных форм и их сородичей предложено проводить поиск доминантных мутаций (доминантных мутантных генов), приводящих к улучшению тех или иных признаков и свойств [3].

Интерполяция этих данных с арабидопсиса на культурные растения, позволила, используя донор маркерных генов доминантной высоты стебля, получить у озимой ржи гибридные растения  $F_1$ , у которых проявлялось доминирование короткостебельности, обусловленное доминантным геном *H1* в гетерозиготном состоянии [4]. У озимой ржи также с использованием доминантного гена короткостебельности разработан способ контроля стерильности на участках гибридизации, который включает опыление стерильной длинностебельной формы закрепителем стерильности с доминантным геном короткостебельности и проведение

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

по длине стебля контроля стерильности растений [5].

В мировых центрах генетических ресурсов арабидопсиса имеется много рас, названных обычно по населенным пунктам, вблизи которых в естественных условиях были сначала собранные семена. Две из таких рас – Landsberg из Германии и Columbia с США, которые сокращенно обозначают соответственно как La-0 и Col-0 [6].

**Целью настоящей работы** было изучение на примере скрещивания рас Col-0 и La-0 *Arabidopsis thaliana* возможности возникновения и закрепления гетерозиса в последующих поколениях у самоопыляющихся растений.

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследований служили растения *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экотипа (расы) Columbia (Col-0) и Landsberg (La-0). Семена рас были получены из Ноттингемского центра образцов арабидопсиса (Nottingham Arabidopsis Stock Centre (NASC), UK).

Растения выращивали в лаборатории в почвенной культуре в смеси почвы, песка и торфа в соотношении 4 : 2 : 1 по методике, описанной в работе А. П. Петрова [7]. В качестве сосудов для культивирования растений, использовали пластиковые горшочки емкостью 100-125<sup>3</sup> см.

Семена к посеву готовили путем яровизации в течение 5 суток при температуре 4–6<sup>0</sup> С и последующего односуточного проращивания при комнатной температуре. Пробринки для предохранения от нагревания и попадания света на корни растений обвертывали двумя слоями бумаги. Растения культивировали при температуре 18–20<sup>0</sup> С, освещенность круглосуточная в пределах 4000–7000 лк.

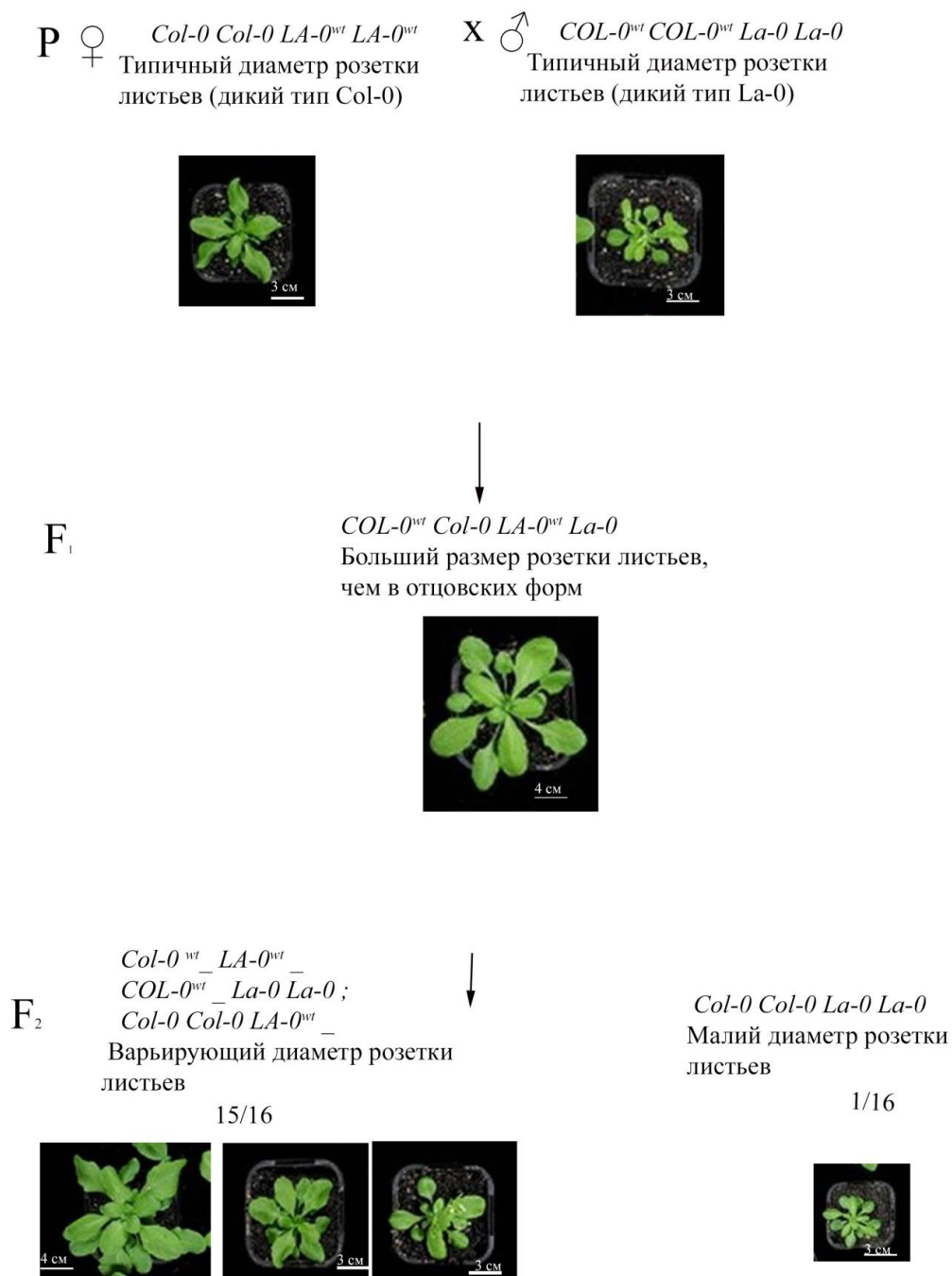
Кастрацию и принудительную гибридизацию проводили под микроскопом типа МБС-9. Генетический анализ наследования признаков у растений проводили в F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>. Объем выборки во втором поколении составлял 186 растений. При проведении наблюдений за растениями руководствовались общепринятыми методиками вегетационных и сравнительно-морфологических исследований [8]. Математическую обработку результатов проводили по методам, описанным Б. А. Доспеховым [8] и Г. Ф. Лакиным [9].

**Результаты исследования и их обсуждение.** При скрещивании растений разных рас Col-0 и La-0 в поколении F<sub>2</sub> наблюдалось полимерное взаимодействие генов по признаку «диаметр розетки листьев» (рис. 1, табл. 1). В таком случае расщепление в F<sub>2</sub> происходило в отношении 15:1. При этом у гибридов первого поколения наблюдался соматический гетерозис,

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

котрий проявлявся в більш потужному розвитку розетки листків порівняно з вихідними формами. Во в другому поколінні відбувався процес розщеплення гібридів, і їх перевага по діаметру розетки

листяв над батьківськими формами зменшилося. Це пов'язано з зменшенням гетерозиготності рослин в поколінні F<sub>2</sub>.



**Рис. 1.** Наследование размера розетки листків у *A. thaliana* при полімерному взаємодії двох пар генів *Col-0* і *La-0* (розщеплення в відношенні 15:1): *Col-0* – типовий діаметр розетки листків, *COL-0<sup>wt</sup>* – більший діаметр розетки листків, *La-0* – типовий діаметр розетки листків, *LA-0<sup>wt</sup>* – більший діаметр розетки листків.

В рассмотренном скрещивании более сильное развитие диаметра розетки листьев связано с действием двух пар полимерных генов. В то же время аддитивный полимерный эффект неаллельных доминантных генов на развитие признака «диаметр розетки листьев» может проявляться

и при действии трех и больше пар аллелей. Чем больше пар аддитивных полимерных неаллельных генов благоприятно влияют на развитие диаметра розетки листьев, тем более мощным будет проявление данного признака у гибридных растений первого поколения.

### 1. Расщепление в поколении F<sub>2</sub> за генами *Col-0* и *La-0*

| Обозначение          | <i>COL-0<sup>wt</sup> LA-0<sup>wt</sup> _</i><br><i>COL-0<sup>wt</sup> La-0 La-0</i><br><i>Col-0 Col-0 LA-0<sup>wt</sup> _</i> | <i>Col-0 Col-0 La-0 La-0</i> | Всего |
|----------------------|--|------------------------------|-------|
| <i>f</i>             | 170  | 16                           | 186   |
| <i>f<sup>l</sup></i> | 174  | 12                           | 186   |
| <i>d</i>             | -4   | 4                            |       |
| <i>d<sup>2</sup></i> | 16   | 16                           |       |
| $\chi^2$             | 0,09   | 1,25                         | 1,34  |

Для выяснения генотипов у растений F<sub>2</sub> были проведены анализирующие скрещивания с рецессивной гомозиготой по изучаемому признаку. При скрещивании растений, имеющих самый большой диаметр розетки листа, с растениями с малым размером розетки листа было получено потомство в первом случае только с большим диаметром розеточных листьев, тогда как во втором – 1/4 его часть была с крупным размером розетки листа, 2/4 – со средним диаметром

розеточных листьев (типичный для дикого типа), а 1/4 – с мелкими листьями розетки.

В первом случае в результате анализирующего скрещивания расщепление не наблюдалось и все растения в F<sub>1</sub> имели большой диаметр розетки листа. Поэтому материнская форма, которая была взята для анализирующего скрещивания, являлась гомозиготной по двум парам генов (*COL-0<sup>wt</sup> COL-0<sup>wt</sup> LA-0<sup>wt</sup> LA-0<sup>wt</sup>*). Во втором случае анализирующего скрещивания в F<sub>1</sub> происходило расщепление по

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

фенотипу в соотношении 1:2:1. В этой связи материнская форма была гетерозиготной по двум парам генов ( $COL-0^{wt} Col-0 LA-0^{wt} La-0$ ).

$COL-0^{wt} COL-0^{wt} LA-0^{wt} LA-0^{wt}$  (большой диаметр розетки листа) х  $Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (малый размер розетки листа) →  $COL-0^{wt} Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (большой диаметр розеточных листьев).

$COL-0^{wt} Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (большой диаметр розетки листа) х  $Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (малый размер розетки листа) →  $1/4 COL-0^{wt} Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (большой диаметр розеточных листьев) :  $2/4 COL-0^{wt} Col-0 La-0 La-0$ ;  $Col-0 Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (средний размер розеточных листьев, характерный для дикого типа) :  $1/4 Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (мелкие листья розетки).

В то же время при скрещивании растений, обладающих средним диаметром розетки листа, с растениями, имеющими мелкие размеры розетки листа, было получено потомство в первом случае только со средним размером розетки листа, тогда как во втором – половина его было со средним размером розетки листа, а половина – с мелкими листьями розетки.

В первом случае в результате анализирующего скрещивания расщепление не наблюдалось и все растения в первом поколении имели средний диаметр розетки листа, типичный для дикого типа. В этой связи материнская форма может быть

в одном варианте доминантной гомозиготой по первой паре генов, по второй – рецессивной гомозиготой ( $COL-0^{wt} COL-0^{wt} La-0 La-0$ ), тогда как в другом варианте, наоборот, – рецессивной гомозиготой по первой паре генов, по второй – доминантной гомозиготой ( $Col-0 Col-0 LA-0^{wt} LA-0^{wt}$ ).

$COL-0^{wt} COL-0^{wt} La-0 La-0$  (средний диаметр розетки листа) х  $Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (малый размер розетки листа) →  $COL-0^{wt} Col-0 La-0 La-0$  (средний диаметр розеточных листьев).

$Col-0 Col-0 LA-0^{wt} LA-0^{wt}$  (средний диаметр розетки листа) х  $Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (малый размер розетки листа) →  $Col-0 Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (средний диаметр розеточных листьев).

Во втором случае анализирующего скрещивания в  $F_1$  происходило расщепление по фенотипу в соотношении 1:1. В этой связи материнская форма может быть в одном варианте гетерозиготой по первому гену, по второму – рецессивной гомозиготой ( $COL-0^{wt} Col-0 La-0 La-0$ ), а в другом варианте, наоборот, – рецессивной гомозиготой по первому гену, по второму – гетерозиготой ( $Col-0 Col-0 LA-0^{wt} La-0$ ).

$COL-0^{wt} Col-0 La-0 La-0$  (средний диаметр розетки листа) х  $Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (малый размер розетки листа) →  $1/2 COL-0^{wt} Col-0 La-0 La-0$  (средний диаметр

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

розеточних листьєв) :  $1/2 Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (мелкіє листьєя розеткы).

$Col-0 Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (середній діаметр розеткы листьєя) х  $Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (малый розмір розеткы листьєя)  $\rightarrow 1/2 Col-0 Col-0 LA-0^{wt} La-0$  (середній діаметр розеточных листьєв) :  $1/2 Col-0 Col-0 La-0 La-0$  (мелкіє листьєя розеткы).

Одним из важных моментов в изучении механизма гетерозиса является вопрос о его закреплении в последующих поколениях, поскольку использование этого явления возможно только в гибридах  $F_1$ . Трудности в закреплении гетерозиса, как правило, связаны с уменьшением гетерозиготности растений в  $F_2$  и последующих поколениях. Во втором поколении при моно-, ди- и полигибридном скрещивании происходит процесс расщепления гибридов, и их превосходство по хозяйственно-ценному признаку над родительскими формами снижается.

У пшеницы, ячменя, овса, риса, гороха, чечевицы, фасоли, сорго и других самоопылителей при скрещивании определенных сортов или линий у гибридов  $F_1$  может возникать гетерозис сопоставимый по силе проявления с гетерозисом, образующимся при скрещивании самоопыленных линий перекресноопыляющихся растений кукурузы и подсолнечника. Как видно из приведенных выше результатов, повторить гетерозис у самоопыляющихся растений в

дальнейших поколениях, не прибегая к сложному семеноводству и системе возвратных, ступенчатых скрещиваний, возможно с помощью анализирующего скрещивания в трех случаях. В первом случае в результате скрещивания гетерозиготных гибридов первого поколения с рецессивной гомозиготой гибридных растений  $F_2$  ( $AaBb \times aabb \rightarrow 1/4 AaBb : 2/4 Aabb; aABb : 1/4 aabb$ ). Во втором случае при скрещивании доминантной гомозиготы с рецессивной гомозиготой гибридов  $F_2$  ( $AABB \times aabb \rightarrow AaBb$ ). В третьем случае вследствие скрещивания гетерозиготы из второго поколения гибридов с рецессивной гомозиготой ( $AaBb \times aabb \rightarrow 1/4 AaBb : 2/4 Aabb; aABb : 1/4 aabb$ ).

Только во втором случае анализирующего скрещивания через то, что материнская форма являлась доминантной гомозиготой, расщепление по фенотипу не происходит. В этом случае у самоопыляющихся растений возможно закрепление гетерозиса в последующих поколениях при отборе таких генотипов в  $F_2$  с крайней степенью выражения признака. В тоже время при моногибридном скрещивании во втором поколении гибридов с генотипом, несущим доминантную гомозиготу, выходит всего  $1/4$  растений, при дигибридном скрещивании –  $1/16$ , а при тригибридном –  $1/64$ . При этом

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

аддитивный полимерный эффект генов на развитие такого признака может проявляться и при действии четырех и больше пар аллелей, тогда у гибридов  $F_2$  очень трудно разделить фенотипические классы по соответствующему признаку. Все это усложняет анализ гибридного потомства по полимерным генам, контролирующим количественные признаки. Поэтому для выявления таких генотипов у растений  $F_2$  можно, используя метод половинок, проводить анализирующие скрещивания с рецессивной гомозиготой по признаку, вызываемому гетерозис. Применение анализирующих скрещиваний и метода половинок при однократном индивидуальном отборе у самоопыляющихся растений позволяет ускорить селекционный процесс путем сокращения времени на многократную проверку по потомству отбираемых отдельных растений, связанную с явлением расщепления в поколениях отбираемых элитных форм.

В этой связи следует вспомнить, что при полимерии у самоопылителей во втором поколении часто наблюдается явление трансгрессии, которое связано с эффектом гетерозиса, когда в результате скрещивания растений, которые имеют различия по количественному признаку, у гибридов возникает более сильное устойчивое проявление

соответствующего признака по сравнению с исходными формами. Трансгрессивную изменчивость, появляющуюся обычно у гибридов второго поколения, можно считать одной из форм проявления гетерозиса у самоопыляющихся растений. При этом у растений  $F_2$  возникают устойчивые генотипы (доминантные либо рецессивные гомозиготы), объединяющие в себе полимерные гены аддитивного действия, вызывающие крайнее проявление хозяйственно-ценного признака, при отборе которых в перспективе, возможно, получить новый сорт, урожайность которого превышает родительские пары на 20-40 %.

Как известно, сорт пшеницы обычно представляет собой размноженное потомство одного самоопыляющегося растения и обладает достаточно высокой степенью гомозиготности. Большинство сортов самоопыляющихся растений получено методом однократного индивидуального отбора из естественных или гибридных популяций непосредственно из гибридов второго поколения. Такие сорта обычно стойко сохраняют свои хозяйственно-биологические качества во множестве поколений. Так, многие линейные сорта яровой пшеницы, овса, ячменя, проса, зернобобовых культур сохраняются в производстве свыше 50 лет без



Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

каких-либо видимых признаков снижения продуктивности [2].

Результаты исследований позволяют для ускорения селекционного процесса и уменьшения времени на оценку по потомству отбираемых родоначальных растений рекомендовать в селекции самоопылителей при однократном индивидуальном отборе использовать анализирующие скрещивания и метод половинок для выявления генотипов, у которых сохраняется эффекта гетерозиса в последующих поколениях. В перекресноопыляющихся растений возобновить и закрепить гетерозис в последующих поколениях возможно аналогичным способом, только этот процесс усложняется в зависимости от характера техники скрещивания, особенностей опыления, способа отбора и соблюдения пространственной изоляции.

Наши данные вполне согласуются с результатами, полученными на тутовом шелкопряде, согласно которым возобновление гетерозиса в следующем поколении гибридов возможно за счет проведения отбора лучших особей от возвратного скрещивания гибридной самки  $F_1$  с ее собственным абсолютно гомозиготным сыном. Дальнейшее закрепление эффекта гетерозиса в последующих поколениях возможно благодаря проведению четырех-пяти

последовательных возвратных скрещиваний лучших отобранных гибридов с каждого поколения с рецессивной гомозиготой, что позволяет сохранить ту часть генов в гетерозиготном состоянии, которая обеспечивает гетерозис в исходном гибриде, и перевести остальные гены в гомозиготное состояние [10].

### Выводы и перспективы.

Повторить гетерозис у самоопыляющихся растений в дальнейших поколениях, не прибегая к сложному семеноводству и системе возвратных, ступенчатых скрещиваний, возможно с помощью анализирующего скрещивания при скрещивании доминантной гомозиготы с рецессивной гомозиготой гибридов  $F_2$  ( $AABB \times aabb \rightarrow AaBb$ ). Через то, что материнская форма являлась доминантной гомозиготой, расщепление по фенотипу не происходит. В этом случае у самоопыляющихся растений возможно закрепление гетерозиса в последующих поколениях при отборе таких генотипов в  $F_2$  с крайней степенью выражения признака. Для выявления данных генотипов у растений  $F_2$  можно, используя метод половинок, проводить анализирующие скрещивания с рецессивной гомозиготой по признаку, вызываемому гетерозис. Применение анализирующих скрещиваний и метода половинок при однократном индивидуальном

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

отборе у самоопыляющихся растений позволяет ускорить селекционный процесс путем сокращения времени на многократную проверку по

потомству отбираемых отдельных растений, связанную с явлением расщепления в поколениях отбираемых элитных форм.

#### Список использованных источников

1. Davenport C.V. Degeneration, albinism and inbreeding. *Science*. 1908, Vol. 28, P. 454-455.

2. Гуляев Г.В. Генетика. М. : Колос, 1984. 351 с.

3. Hablak S, Riabovol I. Heterosis at Interaction in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh Genes ETR1 and ETR2. *Biochem Ind J*. 2017, Vol. 11(4), P. 1–8.

4. Скорик В. В., Ляшко І. М., Неїжпапа С. С., Давидюк І. М. Спадкування морфологічних і кількісних ознак F<sub>1</sub> від схрещування донорів з відмінними селекційними ознаками жита озимого (*Secale cereale*). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2009, № 2, С. 27-34.

5. Парій Ф.М., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О. Спосіб контролю стерильності рослин жита озимого на ділянках гібридизації за використання гена w/w «восковий наліт». Інноваційні розробки Уманського НУС, Умань, 2014, С. 25.

6. Seed List. The Nottingham *Arabidopsis* Stock Centre. Nottingham.: The University of Nottingham, 1994. 147 p.

7. Петров А. П., Плотников В. А., Прокопенко Л. И. Методика почвенной культуры *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. и проблема минимизации паратипических

варианс. *Генетика*, 1973, № 12(2), С. 83–88.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат. 1985, 351 с.

9. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высш. шк. 1990, 352 с.

10. Струнников В.А., Струнникова Л.В. Гетерозис можно закрепить в потомстве. *Природа*. 2003, №1, С. 3-7.

#### References

1. Davenport C.V. (1908). Degeneration, albinism and inbreeding. *Science*, 28, 454-455.

2. Hulyaev, G.V. (1984). *Genetics*. M: Kolos.

3. Hablak S, Riabovol I. (2017). Heterosis at Interaction in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh Genes ETR1 and ETR2. *Biochem Ind J.*, 11(4), 1–8.

4. Skoryk V.V., Lyashko I.M., Nejzhpara S.S., Daviduk I. M. (2009). Inheritance of morphological and quantitative signs F<sub>1</sub> from crossbreeding of donors with excellent selective features of winter rye (*Secale cereale*). *Variety study and protection of rights to plant varieties*, 2, 27-34.

5. Pariy F.M., Ryabovol Ya.S., Riabovol L.O. (2014). A method for controlling the sterility of winter rye plants on hybridization sites using w/w "wax plaque" gene. *Innovative developments of the Uman NDS*. Uman.

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

6. *Seed List. The Nottingham Arabidopsis Stock Centre.* (1994). Nottingham.: The University of Nottingham.

7. Petrov, A.P., Plotnikov, V.A., Prokopenko, L.I. (1973). Method of soil culture of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. and the problem of minimizing paratypic variances. *Genetics*, 12 (2), 83-88.

8. Dospikhov, B.A. (1985). *Methods of field experience.* M.: Agropromizdat.

9. Lakin, G. F. (1990). *Biometriya.* M. : Vysh. shk.

10. Strunnikov V.A., Strunnikova L.V. (2003). Heterosis can be fixed in the progeny. *Nature*, 1, 3-7.

## ЗАКРІПЛЕННЯ ГЕТЕРОЗИСУ СЕРЕД НАЩАДКІВ У *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH. ТА ІНШИХ САМОЗАПИЛЬНИХ РОСЛИН

С. Г. Хаблак, Я. А. Абдуллаєва

*Анотація.*

Важливим завданням селекції рослин є розробка прийомів закріплення гетерозису у другому і наступних поколіннях. За багатьма перехреснозапилюючим культурам, зокрема соняшник, кукурудза, доводиться вести складне насінництво. Для самозапильних рослин пшениці, ячменю, вівса використання ефекту гетерозису обмежується низьким відсотком зав'язування зерен, слабким коефіцієнтом розмноження насіння. Вирішення у рослин питання щодо збереження гетерозису в ряді поколінь дало б можливість спростити та здешевити практичне його використання у рослинництві. Повторити гетерозис у самозапильних рослин у подальших поколіннях, не вдаючись до складного насінництва та системи зворотних, ступінчастих схрещувань, можливо за допомогою аналізує схрещування при схрещуванні домінантної гомозиготи з рецесивною

гомозиготою гібридів  $F_2$  ( $AABB \times aabb \rightarrow AaBb$ ). Через те, що материнська форма була домінантною гомозиготою, розщеплення за фенотипом не відбувається. У цьому випадку у самозапильних рослин можливе закріплення гетерозису в наступних поколіннях при відборі таких генотипів у  $F_2$  з крайнім ступенем вираження ознаки. Для виявлення даних генотипів у рослин  $F_2$  можна, використовуючи метод половинок, проводити аналізуючи схрещування з рецесивною гомозиготою за ознакою, що викликає гетерозис. Застосування аналізуючих схрещувань та методу половинок при одноразовому індивідуальному відборі у самозапильних рослин дозволяє прискорити селекційний процес шляхом скорочення часу на проведення багаторазової перевірки по потомству відбираємих окремих рослин, пов'язану з явищем розщеплення в поколіннях відбираємих елітних форм.

**Ключові слова:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh, гетерозис, ген, мутація, раса

Хаблак С. Г., Абдуллаєва Я. А.

**CLOSURE OF HETEROISIS IN  
ARABIDOPSIS THALIANA (L.)  
HEYNH. AND OTHER SELF-  
MILITARY PLANTS**

**S. G. Hablak, Y. A. Abdullaieva**

*Abstract.* An important task of plant breeding is to develop methods of fixing heterosis in the second and subsequent generations. In many cross-pollination crops, in particular sunflower, corn, have to lead complex seed production. For self-pollinating plants of wheat, barley, oats, the use of the effect of heterosis is limited to a low percentage of tying of grains, a weak seed multiplication factor. The solution of the problem of preserving heterosis in plants in a number of generations would make it possible to simplify and reduce the cost of practical use in plant growing. To repeat the heterosis in self-pollinating plants in subsequent generations, without resorting to complex seed production and a system of recurrent, stepwise crossings, it is possible with the help of an analyzing crossing when crossing a dominant homozygote with a recessive homozygous of  $F_2$  hybrids ( $AABB \times aab \rightarrow AB$ ). Through the fact that the maternal form was the dominant homozygote, the phenotype does not split. In this case, in self-pollinating plants, it is possible to fix heterosis in subsequent generations when selecting such genotypes in  $F_2$  with an extreme degree of expression of sign. In order to identify these genotypes in  $F_2$  plants, it is possible, using the halves method, to conduct analyzing crosses with a recessive homozygote on the basis of heterosis. The use of analyzing crosses and the halves method with single individual selection in self-pollinating plants makes it possible to speed up the

*selection process by shortening the time for multiple inspection by progeny of selected individual plants, related to the phenomenon of splitting in generations of selected elite forms.*

**Keywords:** *Arabidopsis thaliana (L.) Heynh, heterosis, gene, mutation, race*