

ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦІЯ І БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 575.11.113:854.78

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОСАТЕЛІТНОГО МАРКЕРА *rAHAS 16-17* ПРИ ІНТРОГРЕСІЇ ГЕНА *AHAS1* СТІЙКОСТІ ДО ГЕРБІЦИДІВ В СЕЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ СОНЯШНИКУ

© 2018 р. А. Є. Солоденко, А. С. Ільченко, Б. Ф. Вареник

Селекційно-генетичний інститут –

Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

Національної академії аграрних наук України

(Одеса, Україна)

Зменшення генетичного різноманіття сортів, втрата стійкості до хвороб та шкідників, забруднення навколишнього середовища, деградація ґрунтів призвели до зниження темпів приросту урожайності основних сільськогосподарських культур, що досягалася за рахунок звичайної фенотипічної селекції. Вирішення цієї проблеми можливе завдяки впровадженню в селекційні програми біотехнологічних підходів, що базуються на використанні молекулярних маркерів. У даній роботі проведено молекулярно-генетичне дослідження вихідного матеріалу, який залучено до програми створення інбредних ліній соняшника, стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовини. Показана можливість ідентифікації та маркерного добору гібридних рослин від схрещувань зразка SURES-2 (носії мутантного гена *AHAS1*) з лініями селекції СГІ-НЦНС ОС 1019В і ОС 1029В за мікросателітним маркером *rAHAS 16-17*. Фенотипова оцінка стійкості підтвердила дані маркерного добору. У нащадків гомозиготних рослин F₂ популяції SURES-2 × ОС 1019В та SURES-2 × ОС 1029В, що за генотипом відповідають лінії-донору мутантного гена *AHAS1*, не виявлено розчеплення за стійкістю. Зразки, відібрані за результатами молекулярно-генетичного та морфологічного аналізів, складуть основу вихідного матеріалу для селекції нових самозапилених ліній, адаптованих до умов півдня України з генетично зумовленою стійкістю до гербіцидів групи сульфонілсечовини та комплексом господарсько-цінних ознак.

Ключові слова: *Helianthus annuus*, гербіциди, стійкість, ДНК-маркери, ген *AHAS1*

Зменшення генетичного різноманіття сучасних сортів, втрата імунітету до більшості хвороб та шкідників, забруднення навколишнього середовища, погіршення якості та деградація ґрунтів призвели до зниження темпів приросту урожайності основних сільськогосподарських культур, яка досягалася за рахунок звичайної фенотипічної селекції. Вирішення цієї проблеми можливе завдяки впровадженню в селекційні програми біотехнологічних підходів, які базуються на використанні молекулярних маркерів. Так, в останнє десятиліття значного розвитку

набула технологія маркер-опосередкованого добору (marker assisted selection, MAS), яка використовується в селекційних програмах економічно розвинених країн як методичний прийом для інтенсифікації селекційного процесу (Леонова, 2013). MAS базується на виявленні маркерів генів господарсько-цінних ознак і подальшому їх застосуванні на певних етапах селекції. За допомогою ДНК-маркерів, які перебувають у тісному генетичному зчепленні з функціональними генами, здійснюють тестування вихідного селекційного матеріалу з метою пошуку донорів цих генів, беккросування та добір певних генотипів у потомстві. Найефективніше MAS застосовується в селекційних програмах з інтрогресії генів. Порівняно з методами традиційної селекції використання маркерів дозволяє зменшити

Адреса для кореспонденції: Солоденко Анжелла Євгенівна, Селекційно-генетичний інститут – НЦ насіннєзнавства та сортовивчення НААН України, Овідіопольська дорoga, Одеса, 65036, Україна;
E-mail: angelika_solo@yahoo.com

кількість етапів, необхідних для інтрогресії локусу, та зменшити обсяг вибірки.

Новітні агротехнології захисту посівів соняшнику від бур'янів передбачають вирощування гібридів з генетично зумовленою стійкістю до гербіцидів. Одними з найбільш поширених є гербіциди, дія яких полягає в інгібуванні ферменту синтезу амінокислотних ланцюгів синтази ацетогідроксикислоти (acetohydroxyacid synthase, AHAS), що відома також як ацетолактатсинтаза (acetolactate synthase, ALS). Дія AHAS-інгібуючих гербіцидів призводить до фатального порушення метаболізму у чутливих до цих гербіцидів рослин (Duggleby et al., 2000). Стійкість до гербіцидів, які інгібують AHAS, виникає у рослин в результаті точкових мутацій в генах, що кодують синтез даного ферменту. Мутантні гени, які надають стійкості до AHAS-інгібуючих гербіцидів, були виявлені у зразків з дикорослих північноамериканських популяцій соняшнику та інтрогредовані в елітні інбредні лінії з метою створення стійких сортів та гібридів (Al-Khatib, Miller, 2000; Miller, Al-Khatib, 2002). Так, введення гена стійкості до сульфонілсечовинного (SU) гербіциду трибенуронметилу від дикорослого *Helianthus annuus* L. в генотип культурного соняшнику призвело до створення двох загальнодоступних джерел стійкості: SURES-1 та SURES-2 (Miller, Al-Khatib, 2004). Стійкість до SU гербіцидів, яку демонструють SURES-1 та SURES-2, асоційована з точковою мутацією C/T в кодоні 197 гена *AHAS1* (Kolkman et al., 2004). Інтродуковані з США лінії-носії мутантних генів *AHAS1* використовуються для інтрогресії вказаних генів в селекційний матеріал та створення нових ліній з генетично зумовленою стійкістю до гербіцидів (Демурич, Перстнева, 2007; Демурич и др., 2013).

За нашими попередніми дослідженнями ідентифіковані мікросателітні маркери гена *AHAS1* у генотипів соняшнику, що використовуються в селекції як донори стійкості до гербіцидів імідазолінової та сульфонілсечовинної груп (Солоденко, Файт, 2015).

Мета даної роботи – визначити ефективність використання ДНК-маркера в генетико-селекційній програмі з інтрогресії мутантного гена *AHAS1*.

МЕТОДИКА

Для дослідження використовували стійку до SU гербіцидів лінію SURES-2; інбредні лінії селекції Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС): ОС 1019В та ОС

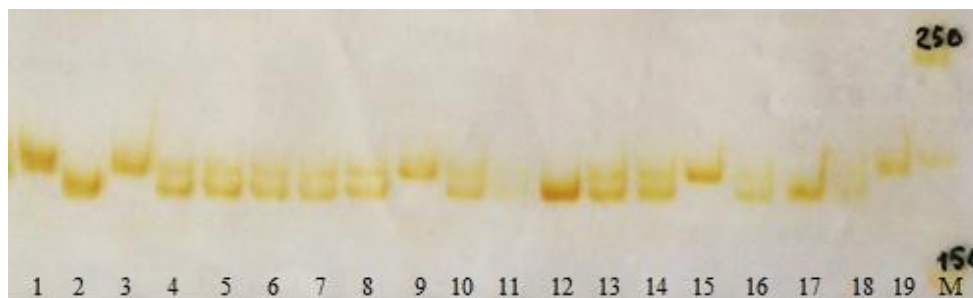
1029В; індивідуальні рослини F₁, сегреганти популяцій F₂ та F₃, отримані в результаті попарної ізоляції «кошик на кошик» та штучного запилення рослин без використання кастрації квіток від схрещувань SURES-2 × ОС 1029В та SURES-2 × ОС 1019В.

Для молекулярно-генетичного дослідження використовували листки рослин. ДНК виділяли цетавлоновим методом. Ампліфікацію здійснювали на приладі «Терцик» (ДНК-технологія, Росія). Склад реакційної суміші: буфер для DreamTaq полімерази, 1 одиниця активності DreamTaq полімерази (Fermentas, Литва), 0,2 мкМ кожного праймера, 0,2 мМ кожного dNTP, 20 нг ДНК. Умови ампліфікації: початкова денатурація 2 хв при 94°C; 30 циклів – 20 с при 60°C, 30 с при 72°C, 20 с при 92°C; фінальна елонгація 5 хв. Електрофоретичне розподілення продуктів ампліфікації проводили в поліакриламідному гелі (10% акриламід, 1 × трис-боратний буфер) з наступною візуалізацією азотнокислим сріблом. Документували отримані електрофореграми цифровою відеокамерою. Молекулярний розмір фрагментів ДНК визначали за допомогою програми «GelAnalyzer 2010a» відносно маркерів довжини фрагментів ДНК: GeneRuler 50 б.р., pUC 19 / MspI. Нуклеотидні послідовності праймерів для дослідження гена *AHAS1*: рАНАS 16 5'-CCC CGT TTC GCA TTA CCC ATC ACT-3', рАНАS 17 5'-ACC AAC ACG TCT GCG CCT TTT CTC-3' (Kolkman et al., 2004). Праймери синтезовані у Metabion International (Німеччина).

Оцінку стійкості соняшнику до гербіциду групи сульфонілсечовини проводили у зимовий період у камері штучного клімату з використанням ламп ДРЛ 1000, з фотоперіодом 12 год на добу. Рослини вирощували в ємностях об'ємом 5 л (по 15 рослин в кожній). На стадії 4-5 справжніх листків за допомогою пневматичного обприскувача проводили обробку гербіцидом Гранстар (діюча речовина – трибенуронметил) в дозуванні 0,15 г/л, що відповідає 22 г/га. Гербіцид рівномірно наносили на листки і точку росту рослин. Візуальну оцінку впливу гербіциду на рослини проводили на 10 добу після обробки. Визначали два фенотипові класи: стійкі – без наявних пошкоджень тканин, та нестійкі – пригнічені, з зупинкою розвитку, пошкодженою точкою росту та некрозом тканин рослини.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У СГІ-НЦНС розгорнута генетико-селекційна програма зі створення генотипів со-



Електрофореграма продуктів ампліфікації ДНК рослин популяції F_2 SURES-2 \times ОС 1029В за маркерним мікросателітним локусом *rAHAS 16-17*: 1, 19 – SURES-2; 2, 18 – ОС 1029В; 11, 12, 16, 17 – гомозиготні з алелем 176 п.н.; 3, 9, 15 – гомозиготні з алелем 191 п.н.; 4-8, 10, 13, 14, 16 – гетерозиготні з алелями 176 та 191 п.н.; М – маркер молекулярної маси ДНК ladder 100 (фрагменти 150, 200, 250 п.н.).

Таблиця 1. Результати оцінки стійкості батьківських ліній соняшнику до гербіциду Гранстар

Лінія	Генотип за маркерним локусом <i>rAHAS 16-17</i> , п. н.	Кількість рослин, шт.	
		стійких	нестійких
SURES-2	191	21	0
ОС 1019В	176	0	16
ОС 1029В	176	0	13

няшнику зі стійкістю до страхових гербіцидів. Донором стійкості вибрана лінія SURES-2. У генотипі SURES-2 присутній мутантний алель гена *AHAS1*, відомий також як *AHAS1 I-2* (Sala et al., 2012). Рекурентні генотипи в програмі гібридизації з донором гербіцидостійкості – кращі за комплексом господарсько-цінних ознак інбредні лінії-відновники фертильності пилку селекції СГІ-НЦНС ОС 1019В та ОС 1029В.

Раніше при дослідженні фрагмента гена *AHAS1*, що містить мікросателітний повтор, виявили низку поліморфних алелів та диференціювали досліджені лінії, які різняться за стійкістю до сульфонілсечовинних та імідозолінонових гербіцидів (Солоденко, Файт, 2015). За використання пари праймерів *rAHAS 16-17* у лінії SURES-1 та SURES-2 виявили алель 191 п.н., у лінії селекції СГІ-НЦНС ОС 1019В та ОС 1029В – альтернативний алель 176 п.н. На наступному етапі мікросателітні маркери 176 та 191 п.н. були використані для ідентифікації гібридних рослин F_1 , одержаних від схрещування за індивідуальною схемою «кошик на кошик» лінії SURES-2 з лініями ОС 1019В та ОС 1029В. Для підтвердження гібридної природи, для кожної рослини F_1 маркерним аналізом визначали генотип за мікросателітним маркерним локусом *rAHAS 16-17*. З кожної рослини F_1 , в генотипі якої виявлені алелі обох батьківських форм, тобто 176 та 191 п. н., отримали

дві популяції F_2 SURES-2 \times ОС 1019В та SURES-2 \times ОС 1029В.

Ампліфікація за маркерною мікросателітною послідовністю ДНК, яку виділяли з листків індивідуальних рослин F_2 , дозволила диференціювати зразки на три генотипові класи: гомозиготні з алелем 176 п.н. або 191 п.н. та гетерозиготні, в генотипі яких присутній алель 191 п.н. лінії-донора мутантного гена *AHAS1* SURES-2 та алель 176 п.н. від лінії ОС 1019В або ОС 1029В (рисунок).

За результатами маркерного аналізу 24 рослин F_2 популяції SURES-2 \times ОС 1019В та 57 рослин F_2 популяції SURES-2 \times ОС 1029В для подальшої селекційної роботи рекомендовані гомозиготні сегреганти з маркерним генотипом 191 п.н. В цілому, отримано 10 гомозиготних рослин F_2 SURES-2 \times ОС 1019В та 18 гомозиготних рослин F_2 SURES-2 \times ОС 1029В, які за генотипом відповідають донору мутантного гена *AHAS1* лінії SURES-2.

Провели оцінку стійкості до SU гербіциду рослин з популяції F_3 , отриманих після ізоляції та самозапилення добраних за маркерним генотипом 191 п.н. сегрегантів F_2 . Як контроль в кожній комбінації схрещування досліджували по одній популяції F_3 , що були отримані від гетерозиготних рослин F_2 з генотипом 176-191 п.н. або гомозиготних рослин F_2 з генотипом 176 п.н.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОСАТЕЛІТНОГО МАРКЕРА *pAHAS 16-17*

Таблиця 2. Результати оцінки стійкості до гербіциду Гранстар рослин популяцій F₃ з визначеним генотипом за маркерним локусом *pAHAS 16-17*

Популяція	F ₂		F ₃	
	зразок	генотип за маркерним локусом <i>pAHAS 16-17</i> , п. н.	стійкі, шт.	нестійкі, шт.
SURES-2 × OC 1029B	5462/1	191	11	0
	5462/2	191	12	0
	5462/3	191	12	0
	5462/7	191	13	0
	5463/2	191	13	0
	5463/3	191	15	0
	5465/3	191	12	0
	5465/4	191	9	0
	5468/2	191	13	0
	5470/2	191	15	0
	5471/1	191	14	0
	5471/2	191	13	0
	5471/3	191	9	0
	5472/2	191	14	0
	5473/1	191	12	0
	5474/2	191	14	0
5476/1	191	14	0	
5476/4	191	12	0	
5465/2	176-191	13	1	
5472/3	176	0	14	
SURES-2 × OC 1019B	5477/1	191	14	0
	5478/1	191	14	0
	5478/2	191	13	0
	5479/4	191	10	4
	5480/1	191	15	0
	5480/3	191	14	0
	5480/4	191	14	0
	5482/1	191	15	0
	5482/2	191	12	0
	5482/3	191	13	0
	5477/2	176-191	8	6
	5481/4	176	0	14

Рослини лінії SURES-2 показали повну стійкість, а рослини ліній OC 1019B та OC 1029B, навпаки, виявилися нестійкими (табл. 1).

У контрольних популяціях F₃ обох комбінацій схрещування SURES-2 × OC 1029B і SURES-2 × OC 1019B (5472/3 і 5481/4 відповідно), що є нащадками рослин F₂ гомозиготного генотипу 176 п.н., всі рослини виявилися ураженими (табл. 2). У потомстві гетерозиготних рослин F₂ (5465/2 і 5477/2 відповідно) спостерігали розщеплення на стійкі та нестійкі до дії гербіциду рослини. В той же час у досліджених популяціях F₃ від схрещування SURES-2 × OC 1029B, які отримані від самозаплених рослин F₂ з маркерним генотипом 191 п.н., всі рослини

виявилися стійкими. Серед 10 популяцій F₃ від схрещування SURES-2 × OC 1019B, розщеплення за стійкістю спостерігали лише в одній: серед нащадків гомозиготної за маркером 191 п.н. рослини F₂ 5479/4 виявлено 10 стійких та чотири нестійких. В цілому, з 32 тестувань лише в одному випадку спостерігали невідповідність маркерного аналізу і фенотипічної оцінки стійкості. Тобто, визначення генотипу рослини F₂ за маркерним мікросателітним локусом *pAHAS 16-17* дозволяє прогнозувати прояв стійкості до SU гербіциду цієї рослини (або її нащадків) з ймовірністю 96,8%.

Вартість дослідження з оцінки стійкості до гербіциду, яка проводиться в кліматичних камерах за штучного освітлення, не дозволяє

проаналізувати весь бажаний обсяг матеріалу. Проте, отримані дані свідчать про значну ефективність використання виявленого мікросателітного маркера гена *AHAS1* для добору зразків зі стійкістю до сульфонілсечовинного гербіциду Гранстар. Відсутність розчеплення за ознакою стійкості в родинях F_3 дозволяє використати ці зразки як вихідний матеріал для створення нових ліній соняшнику з генетично детермінованою стійкістю SU гербіцидів, яка гарантована наявністю в генотипі мутантного гена *AHAS1* у гомозиготному стані. У наступних поколіннях самозапилення нащадків гомозиготних за маркером 191 п.н. рослин F_2 можливе розчеплення за ознаками адаптивності, продуктивності та іншими, крім стійкості до SU гербіцидів, що надає можливість проведення добору необхідних сегрегантів.

Впровадження у традиційний селекційний процес молекулярних маркерів потребує проведення попередніх досліджень їхньої ефективності при доборі. За даними маркерного аналізу повинна бути можливість розрізняти гомо- та гетерозиготні генотипи. Під час добору найкраще використовувати маркери, що входять безпосередньо до складу цільового гена. Мікросателітний маркер *rAHAS 16-17*, який входить до складу гена *AHAS1*, відповідає усім вищенаведеним вимогам та використовується нами як інструмент маркерного добору в програмі з інтрогресії гена стійкості соняшнику до SU гербіцидів.

ЛІТЕРАТУРА

- Леонова И.Н. 2013. Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов. Вавилов. журн. генетики и селекции. 17 (2) : 314-325. (Leonova I.N. 2013. Molecular markers: implementation in crop plant breeding for identification, introgression, and gene pyramiding. Vavilov J. Genet. Breeding. (Vavilov. Zhurn. Genetiki i Selektzii). 17 (2) : 314-325.
- Демури́н Я.Н., Перстенева А.А. 2007. Передача гена устойчивости к имидозолиновым гербицидам в селекционный материал подсолнечника во ВНИИМК. Масличные культуры. Научно-технич. бюлл. ВНИИМК. 2 (137) : 18-23. (Demurin Ya. N., Perstenyeva A.A. 2007. Transferring of an imidazolinone resistance gene to the sunflower breeding material in VNIIMK Maslichniye kul'tury. Nauchno-tekhnich. Bull. VNIIMK. 2 (137) : 18-23.)
- Демури́н Я.Н., Пихтярева А.А., Тронин А.С. 2013. Передача гена устойчивости к трибенуронметилу в селекционный материал подсолнечника ВНИИМК. Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 1 (153-154) : 16-20. (Demurin Ya.N., Pikhthyaryova A.A., Tronin A.S. 2013. The transfer of gene of resistance to tribenuron-methyl to sunflower breeding material of VNIIMK Maslichniye kul'tury. Nauchno-tekhnich. Bull. VNIIMK. 1 (153-154) : 16-20.)
- Солоденко А.Є., Файт В.І. 2015. Маркери гена *AHAS1* для використання в селекції соняшника на стійкість до гербіцидів. Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Серія Біологія. 3 (36) : 71-75. (Solodenko A.E., Fayt V.I. 2015. Markers of *AHAS1* gene for use in sunflower breeding for resistance to herbicides. Bull. Kharkiv. Natl. Agrar. Univ. Ser. Biology. (Visn. Kharkiv. Natsional. Agram. Univer. Ser. Biologiya.) 3 (36) : 71-75.)
- Al-Khatib K., Miller J.F. 2000. Registration of four genetic stocks of sunflower resistant to imidasolinone herbicides. Crop. Sci. 40 : 869-870.
- Duggleby R.G., Pang S.S. 2000. Acetohydroxyacid synthase // J. Biochem. Mol. Biol. 33 : 1-36.
- Kolkman J., Slabaugh M., Bruniard J., Berry S., Bushman B., Olungu C., Maes N., Abratti G., Zambelli A., Miller J., Leon A., Knapp S. 2004. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidasolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. Theor. Appl. Genet. 109 : 1147-1159.
- Miller J.F., Al-Khatib K. 2002. Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA425) and fertility restorer (RHA426 and RHA427) germplasms. Crop. Sci. 42 : 988-989.
- Miller J.F., Al-Khatib K. 2004. Two express resistant sunflower genetic stocks. Crop. Sci. 44 : 1037.
- Sala C., Bulos M., Altieri E., Ramos M.L. 2012. Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower. Helia. 35 : 57-70.

Надійшла до редакції
18.04.2018 р.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОСАТЕЛІТНОГО МАРКЕРА *pAHAS 16-17*

**EFFECTIVENESS OF MICROSATELLITE MARKER
pAHAS 16-17 FOR INTROGRESSION OF HERBICIDE RESISTANCE GENE *AHAS1*
INTO SUNFLOWER BREEDING MATERIAL**

A. E. Solodenko, A. S. Ilchenko, B. F. Varenik

*Plant Breeding and Genetic Institute
of National Academy Agrarian Sciences of Ukraine
(Odesa, Ukraine)*

E-mail: angelika_solo@yahoo.com

Reduction of the genetic diversity of varieties, loss of resistance to diseases and pests, environmental pollution, soil degradation led to a decrease in the rate of increase in yields of major crops, which was achieved due to the usual phenotypic selection. The solution to this problem is possible due to the introduction of biotechnological approaches based on the use of molecular markers in breeding programs. A molecular genetic study of the initial material involved in the program of creation of the sulfonylurea-group-herbicides-resistant sunflower inbred lines was conducted. The possibility of identification and marker selection of hybrid plants from crossing of SURES-2 (the carrier line of *AHAS1* mutant gene) with OC 1019B and OC 1029B (the breeding lines of PBGI) with using of the microsatellite marker *pAHAS 16-17* was shown. The marker data were confirmed by the assessment of herbicide resistance of the tested samples. The homozygous F₂ plants with the genotype correspond to the donor line of the mutant *AHAS1* gene were identified. The descendants of homozygous F₂ plants demonstrated no segregation on the resistance. The resistant samples, that confirmed by the results of both marker and morphological analyzes, will be the source material for creation of new breeding lines, adapted for the south Ukraine environment conditions with genetically determined resistance to herbicides of the sulfonylurea group and a complex of economic and valuable features.

Key words: *Helianthus annuus, herbicides, DNA markers, resistance, AHAS1 gene*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОСАТЕЛЛИТНОГО МАРКЕРА *pAHAS 16-17*
ПРИ ИНТРОГРЕССИИ ГЕНА *AHAS1* УСТОЙЧИВОСТИ К ГЕРБИЦИДАМ
В СЕЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

А. Е. Солоденко, А. С. Ильченко, Б. Ф. Вареник

*Селекционно-генетический институт –
Национальный центр семеноведения и сортоизучения
Национальной академии аграрных наук Украины
(Одесса, Украина)*

E-mail: angelika_solo@yahoo.com

Уменьшение генетического разнообразия сортов, потеря устойчивости к болезням и вредителям, загрязнение окружающей среды, деградация почв привели к снижению темпов прироста урожайности основных сельскохозяйственных культур, который достигался за счет обычной фенотипической селекции. Решение этой проблемы возможно благодаря внедрению в селекционные программы биотехнологических подходов, основанных на использовании молекулярных маркеров. Проведено молекулярно-генетическое исследование исходного материала, который используется в программе создания инбредных линий подсолнечника, устойчивых к гербицидам группы сульфонилмочевины. Показана возможность идентификации и маркерного отбора гибридных растений от скрещивания линии-носителя мутантного гена *AHAS1* SURES-2 с линиями селекции СГИ-НЦСС ОС 1019В и ОС 1029В по микросателлитному маркеру *pAHAS 16-17*. Оценка устойчивости подтвердила данные маркерного отбора. У потомков гомозиготных растений F₂ популяций SURES-2 × ОС 1019В и SURES-2 × ОС 1029В, генотип которых соответствует генотипу линии-донора мутантного гена *AHAS1*, показано отсутствие расщепления по устойчивости. Отобранные по результатам молекулярно-генетического и морфологического анализов образцы составят основу исходного материала для селекции новых самоопыленных линий, адаптированных для условий юга Украины с генетически детерминированной устойчивостью к гербицидам группы сульфонилмочевины и комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Ключевые слова: *Helianthus annuus, гербициды, ДНК-маркеры, устойчивость, ген AHAS1*