

**СТВОРЕННЯ СТІЙКИХ ДО ГЕРБІЦИДУ ЄВРО-ЛАЙТНІНГ
ВІДНОВЛЮВАЧІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ
КОНДИТЕРСЬКОГО СОНЯШНИКУ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ІНОЗЕМНИХ
ГІБРИДІВ**

Л. О. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук, професор

І. О. РАКУЛ, аспірант* кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології

Уманський національний університет садівництва

E-mail: innakonup20@gmail.com

***Анотація.** Наявність стійкого попиту на кондитерський соняшник вимагає створення якісно нового вихідного матеріалу. Без пилку відновників фертильності неможливо здійснити програму отримання гібридного насіння. До відновників фертильності можна віднести гібриди F_1 , що створено на основі відновлення пилку домінуючими генами $RfRf$, міжвидові гібриди окремих схрещувань із дикими однорічними і багаторічними видами, мутантні форми і готові лінії, які отримують на основі інбридингу з постійним тестуванням на відновлення фертильності та комбінаційну здатність.*

Стійкість соняшнику олійного до гербіцидів виробничої системи Clearfield® досягнуто за застосування традиційних методів селекції рослин. Тобто гібридам соняшнику стійкість до імідозалінонів, забезпечує переданий за гібридизації ген стійкості до гербіциду Євро-Лайтнінг. Це дає виробникам сільськогосподарської продукції ефективний агрономічний інструмент без обмежень на реалізацію отриманої продукції на світовому ринку.

У статті наведено результати досліджень щодо створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг за використання гібридів іноземного походження.

***Ключові слова:** соняшник, гербіцид, система Clearfield®, Євро-Лайтнінг, відновлювач фертильності, гібрид, стійкість.*

Актуальність. Соняшник економічно найпривабливішою культурою в Україні. Одним із пріоритетних напрямів у селекції соняшнику є створення гібридів, які поєднують високий рівень урожайності, стійкість до збудників

*Науковий керівник – Л. О. Рябовол, доктор сільськогосподарських наук, професор

Рябовол. Л. О. Ракул І. О.

хвороб, адаптованість до різних агроекологічних умов вирощування та високу якість продукції. Створення таких гібридів можливе лише за умови залучення до селекційного процесу різноманітного вихідного матеріалу з високими донорськими властивостями. Створення гібридів, придатних до вирощування за сучасними енергозберігаючими технологіями зі стійкістю до гербіцидів, в останні роки набуло швидкого розвитку у світі. Отже, створення зразків соняшнику, стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг, є важливим питанням селекції.

Нині цю проблему вирішує виробнича система Clearfield[®], за якої використовуються гібриди соняшнику олійного, резистентні до гербіцидів групи імідозалінонів [2].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Пошук ефективних генів відновлення фертильності проводився паралельно з відкриттям цитоплазматичної чоловічої стерильності. Нині дослідники виявили Rf-гени для 24 різних джерел ЦЧС (або 29, якщо MUT 7–MUT 12 враховувати як окремі мутації), які було ідентифіковано С. Jan (1997)[8].

Найбільший обсяг досліджень проводився з пошуку генів-відновників фертильності для РЕТ1, оскільки дане джерело ЦЧС широко використовується в селекції гібридного соняшнику.

Під час вивчення відновлення фертильності в ЦЧС-джерелі МАХ, І. Kural і J. Miller (1992) визначили один домінуючий ген, використовуючи один генотип (лінія RHA–274) і два комплементарних гена за використання другого. Згідно С. Jan (1997) один домінуючий ген контролює відновлення фертильності в ЦЧС-джерелі МАХ2 [8, 9].

За стійкість рослин соняшнику до гербіциду Євро-Лайтнінг відповідає один напівдомінуючий ген *Imr*. Щоб забезпечити стійкість до гербіциду у виробництві товарного соняшнику, ген має бути у гомозиготному стані. Допускається зміна забарвлення листків (ефект yellow flash) і часткова зупинка росту. Найчастіше це спостерігається у стресових умовах (високі температури,

Рябовол. Л. О. Ракул І. О.

дефіцит вологи в ґрунті тощо). Ці зміни поступово зникають протягом 14 діб [8,10].

Мета досліджень – створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання резистентного до гербіцидів групи імідозалінонів за використання гібридів іноземного походження.

Матеріали та методика досліджень. У своїх дослідженнях в якості донорів генів стійкості використовували гібриди із Турції (9514) та США (4367, 4667, 9607), які є резистентними до гербіциду Євро-Лайтнінг.

На ділянках гібридизації проводили схрещування сортів кондитерського соняшнику Лакомка, Запорізький кондитерський, Венгерський, Харківський кондитерський із гібридами іноземного походження.

Перше покоління гібридів самозапильовали, а друге – аналізували. Відібранні за резистентністю до дії гербіциду рослини ізолювали для запобігання неконтрольованого перехресного запилення. Для спрощення ідентифікації стійких форм використовували матеріали з маркерною ознакою «галуження стебла».

Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва впродовж 2014–2016 рр.

Насіння висівали дворядковими ділянками площею 4,9 м², у трьохразовій повторності.

Сівбу проводили вручну квадратно-гніздовим способом (70 × 70 см) по 30 насінин у гніздо. Це було зроблено для збільшення об'єму вибірки, для пошуку стійких форм.

Ділянки просторово-ізолюваного розмноження обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінгу фази 2-4 листків дозою 1,2 л/га. Гербіцид наносили на листову поверхню рослини та точку росту.

Результати досліджень та їх обговорення. У процесі досліджень встановлено, що у другому поколінні всі рослини були стійкими до гербіциду

Рябовол. Л. О. Ракул І. О.

Євро-Лайтнінг (Табл. 1). Це свідчить про стійкість до гербіцидубатьківських форм гібридів, що значно спростило відбір необхідних форм.

Під час цвітіння проводили облік рослин за класами: фертильні, нерозгалужене стебло; стерильні, нерозгалужене стебло; фертильні, розгалужене стебло; стерильні, розгалужене стебло.

1. Розщеплення другого покоління гібридів, 2014–2016 рр.

| Селекційні матеріали | Кількість рослин, шт | | | |
|----------------------|-----------------------|------------|--------------------|------------|
| | не розгалужене стебло | | розгалужене стебло | |
| | фертильних | стерильних | фертильних | стерильних |
| 9514(Турція) | 56 | 18 | 17 | 9 |
| 9607 (США) | 54 | 18 | 18 | 10 |
| 4667 (США) | 58 | 16 | 17 | 9 |
| 4367 (США) | 53 | 17 | 19 | 11 |
| Всього | 221 | 69 | 71 | 39 |

*Примітка: кожного зразка висівали по 100 насінин.

Аналізуючи результати, спостерігаємо розщеплення у співвідношенні 9 : 3 : 3 : 1.

Особливістю гібридів соняшнику є використання материнської форми із ЦЧС без галуження стебла та батьківської форми відновлювача фертильності із домінантними алелями *Rf* та ознакою галуження стебла (рецесивний алель *b*):

$$S rfrfBB \times N RfRfbb \rightarrow S RfrfBb.$$

Ознака "галуження стебла" детермінується рецесивним алелем *b* в гомозиготному стані. Відповідно ознака "стебло без галуження" (однокошикова рослина) контролюється домінантним алелем *B*. Гетерозиготна рослина з геном *Bb* матиме стебло без розгалуження. Рослини із галуженням стебла використовуються як батьківські форми для запилення стерильних форм на ділянках гібридизації [4].

Самозапилення рослин гібрида з ідіотипом $SRfrfBb$ дає можливість уже після першого самозапилення виділити необхідні фертильні рослини з галуженням стебла ($SRfRfbb$) з частотою $1/16$. А сім частин із шістнадцяти несуть гени, які після самозапилення можуть сформувати бажані генотипи за двома ознаками. Таким чином, частка відновлювачів фертильності із ознакою галуження стебла є досить високою.

Фертильні рослини з розгалуженим стеблом за всіма показниками відповідають критеріям батьківських форм гібридів – відновлювачам фертильності. Вони мають галужене стебло, є фертильними і, враховуючи, що у другому поколінні гібридів S-плазма, мають ген відновлення фертильності (Rf). У цих форм ген Rf може бути в гомозиготному стані. У цьому разі в наступних поколіннях не буде відбуватися розчеплення на фертильні і стерильні рослини. Якщо ж ген Rf у гетерозиготному стані, то буде спостерігатися вищеплення стерильних рослин. Для виділення гомозигот за Rf -алелем проводили самозапилення, відбираючи рослини, які не формували стерильні форми.

Отримані рослини обробляли гербіцидом Євро-Лайтнінг у нормі 1,2 л/га.

Стійкі до гербіциду Євро-Лайтнінг лінії відновлювачів фертильності, наведено в таблиці 2. Зразки різнилися за врожайністю, висотою рослин, кількістю бокових гілок та діаметром центрального кошика.

Зразки K452/15, K453/15 та K435/15 між собою істотно не відрізнялися. Висота рослин коливалася в межах 170-178 см, діаметр кошика 13,5-14,2 см, кількість бокових гілок 10,3-14,4 штук, маса 1000 насінин становила 42,1-46,6 г. Урожайність створених матеріалів коливалася від 0,91 т/га до 0,95 т/га.

2. Характеристика створених відновлювачів фертильності, стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг

| Селекційні матеріали | Урожайність, т/га | Висота рослин, см | Кількість бокових гілок, шт. | Діаметр центра льного кошика, см | Маса 1000 насінин, г |
|----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| К404/15 | 0,81 | 160 ± 4 | 18,5 ± 4,3 | 12,3 ± 4,1 | 40,2 ± 4,1 |
| К452/15 | 0,91 | 170 ± 5 | 10,3 ± 3,1 | 13,5 ± 3,2 | 42,1 ± 3,3 |
| К453/15 | 0,93 | 175 ± 6 | 13,2 ± 4,0 | 14,6 ± 3,4 | 44,5 ± 5,0 |
| К435/15 | 0,95 | 178 ± 6 | 14,4 ± 3,2 | 14,2 ± 3,1 | 46,6 ± 6,3 |
| НІР ₀₅ | 0,05 | 8,0 | 3,0 | 11,1 | 2,1 |

Істотно нижчі показники мав зразок К404/15. Висота рослин становила 160 см, діаметр кошика 12,3 см, кількість бокових гілок 18,5 штук. Досить низькою була маса 1000 насінин – 40,2 г та урожайність – 0,81 т/га.

У процесі досліджень також з'ясовано, що батьківські форми іноземних гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг є резистентними до препарату.

Висновки перспективи подальших досліджень. За використання гібридів зарубіжної селекції створено лінії відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання (К404/15, К452/15, К453/15, К435/15), які резистентні до гербіцидів групи імідазолінонів. Створені зразки мали урожайність на рівні 0,9 т/га.

Використання ознаки галуження стебла є ефективним маркером для ідентифікації фертильних матеріалів соняшнику.

Список літератури

1. Бугайов, В. Д. Спеціальна селекція польових культур: Навчальний посібник / Бугайов, В. Д., Васильківський С. П., Власенко В. А та ін. – Біла Церква, 2010. 368 с.

2. Селекция линий – восстановителей фертильности у подсолнечника. Селекция и семеноводство масличных культур. Краснодар. 1980. С. 47–51.
3. Jan, C. C. In search of cytoplasmic male sterility and fertility restoration genes in wild *Helianthus* species. In: Proc. Sunflower Res. Workshop, NSA, January 8–9, Fargo, ND. 1990. Pp. 3–5.
4. Kaya, Y. Evaluation of broom-rape resistance in sunflower hybrids / Kaya, Y., Evci, G., Peckan, V., Gucer, T. and Yilmaz, M. I. *Helia* 32(51): 2009. Pp. 161–169.
5. Jan, C. C. Fertility restoration and utilization of a male-sterile *H. rigidus* cytoplasm / Jan, C. C., Zhang, T. X., Miller, J. F. and Fick, G. N. In: Proc. 16th Sunflower Res. Workshop, NSA, Jan. 13–14, Fargo, ND. 1994. Pp. 70–71.
6. Doddamani, I. K. Relationship of autogamy and self-fertility with seed and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / Doddamani, I. K., Patil, S. A., Ravikumar, R. L. *Helia* 20(26): 1997. Pp. 95–102.
7. Feng, J. Identification of a new CMS cytoplasm and localization of its fertility restoration gene in sunflower / Feng, J., Jan, C. C. In: Proc. 17th Intl. Sunflower Conf. Vol. 2: 2008. Pp. 583–587.
8. Jan, C. C. Identification, study and utilization in breeding programs of new CMS sources / Jan, C. C. Report FAO Working Group 1995–1996, Giessen, Germany, March 20–23, 1997. Pp. 8–12.
9. Kural, A. The inheritance of male fertility restoration of the PET2, GIG1 and MAXY sunflower cytoplasmic male sterile sources / Kural, A., Miller, J. F. In: Proc. 13th Int. Sunflower Conf. Pisa. Italy. September 7–11. Int. Sunflower Assoc., Paris, France. Vol. 2: 1992. Pp. 1107–1112.
10. Serieys, H. Report on the past activities of the FAO Working group; "Identification, study and utilization in breeding programs of new CMS sources", for the period 1991–1993 / Serieys, H. *Helia* 17(21): 1994. Pp. 93–102.

References

1. Bugayov, V. D. Special selection of field crops: Textbook / Bugayev, V. D., Vasylykivsky S. P., Vlasenko V. A., and others. – Belaya Tserkov, 2010. 368 p.
2. Selection of lines – reducing fertilizers from sunflower. Selection and seed production of oilseeds. Krasnodar. 1980. pp. 47–51.
3. Jan, C. C. In search of cytoplasmic male sterility and fertility restoration genes in wild *Helianthus* species. In: Proc. Sunflower Res. Workshop, NSA, January 8–9, Fargo, ND. 1990. Pp. 3–5.
4. Kaya, Y. Evaluation of broom-rape resistance in sunflower hybrids / Kaya, Y., Evci, G., Peckan, V., Gucer, T. and Yilmaz, M. I. *Helia* 32(51): 2009. Pp. 161–169.
5. Jan, C. C. Fertility restoration and utilization of a male-sterile *H. rigidus* cytoplasm / Jan, C. C., Zhang, T. X., Miller, J. F. and Fick, G. N. In: Proc. 16th Sunflower Res. Workshop, NSA, Jan. 13–14, Fargo, ND. 1994. Pp. 70–71.

6. Doddamani, I. K. Relationship of autogamy and self-fertility with seed and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / Doddamani, I. K., Patil, S. A., Ravikumar, R. L. *Helia* 20(26): 1997. Pp. 95–102.

7. Feng, J. Identification of a new CMS cytoplasm and localization of its fertility restoration gene in sunflower / Feng, J., Jan, C. C. *In: Proc. 17th Intl. Sunflower Conf. Vol. 2: 2008.*Pp. 583–587.

8. Jan, C. C. Identification, study and utilization in breeding programs of new CMS sources / Jan, C. C. Report FAO Working Group 1995–1996, Giessen, Germany, March 20–23, 1997. Pp. 8–12.

9. Kural, A. The inheritance of male fertility restoration of the PET2, GIG1 and MAXY sunflower cytoplasmic male sterile sources / Kural, A., Miller, J. F. *In: Proc. 13th Int. Sunflower Conf. Pisa. Italy. September 7–11. Int. Sunflower Assoc., Paris, France. Vol. 2: 1992.* Pp. 1107–1112.

10. Serieys, H. Report on the past activities of the FAO Working group;” Identification, study and utilization in breeding programs of new CMS sources”, for the period 1991–1993 / Serieys, H. *Helia* 17(21): 1994. Pp. 93–102.

СОЗДАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ К ГЕРБИЦИДАМ ЕВРО-ЛАЙТНИНГ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ ФЕРТИЛЬНОСТИ КОНДИТЕРСКОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНОСТРАННЫХ ГИБРИДОВ

Л. О. Рябовол, И. А. Ракул

Аннотация. Наличие устойчивого спроса на кондитерский подсолнечник требует создания качественно нового исходного материала. Без пыльцы восстановителей фертильности невозможно осуществить программу получения гибридных семян. К восстановителям фертильности можно отнести гибриды F₁, созданные на основе восстановления пыльцы доминантными генами RfRf, межвидовые гибриды отдельных скрещиваний с дикими однолетними и многолетними видами, мутантные формы и готовые линии, которые получают на основе инбридинга с постоянным тестированием на восстановление фертильности и комбинационную способность.

Устойчивость подсолнечника масличного к гербицидам производственной системы Clearfield® достигнуто при применении традиционных методов селекции растений. То есть гибридам подсолнечника устойчивость к имидазолинонам, обеспечивает ген устойчивости к гербициду Евро-Лайтнинг, который передан при гибридизации. Это дает производителям сельскохозяйственной продукции эффективный агрономический инструмент без ограничений на реализацию полученной продукции на мировом рынке.

В статье приведены результаты исследований по созданию восстановителей фертильности кондитерского подсолнечника, устойчивых к

Рябовол. Л. О. Ракул І. О.

гербициду Евро-Лайтнинг при использовании гибридов иностранного происхождения.

Ключевые слова: подсолнечник, гербицид, система Clearfield® Евро-Лайтнинг, восстановители фертильности, гибрид, устойчивость

THE ESTABLISHMENT OF EURO-LAYTNING SUSTAINABLE TO GERBICIDES OF FERTILIZERS OF THE CONFECTIONERY FOR THE USE OF FOREIGN HYBRIDES

L.O. Riabovol, I.A. Rakul

Abstract. *The presence of stable demand for confectionery sunflower requires the creation of a qualitatively new source material. Without the pollen of fertility restorers it is impossible to implement a program for the production of hybrid seeds. Fertility retardants include the F1 hybrids created on the basis of pollen remediation by the dominant RfRf genes, interspecific hybrids of individual crosses with wild annual and perennial species, mutant forms and ready-made lines, which are obtained on the basis of inbreeding with continuous testing for fertility recovery and combining ability.*

The stability of oilseed sunflower oil to herbicides of the Clearfield® production system has been achieved through the use of traditional plant breeding methods. That is, hybrids of sunflower resistant to imidazalinones, provides transmitted hybridization gene resistance to the Euro-Laying herbicide. This gives agricultural producers an effective agronomic tool without restrictions on the sale of the resulting products in the world market.

The article presents the results of studies on the creation of a restorer of fertility of sunflower confectionery direction using Euro-Leiting resistant herbicide for the use of hybrids of foreign origin.

Keywords: *sunflower, herbicide, Clearfield® system, Euro-layering, restored fertility, hybrid, stability*