

СЪЗДАВАНЕ НА ЛИНИИ И ХИБРИДИ СЛЪНЧОГЛЕД, УСТОЙЧИВИ НА ХЕРБИЦИДИ

ЮЛИЯ ЕНЧЕВА, ГАЛИН ГЕОРГИЕВ, НИНА НЕНОВА, ДАНИЕЛА ВЪЛКОВА
Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево

Developing of Sunflower Lines and Hybrids Resistant to Herbicides

J. Encheva, G. Georgiev, N. Nenova, D. Valkova
Dobroudja Agricultural Institute, General Toshevo, Bulgaria

Abstract

The objective of this study was to determine the reaction of some sunflower restorer lines, maintainer and hybrids to some Acetolactate synthase (ALS) inhibitors. The objective of this study was to determine the reaction of some sunflower restorer lines, maintainer and hybrids to some Acetolactate synthase (ALS) inhibitors. To create lines resistant to herbicide of imidazolinone group three different sources are used: one from the United States-HA-425 line provided by Jerry Miller (with gene Ahas1 1-1), one of BASF (with gene Ahas1 1-3 named ALPlus), and one Bulgarian-from the wild species *H. argophyllus*. Received 1184 fertility restorer lines and 61 lines maintainer of sterility, resistant to herbicides from the group of imidazolinones Pulsar 40 + Stomp 330 EU. During the period of study 302 resistant to IMI hybrids were tested. Evaluation of seed yield and oil yield was made. Yield above mean standard was reported in 8 hybrids possessed gene for resistance to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC at homozygous state. Best results are reported in combinations BTI-(A) M1 × 100/1/2 R (108.70%), BTI-(A) M1 × 102/3/3 (107.90%) and BTI-(A) M1 × 100/2/3 R (107.60%). Seed yield above the mean standard is registered at 55 combinations in which one parent is resistant to herbicides. The highest percentage of the mean standard showed hybrids: 846 A × BTI-R1 (137.60%), BTI-(A) M1 × 242 R (126.20%) and 813 A × BTI-R1 (125.50%). Hybrid combination 336 A × C57/ 1 was relieved with the highest oil content 52.48% in air dry seeds. Hybrid exceeded the mean standard by oil per hectare with 23.09%. There are 328 lines of fertility restorers with genes for resistance Ahas1 1-2 to herbicide Express from the group of sulfonylurea.

Key words: *Helianthus annuus*, sunflower, lines, hybrids, herbicides, resistance
Abbreviations: imidazolinone (IMI); sulfonylurea (SU)

За условията на българското земеделие значителен проблем са широколистните плевели бутрак (*Xanthium strumarium* L.), паламида (*Cirsium arvense* L.), див коноп (*Cannabis sativa* L.), черно куче грозде (*Solanum nigrum* L.) и други. При слънчогледа не е налична богата гама от хербициди, както например при житните. Част от регистрираните хербициди не са достатъчно ефективни при гореспоменатите плевели. Допълнителен проблем, който при изменение на климата става все по-значим е липсата на ефект от почвени хербициди при условия на продължително засушаване.

През последните години в България се създадоха условия за широкото разпространение на паразита синя китка. Наблюдавано е бързо изменение в популацията на паразита, а именно появата на нови по-виролентни раси (Shindrova, 1994; Shindrova, 2006). Подобен процес е отчетен и в други държави като Турция, Испания, Румъния и др. (Pacurenu-Joita et al., 1998; Kaya et al., 2004; Fernandez-Martinez et al., 2000). Тази ситуация налага търсенето на средства за контрол и намаляване на загубите, които синята китка причинява.

През настоящия етап контролирането се

осъществява чрез сеитба на устойчиви на синя китка хибриди. Имидазолин (ИМИ) хербицидите, използвани с ИМИ устойчиви хибриди от друга страна контролират едновременно синята китка и ключови плевели при слънчогледа.

През 1996 година за първи път в Канзас е открита устойчивост към имидазолинон (ИМИ) в дивия *H. annuus* L. в третирано поле от соя. Al-Khalib et al. (1998) съобщават за прехвърляне на тази устойчивост в културния слънчоглед и създаването на линия "IMISUN". Наследяването на устойчивостта към IMI се осъществява от два гена. Основният ген *Imr1* е частично доминантен, а вторият ген *Imr2* променя ефекта, произведен от първият ген (Miller and Al-Khatib, 2002).

В същото време Alonso et al. (1998) пръв съобщава за 100% химичен контрол върху синята китка при слънчоглед, устойчив на имазетапир (Imazethapir). Устойчивостта са получили след прехвърляне на гена от дивия *H. annuus* L. в техни линии. Авторите съобщават за първи ИМИ устойчиви хибриди. Malidza et al. (2000) публикуват информация за линия HA-26, придобила устойчивост към имидазолинон от дивия *H. annuus* L. Устойчивостта според авторите се контролира от единичен частично доминантен ген. Същите устойчиви материали са показали чувствителност към някои хербициди от групата на сулфонилуреите.

Нов източник за ИМИ (imazopyr) устойчивост (CLPlus), създаден чрез индуциран мутагенез (Ethyl methane sulfonate) при дивия вид *H. annuus* публикуват Sala et al. (2008).

Биохимичните изследвания при различни полски условия показват, че CLPlus доставя по-високо ниво на толерантност към ИМИ в сравнение с IMISUN (Sala et al., 2012c).

Успоредно със създаването на ИМИ устойчив слънчоглед започна ново направление за създаване на линии и хибриди устойчиви на хербициди от групата на сулфонилуреите (tribenuron-methyl). Първият от двата открити досега източници на устойчивост е открит в SU устойчивия вид *H. annuus* L. на територията на Канзас (Al-Khatib et al., 1999). Miller and Al-Khatib (2004) са реализирали устойчиви линии "SURES" през 2001 година.

Вторият източник е създаден чрез изкуствен мутагенез с EMS при линия HA89 (Gabard and Huby, 2001), развит и комерсиализиран под

името "ExpressSun" (Canadian Food Inspection Agency 2008; Streit, 2012).

Авторите Jovic et al. (2008) прехвърлят устойчивостта към tribenuron-methyl от популациите SURES-1 и SURES-2 в елитни линии и установяват, че устойчивостта се контролира от един доминантен ген.

Целите на проведената опита са: а) създаване и изпитване на нови линии слънчоглед възстановители на фертилността и закрепители на стерилността чрез прехвърляне на гени за устойчивост към хербициди от групата на имидазолините и от групата на сулфонилуреите; б) създаване и изпитване на експериментални хибриди слънчоглед, устойчиви на хербициди.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През 2009 г. в ДЗИ – Генерал Тошево започна работа по прехвърляне на гени за устойчивост към хербициди от групата на имидазолините, а през 2010 г. – към хербициди от групата на сулфонилуреите.

За създаване на устойчиви на хербициди материали са използвани три различни произхода: един от САЩ – линии HA425 и RHA426, предоставени от Jerry Miller, един от BASF и един български – от дивия вид *H. argophyllus*.

В ДЗИ се работи със следните линии:

- Три линии VTI-R, VTI-(A) M1 и VTI-(B) M1, създадени чрез изкуствен мутагенез (Ethyl methanesulfonate) при дивия вид *H. annuus* L. от фирма BASF. Устойчивостта към хербициди от групата на имидазолините се определя от частичен доминантен ген *Ahas1* 1-3. Той е прехвърлен в културния слънчоглед и са създадени линии, наречени CLPlus.

- С линии HA-425 и RHA426 предоставени от Jerry Miller, САЩ с частичен доминантен ген за устойчивост *Ahas1* 1-1. Генът е прехвърлен от дивия вид *H. annuus* L. в културния слънчоглед и са реализирани линии наречени по-късно "IMISUN".

- С линии SURES носещи ген за устойчивост *Ahas1* 1-2 към хербициди от групата на сулфонилуреите. Генът е прехвърлен от дивия вид *H. annuus* L. в културния слънчоглед.

Линиите, в които се прехвърлят гените за устойчивост към групата на имидазолините и сулфонилуреите се характеризират с морфологична изравненост, добри стопански пока-

затели и много добра комбинативна способност. Някои от тях са устойчиви на *Plasmopara helianthi*.

Най-подходящото време за тестиране на слънчогледови растения за устойчивост е във фаза 3-5 двойка същински листа. Дозата на хербицидите от групата на имидазолоните е Пулсар 40 (120 ml/da) и Стомп 330 ЕС (230 ml/da). Дозата на хербицидите от групата на сулфонилуреите е 2 – 4 g/da Експрес. Големината на парцелките с линии и хибриди е 10 m². За стандарти са използвани хибридите Мелдими, LG-5635, Клариса, Римисол, LE 19 и E-83.

След 15 дни от третирането линиите и хибридите са характеризирани фенотипно по отношение на хербицидната активност и селективност по 9-балната система на EWRS-(European Weed Research Society): 100% – няма симптоми (здрави растения); 99,9 - 98% – много слаби симптоми – слабо потискане; 97,7 - 95% – слаби, но лесно разпознаващи се симптоми; 94,9 - 90% – по-силно изразени симптоми (например хлороза), невлияещи на добива; 89 - 82% – разреждане, силна хлороза или потискане, очаква се намаление на добива; 81,9 - 70% – силно повредено; 69,9 - 55% – силно повредено; 54,9 - 30% – силно повредено; 29,9 - 0% – силно повредено до загиване.

Хибридизация

Създадени са значителен брой хибриди с майчина форма ВТИ-(А) М1 и бащини линии, в които са прехвърлени гени за устойчивост към хербициди от източник на BASF (ВТИ-(R1) и от линия RHA426, предоставена от Jerry Miller (САЩ).

Стандартите за сравнение на носъздадените хибриди по отношение на добива семе и добива масло са Мелдими, LG-5635, Клариса, Римисол, LE 19 и E-83.

Хибридите са тествани през периода 2010 – 2013 г. в селекционните полета на ДЗИ – Генерал Тошево по блоковия метод в три повторения, като площта на всяко повторение е 10 m² (Barov and Shanin, 1965).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Хербициди от групата на имидазолоните и от групата на сулфонилуреите инхибират Ацетолактатната синтеза (ALS), наречена също

acetohydroxyacid synthase AHAS. Това е първият ензим в биосинтезата на три аминокиселини в растенията: валин, левцин и изолевцин. Инхибирането на ALS причинява хербицидния ефект. От много години тези хербициди осъществяват основния контрол върху плевелите при много култури.

При слънчогледа те се оказват много полезни в едновременната борба с паразита синята китка и някои ключови плевели като бутрак (*Xanthium strumarium* L.), паламида (*Cirsium arvense* L.), див коноп (*Cannabis sativa* L.), черно куче грозде (*Solanum nigrum* L.) и други.

Създаване на слънчогледови линии възстановители на фертилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС и Експрес

В секцията по селекция на слънчогледа се работи по задачата за създаване на линии възстановители на фертилността, устойчиви на хербициди от групата на имидазолоните и сулфонилуреите.

През 2009 г. е започната селекция на линии слънчоглед, устойчив на хербициди от групата на имидазолоните Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС. През периода на изследване са изпитани голям брой селекционни материали (фиг. 1), създадени на основата на два източника на устойчивост – от BASF и от линия RHA426 предоставена от Jerry Miller (САЩ). Предоставената линия от Jerry Miller притежава ген за устойчивост Ahas1 1-1, описан като мутация в кодон 205, при което аланинът (GCG) в дивия вид *H. annuus* L. е заместен с валин (GTG).

Предоставеният от фирмата BASF ген кодифира Ahas (acetohydroxyacid synthase) протеин, предаващ устойчивост към един или повече инхибитори на Ahas. Генът Ahas1 1-3, наречен CLPlus, е описан като мутация на позиция 122 на ген Ahas1 на дивия вид *Helianthus annuus*, при което дивият тип аланин (GCG) е заместен с треонин (ACG). Групата, носеща генът Ahas1 1-3 се съдържа във възстановителя на фертилността ВТИ-R1 и закрепителя на стерилността ВТИ (В) М1. Създаването на имитолерантни R-линии се осъществява чрез прилагането на два подхода. Единият включва самоопрашване на устойчиви хибриди. Вторият е чрез прехвърляне на ген за устойчивост от линия възстановител ВТИ-(R1) на BASF в линии възстановители на ДЗИ – Генерал Тошево

(фиг. 1), характеризиращи се с добри стопански показатели и добра комбинативна способност. Две седмици след третиране с хербициди материалите са характеризирани фенотипно по отношение на хербицидната активност и селективност по 9-балната система на EWRS (European Weed Research Society).

Всички нормално развити и здрави растения са изолирани и самоопрашени. За получаване на повече генерации в една календарна година част от материалите са третирани и селектирани при условията на оранжерия. През периода на изследване са създадени 1184 броя ИМИ устойчиви линии възстановители на фертилността (фиг. 2).

През 2010 г. е започната селекция на линии слънчоглед, устойчиви на хербицида Експрес от групата на сулфонилуреите. След направената оценка по морфологични признаци са изолирани и самоопрашени само оцелелите растения от 328 работни номера.

Създаване на линии закрепители на стерилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС и Експрес

През 2011 г. са осъществени кръстоски между 8 линии закрепители на стерилността, създадени в ДЗИ – Генерал Тошево, притежаващи добра морфологична изравненост и устойчивост към новата раса мана 731 и линия ВТI-(В) М1, носеща ген за устойчивост към хербициди (IMI) на BASF. При две линии 27405 В и 75405 В всички третирани с Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС растения са преживели. При 6 линии имаме преживяемост на растения от 20 до 35%. Пет от линиите, включително напълно преживелите, притежават и устойчивост на мана раса 731 (100%). Материалите са в F3 генерация. Предстои създаване на стерилен аналог на гореспоменатите две линии.

При опитите за прехвърляне на устойчивостта към групата на имидазолоните в линии закрепители на стерилността (В), характеризиращи се с добри стопански показатели са получени 80 устойчиви номера (в F4-F5 генерация), а при 44 продължава процесът на стабилизиране на признака.

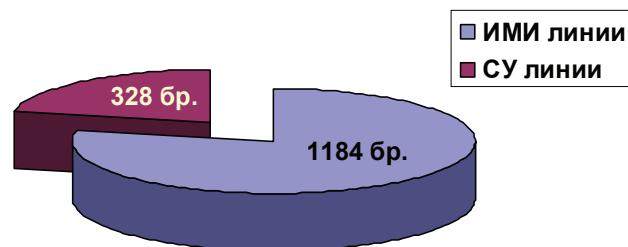
През отчетния период са изпитани 10 броя В-линии за устойчивост към Експрес, създадени на основата на ген Ahas1-2. Отчетен е броят на здравите, частично засегнатите и загиналите растения. Изолирани и самоопра-

шени са здравите растения от 8 бр. В-линии в F2 генерация (фиг. 3). Генът Ahas1-2 е идентифициран в линии BTSu-B1, BTSu-B2 и BTSu-R1 и кодира устойчивостта към сулфинилуреа. Описан е като мутация в кодон 197, където пролина (CCC) в дивия вид *H. annuus* L. е заместен с левцин (CTC).



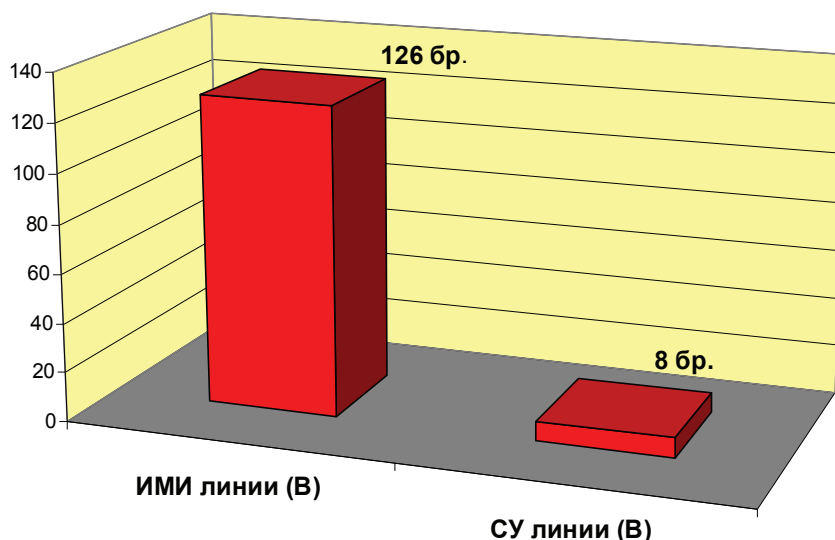
Фиг. 1. Линия 413 R неустойчива на ИМИ и линия 414 R, устойчива на ИМИ

Fig. 1. Susceptible to IMI line 413 R and resistant to IMI line 414 R



Фиг. 2. Създаване на линии възстановители на фертилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС и Експрес (F1-F8 генерация)

Fig. 2. Development of resistant to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC and Express restorer lines (F1- F8 generations)



Фиг. 3. Създаване на линии закрепители на стерилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 EC и Експрес (F1- F6 генерация)

Fig. 3. Development of resistant to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC and Express maintainer lines (F1- F6 generations)

Тестиране на имитолерантни хибриди

През 2010 година започна изпитването на имитолерантни хибриди, получени от кръстосването на неустойчиви и устойчиви възстановители на фертилността с различен произход и имитолерантна майчина линия ВТI-(A) M1, предоставена ни от фирма BASF. През периода 2010 – 2013 г. са изпитани 302 бр. хибриди в КСО (Конкурсен сортов опит). Извършена е оценка за показателя добив семе (табл. 1). Като стандарти са включени търговските хибриди Мелдими, LG-5635, Клариса, Римисол, LE 19 и E-83 в различни комбинации през годините. Поникналите растения във фаза 2-3 двойка са третирани с комбинацията от хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 EC. Растенията от всички кръстоски са преживели.

Устойчивостта на слънчогледа към имидазолинон се постига с хомозиготността (Imr1 Imr1, Imr2 Imr2) на двата устойчиви гена (открити в устойчивия див вид *H. annuus* L. на територията на Канзас, САЩ) в линиите и хибридите (Bruniard and Miller, 2001).

Новият частично доминантен ген CLPlus, създаден чрез индуциран мутагенез с Ethyl methanesulfonate (Sala et al., 2008b) позволява да се получи устойчивост в хибридите чрез хомозиготността на един ген (Sala et al., 2008a; Sala et al., 2012; Sala and Weston, 2010).

Доказано е на молекулярно ниво, че генът CLPlus е различен от Imr1 и че всеки от тях е

алелен вариант на локус Ahas1 1. Експериментално е доказано, че генът CLPlus притежава по-висока степен на ИМИ устойчивост в сравнение с гените Imr1 и Imr2 (Sala et al., 2008a; 2008b; Sala et al., 2012).

В табл. 1 са представени данни за добива на семена на 8 хибриди, притежаващи ген за устойчивост CLPlus в хомозиготно състояние. Хибридите комбинации са създадени с участие на IMI толерантна майка ВТI-(A) M1 (BASF) и бащини линии, получени след прехвърляне на ген за устойчивост от донорна линия ВТI-(R1) M1 (BASF). Изпитването е проведено през 2010 и 2013 година. Най-висок добив на семе е отчетен при хибридни комбинации ВТI-(A) M1 × 100/1/2 R (108,70%), ВТI-(A) M1 × 100/2/3 R (107,90%) и ВТI-(A) M1 × 102/3/3 R (107,60%).

Добив семе над среден стандарт са дали 55 хибридни комбинации, в които участва един устойчив на хербициди родител – майчина линия ВТI-(A) M1 от BASF или бащина линия ВТI-(R1) от BASF (или друга нова бащина линия, получена от кръстоска с донорна линия ВТI-(R1), носеща ген за устойчивост). В табл. 2 са представени 28 хибриди, които превишават средния стандарт с повече от 10%. Тестирането е проведено през периода 2010 – 2013 година. Най-голямо превишение в процент над среден стандарт са показали хибридите комбинации: 846 A × ВТI-R1 (137,60%), ВТI-(A) M1 × 242 R (126,20%) и 813 A × ВТI-R1 (125,50%).

Биохимично проучване на хибриди слънчоглед, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС

В табл. 3 са представени данни за добив масло от 5 хибриди, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС. Маслеността във

въздушно сухите семена на новите хибриди е в рамките от 42,50 до 49,01%. Добивът семе е в диапазона от 163,50 до 231,39 kg/da. Като цяло процентното превишение на хибридни-те комбинации над среден стандарт е с ниски стойности и близък – от 101,70 до 102,77%.

Таблица 1. Добив семе от хибриди устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС от групата на имидазолоните, превишаващи среден стандарт. КСО. Реколта 2010 и 2013 г.

Table 1. Seed yield of hybrids resistant to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC from the class of imidazolinones, increasing mean standard. KCO (kompetitive variety trial). Harvest year 2010 and 2013

№	Cross	Seed yield	
		kg/da	% of Mean Standard
2010			
9	BTI-M-1A × C-41	350.00	104.57
St.	<i>Mean St. of KCO (1-20)</i>	334.70	100.00
10	BTI-M-1A × C-39	409.68	104.41
St.	<i>Mean St. of KCO (1-20)</i>	392.37	100.00
13	BTI-M-1A × C-40	400.00	104.09
St.	<i>Mean St. of KCO (1-20)</i>	384.30	100.00
2013			
23	BTIM-1A × RC-4	472.13	102.46
24	BTIM-1A × RC-11	472.33	102.50
St.	<i>Mean St. за KCO (1-8)</i>	449.59	100.00
18	BTI-M1 × 100/1/2 R	373.30	108.70
21	BTI-M1 × 100/2/3 R	369.30	107.60
30	BTI-M1 × 102/3/3 R	370.30	107.90
St.	<i>Mean St. of 24 IMI hybrids from SAATEN UNION</i>	343.30	100.00

Таблица 2. Добив семе на хибриди, създадени с участие на IMI толерантна майка или бащи, устойчиви на хербицидите Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС, превишаващи средния стандарт. КСО. Реколта 2010 – 2013 г.

Table 2. Seed yield of hybrids developed with IMI tolerant mother or father lines resistant to Pulsar 40 + Stomp 330 ES and increasing mean standard. KCO. Harvest year 2010 – 2013

№	Cross	Seed yield	
		kg/da	% of Mean Standard
2010			
1	A113/4 × BTI-R-1	369.70	110.46
4	A653 × BTI-R-1	406.45	121.44
11	A353 × BTI-R-1	397.71	118.83
11	A353 × BTI-R-1	397.71	118.83
St.	<i>Mean St. of KCO (1-20)</i>	334.70	100.00
2011			
16	A34 × BTI-R-1	449.23	113.23
20	BTI-M-1A × PR-33/9	447.10	112.69
St.	<i>Mean St. of KCO (1-16)</i>	396.75	100.00
2012			
7	AT6 × BTI-R-1	361.88	118.23
10	KA325 × C-57	348.99	114.10

Следва продължение/To be continued

12	A34 × BTI-R-1	362.63	118.53
St.	<i>Mean St. of KCO (1-20)</i>	305.94	100.00
2	BTI-M1 × 13 R	337.0	114.40
3	BTI-M1 × 15 R	329.7	111.90
St.	<i>Mean St. of KCO (1-2)</i>	294.7	100.00
7	BTI-M1 × 127 R	330.0	110.00
8	BTI-M1 × 242 R	378.3	126.20
St.	<i>Mean St. of KCO (1-7)</i>	299.8	100.00
9	813 A × BTI-R1	333.7	125.50
10	846 A × BTI-R1	366.0	137.60
St.	<i>Mean St. of KCO (1-8)</i>	265.9	100.00
11	BTI-M1 × 154 R	290.0	114.90
St.	<i>Mean St. of KCO (1-11)</i>	252.5	100.00
12	BTI-M1 × 240 R	340.7	111.70
St.	<i>Mean St. of KCO (1-12)</i>	305.0	100.00
2013			
6	T6 A × BTI-R-1	458.18	125.01
7	197 A × BTI-R-1	457.46	124.82
12	336 A × C57/1	488.31	117.61
16	2607 A × C57/1	487.62	117.45
21	31 A × C57/1	509.30	113.76
29	113/4A × BTIR-1	450.75	112.54
31	2400/9A × BTIR-1	449.01	112.11
St.	<i>Mean St. of KCO (1-8)</i>	449.59	100.00
3	BTI-M1 × 15 R	389.00	113.30
6.	BTI-M1 × 127 R	387.30	112.80
10.	BTI-M1 × 242 R	389.70	113.50
11.	BTI-M1 × 87/1/3 R	383.70	111.80
St.	<i>Mean St. of 24 IMI hybrids</i>	343.30	100.00

Таблица 3. Добив масло от хибриди устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС, превишаващи среден стандарт. КСО. Реколта 2012 и 2013 г.

Table 3. Oil yield of hybrids resistant to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC, increasing mean standard. KCO. Harvest year 2012 and 2013

№	Cross	Oil yield		% of Mean Standard
		oil content in seeds, %	oil yield, kg/da	
2012				
18	BTI-M1 × 100/1/2 R	43.80	163.50	101.70
21	BTI-M1 × 100/2/3 R	42.50	165.40	102.90
30	BTI-M1 × 102/3/3 R	44.20	163.70	101.90
St.	<i>Mean St. of 24 IMI hybrids from SAATEN UNION</i>	46.80	160.70	100.00
2013				
24	BTIM-1A × RC-4	49.01	231.39	102.77
25	BTIM-1A × RC-11	48.82	230.59	102.41
St.	<i>Mean St. of KCO (1-8)</i>	49.16	209.75	100.00

Таблица 4. Добив масло на хибриди, създадени с участие на IMI толерантна майка или бащи, устойчиви на хербицидите Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС, превишаващи средния стандарт. КСО. Реколта 2012 – 2013 г.
Table 4. Oil yield of hybrids developed with IMI tolerant mother or fathers lines resistant to Pulsar 40+ Stomp 330 ES and increasing mean standard. KCO. Harvest year 2012 – 2013

№	Cross	Oil content in seeds, %	Oil yield, kg/da	% of Mean Standard
2012				
221	BTI-A × 247 R	43.34	150.39	117.28
222	BTI-A × 260 R	39.61	145.37	113.37
St.	<i>Mean St. of KCO (1-11)</i>	37.48	146.94	100.00
2013				
1.	BTI-M1 × 7 R	45.80	167.00	103.90
3.	BTI-M1 × 15 R	46.10	179.30	111.60
6.	BTI-M1 × 127 R	47.90	185.50	115.40
7.	BTI-M1 × 243 R	44.50	163.90	102.00
10.	BTI-M1 × 242 R	46.60	181.60	113.00
11.	BTI-M1 × 87/1/3 R	43.60	167.30	104.10
St.	<i>Mean St. of 24 IMI hybrids</i>	46.80	160.70	100.00
2013				
11	197A × C57/1	47.72	219.81	101.67
12	197A × C-57-1/1	49.87	214.20	102.89
13	336A × C57/1	52.48	256.27	123.09
18	2607A × C57/1	48.88	238.35	114.49
22	31A × C57/1	52.78	268.81	122.72
26	3920/10A × C57/1	52.40	233.25	103.59
32	113/4A × BTIR-1	50.32	226.82	115.80
34	2400/9A × BTIR-1	49.41	221.86	113.27
35	116A × BTIR-1	49.22	206.43	105.39
St.	<i>Mean St. of KCO (1-8)</i>	49.16	209.75	100.00

Нашите резултати потвърждават изводите на Trucillo Silva et al. (2010), че връзката на дивия родител с новия ген за устойчивост на хербициди определя намаленото маслено съдържание в семето.

Извършена е оценка на хибридите по показателя добив масло на 55 хибридни комбинации, в които участва един устойчив на хербициди родител. В табл. 4 са представени 17 хибриди, които превишават средния стандарт.

Като стандарти са включени търговските хибриди LE19, LG-5635, Клариса и 24 ИМИ устойчиви хибриди от компанията SAATEN UNION. Маслеността на стандартите в КСО варира от 36,25% за LG-5635 до 53,44% за Клариса, като средната стойност е 44,48%. Добивът масло за новите хибридни комбинации достига до 268,81 kg/da, като добивът масло средно за всички стандарти е 172,46 kg/da.

При биохимичната оценка на добрите хибридни комбинации от КСО е установено, че

маслеността във въздушно сухите семена варира от 39,61 до 52,78%. Най-високи стойности спрямо средния стандарт са констатирани за следните хибридни комбинации: 336 A × C57/1 (123,09%) и 31 A × C57/1 (122,78%).

ИЗВОДИ

В резултат на проведените дългогодишни опити са създадени и изпитани 1184 броя нови линии слънчоглед възстановители на фертилността чрез прехвърляне на гени за устойчивост към хербициди от групата на имидазолините с източник CLPlus (BTI-(R1) на BASF) и IMISUN устойчива линия RHA426 предоставена от Jerry Miller (САЩ).

Създадени са и изпитани 61 броя линии закрепители на стерилността (В) чрез прехвърляне на гени за устойчивост към хербициди от групата на имидазолините с източник CLPlus (BTI-(B) M1 на BASF) и IMISUN устойчива линия HA425 предоставена от Jerry Miller (САЩ).

Създадени са и изпитани 328 броя линии възстановители на фертилността чрез прехвърляне на гени за устойчивост към хербициди от групата на сулфонилуреите с източник SURES, предоставен от Jerry Miller (САЩ).

Създадени са и изпитани 8 броя линии закрепители на стерилността (В) чрез прехвърляне на гени за устойчивост към хербициди от групата на сулфонилуреите с източник SURES, предоставен от Jerry Miller (САЩ).

Получени са устойчиви към имидазолинон хибриди слънчоглед, в които генът CLPlus е в хомозиготно състояние.

ЛИТЕРАТУРА

Alonso, L. C., M. I. Rodrigues-Ojeda, J. Fernandez-Escobar, G. Lopez-Ruiz-Calero. 1998. Chemical control of broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) in sunflower (*H. annuus* L.) resistant to imazethapyr. *Helia*, 21(29): 45-54

Al-Khatib, K., J. R. Baumgarther, D. E. Peterson, R. S. Currie. 1998. Imazethapyr resistance in common sunflower (*H. annuus* L.). *Weed Science*, 46: 403-407

Al-Khatib, K., J. R. Baumgarther, D. E. Peterson, R. S. Currie. 1999. Survey of common sunflower (*H. annuus* L.) resistance to ALS-inhibiting herbicides in North-East Kansas. In: Proc. 21th Sunflower Res. Workshop, USA, p. 210-215

Bruniard, J. M., J. E. Miller. 2001. Inheritance of Imidazolinone – herbicide resistance in sunflower. *Helia*, 24(35): 11-16

Bulos, M., C. A. Sala, E. Altrieri, M. L. Ramos. 2013. Marker assisted selection for herbicide resistance in sunflower. *Helia*, 36(59): 1-16

Canadian Food Inspection Agency. 2008. Decision Document DD2008-69 Determination of the Safety of Pioneer Hi-Bred production Ltd.'s Sulfonylurea-Tolerant ExpressSun™ Sunflower (*H. annuus* L.) SU7. <http://www.inspection.gc.ca/English/plaveg/bio/dd/dd0869e.shtml>. Accessed 14 April, 2001.

Fernandez-Martinez, J., M. J. Malero-Vara, J. Minoz-Ruz, J. Ruso, J. Domingez. 2000. Selection of wild and cultivated sunflower for resistance to a new broomrape race that overcomes resistance of the Or-5 gene. *Crop Sciences*, 4(2): 550-555

Gabard, J. M., J. P. Huby. 2001. Sulfonylurea-tolerant sunflower plants. United States Patent Application. 20050044587 2004.

Jocic, S., V. Miklic, G. Malidza, N. Hladni, S. Gvozdenovic. 2008. New sunflower hybrids tolerant of tribenuron-methyl. Proc. 17th int. Sunflower Conf. Vol. 2: 505-508. Cordoba, Spain, June 8-12. Intl. Sunflower Assoc. Paris.

Demerci, G., G. Evci. 2004. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) breeding in Turkey for broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) and herbicide resistance. *Helia*, 27(40): 199-210

Malidza, G., D. Skoric, S. Jocic. 2000. Imidazolinone resistant sunflower (*H. annuus* L.) inheritance of resistance and response towards selected sulfonyl urea herbicides. Proc. 15th Int. Sunflower Conference, Toulouse, France, June 12-15. Intl. Sunflower Assoc. Paris, France, Vol. 2: 42-47

Miller, J., K. Al-Khatib. 2000. Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. Proc. 15th Int. Sunflower Conference, Toulouse, France, June 12-15. Intl. Sunflower Assoc. Paris, France, Vol. 2: 419-423

Al-Khatib, K. 2002. Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA425) and fertility restorer (RHA426 and RHA427) germplasms. *Crop Science*, 42: 988-989

Miller, J., K. Al-Khatib. 2004. Registration of two oil-seeds sunflower genetic stock. SURES-1 and SURES-2 resistant to tribenuron herbicide. *Crop. Sci.*, 39: 301-302

Pacureanu-Joita, M., A. V. Vranceanu, G. Soare, A. Marinscu, I. Sandu. 1998. The evaluation of the parasite-host interaction system (*Helianthus annuus* L.) – (*Orobanche cumana* Wallr.) in Romania. Proceedings of 2nd Balk Symposium on Field Crops. 16-20 June, 1998. Novi Sad, Yugoslavia, p. 153-155

Sala, C. A., M. Bulos, A. M. Echarte S. Whitt, G. Budziszewski, W. Howite, B. Singh, B. Weston. 2008a. Development of CLHA-Plus: a novel herbicide tolerance trait in sunflower conferring superior imidazolinone tolerance and ease of breeding. In: Proc. XVIII Int. Sunflower Conf., Cordoba, Spain, p. 489-494

Sala, C. A., M. Bulos, A. M. Echarte. 2008b. Genetic analysis of an Induced Mutation Conferring Imidazolinone Resistance in Sunflower. *Crop. Sci.*, 48: 1817-1822

Sala, C. A., B. Weston. 2010. Nuevas tecnologia a tolerancias a herbicidas. In: Actas V Coongreso Nacional de Girasol. Buenos Aires, Argentina, p. 129-145

Sala, C. A., M. Bulos. 2012. Inheritance and molecular characterization of broad range tolerance to herbicides targeting acetohydroxyacid synthase in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics*, 124: 355-364

Shindrova, P. 1994. Distribution and race complex of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria. Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and *Striga* Research, Amsterdam, p. 142-145

Shindrova, P. 2006. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria-Distribution and race Composition. *Helia*, 29(44): 111-120

Streit, L. 2012. DuPont “ExpressSun” herbicide technology in sunflower. In: Proc. 18th Int. Sunflower Conf. Mar del Plata-Balcarce, Argentina, p. 143-149

Trucillo Salva, I., E. Altrieri, M. Bulos, C. A. Sala. 2010. Arrastre por ligamiento debido a la incorporacion de la resistencia a las imidazolinonas en girasol. In: Actas v congreso nacional de girasol, Buenos Aires, Argentina, p. 308-309