

СЕЛЕКЦИЯ НА ТЕХНИЧЕСКИ И ДРУГИ КУЛТУРИ
INDUSTRIAL and OTHER CROPS BREEDING



СЪЗДАВАНЕ НА ЛИНИИ И ХИБРИДИ СЛЪНЧОГЛЕД
УСТОЙЧИВИ НА ХЕРБИЦИДИ

Юлия Енчева, Галин Георгиев, Нина Ненова,
Даниела Вълкова, Георги Георгиев, Михаил Христов
Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево, България

Резюме

Юлия Енчева, Галин Георгиев, Нина Ненова, Даниела Валкова, Георги Георгиев и Михаил Христов, 2014. Създаване на линии и хибриди слънчоглед, устойчиви на хербициди. FCS 9(1): 57-68

Обект на това изследване е определяне реакцията на слънчогледови линии възстановители на фертилността, линии закрепители на стерилността и хибриди към някои инхибитори на Асетолактатната синтеза (DLS). За създаване на линии устойчиви на хербициди от групата на имидазолините са използвани различни източници: два от САЩ-линии HA-425 и RHA-426 предоставени от Jerry Miller (с ген Ahasl 1-1), един от BASF (с ген Ahasl 1-3 наречен CLPlus) и един български-от дивия вид *H. argophyllus*. Получени са 1184 линии възстановители на фертилността и 61 линии закрепители на стерилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40+ Стомп 330 ЕС. През периода на изследване в КСО са изпитани 302 бр. ИМИ устойчиви хибриди. Извършена е оценка за показателите добив семе и добив масло. Добив над среден стандарт е отчетен при 8 хибрида, притежаващи ген (CLPlus) за устойчивост към хербициди Пулсар 40+Стомп 330 ЕС в хомозиготно състояние. Най-добри резултати са отчетени при комбинациите ВТИ-(А) М1 x 100/1/2 R (108.70 %), ВТИ-(А) М1 x 102/3/3 (107.90 %) и ВТИ-(А) М1 x 100/2/3 R (107.60 %). Добив семе над средния стандарт е регистриран при 55 комбинации, в които единия родител е устойчив на хербициди. Най-висок процент спрямо средния стандарт са показали хибридите: 846 А x ВТИ-R1 (137.60 %), ВТИ-(А) М1 x 242 R (126.20 %) и 813 А x ВТИ-R1 (125.50 %). Хибридна комбинация 336 А x С57/1 се откроява с най-висок процент масленост 52.48 % във въздушно сухи семена. Превишението на хибрида над средния стандарт по отношение на добива масло от декар е 23.09 %.

Създадени са 328 броя линии възстановители на фертилността с ген за устойчивост Ahasl 1-2 към хербицида Експрес от групата на сулфониуреите (СУ).

Ключови думи: *Helianthus annuus*, слънчоглед, линии, хибриди, хербициди, устойчивост

Съкращения: имидазолинон (ИМИ); сулфониуреа (СУ); Конкурсен сортов опит (КСО)

Abstract

Encheva, J., G. Georgiev, N. Nenova, D. Valkova, G. Georgiev and M. Christov, 2014. *Developing of sunflower lines and hybrids resistant to herbicides. FCS 9(1): 57-68*

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 imidazolinon group three different sources are used: one from the United States-HA-425 line provided by Jerry Miller (with gene Ahasl 1-1), one of BASF (with gene Ahasl 1-3 named ALPlus), and one Bulgarian-from the wild species *H. argophyllus*. Received 1184 fertility restorer lines and 61 lines maintaner 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 x 100/1/2 R (108.70%), BTI-(A) M1 x 102/3/3 (107.90%) and BTI-(A) M1 x 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 x BTI-R1 (137.60%), BTI-(A) M1 x 242 R (126.20%) and 813 A x BTI-R1 (125.50%). Hybrid combination 336 A x 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 Ahasl 1-2 to herbicide Express from the group of sulfonylurea.

Key words: *Helianthus annuus*, sunflower, lines, hybrids, herbicides, resistance

Abbreviations: imidazolinone (IMI); sulfonylurea (SU)

УВОД

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 се създадоха условия за широкото разпространение на паразита синя китка в България. Наблюдавано е бързо изменение в популацията на паразита, а именно появата на нови по-виrolентни раси (Shindrova, 1994; Shindrova, P., 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.

В настоящият 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 ИМИ 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, 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 (imazorug) устойчивост (CLPlus) създаден чрез индуциран мутагенез (Ethyl methane sulfonate) при дивия вид *H. annuus* публикува 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 до сега 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 опита: 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 с:

- три линии ВТИ-R, ВТИ-(А) М1 и ВТИ-(В) М1, 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 имидазолоните и сулфониуреите се характеризират с морфологична изравненост, добри стопански показатели и много добра комбинативна способност. Някои от тях са устойчиви на *Plasmodium helianthi*.

Най-подходящото време за тестване 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 сулфониуреите 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). Скала включва: 100 %-няма симптоми-здрави растения; 99.9-98 %-много слаби симптоми-слабо подтискане; 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 подтискане, 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 2010-2013 година 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

Хербициди от групата на имидазолоните и от групата на сулфониуреите 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 хербицидният 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 сулфониуреите.

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

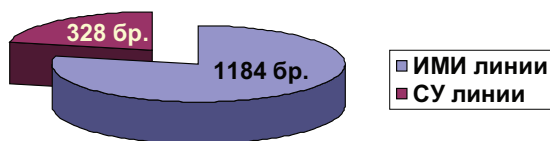
два източника на устойчивост—от BASF и от линия RHA426 предоставена от Jerry Miller (САЩ). Предоставената линия от Jerry Miller притежава ген за устойчивост Ahas1 1-1, описан като мутация в кодон 205, при което аланина (GCG) в дивия вид *H. annuus* L. е заместен с валин (GTG).



Фигура 1. Линия 413 R неустойчива на ИМИ и линия 414 R устойчива на ИМИ
Figure 1. Susceptible to IMI line 413 R and resistant to IMI line 414 R

Предоставеният от фирмата BASF ген кодира 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, 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 (Фигура 2).



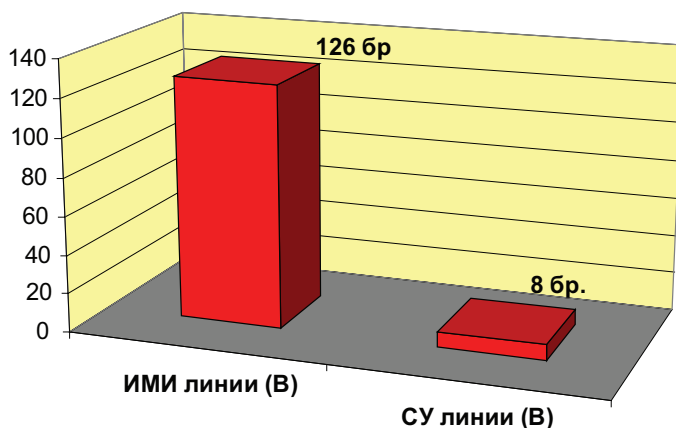
Фигура 2. Създаване на линии възстановители на фертилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС и Експрес (F1-F8 генерация)
Figure 2. Development of resistant to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC and Express restorer lines (F1- F8 generations)

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 ВТИ-(В) М1 носеща ген за устойчивост към хербициди (IMI) на BASF. При две линии 27405 В и 75405 В всички третираны 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 процеса на стабилизиране на признака.



Фигура 3. Създаване на линии закрепители на стерилността, устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС и Експрес (F1- F6 генерация)
Figure 3. Development of resistant to herbicides Pulsar 40 + Stomp 330 EC and Express maintainer lines (F1- F6 generations)

През отчетния период са изпитани 10 бр. 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 самоопрашени са здравите растения от 8 бр. В-линии в F2 генерация (Фигура 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).

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 ВТИ-(А) М1, предоставена ни от фирма BASF. През периода 2010-2013 година са изпитани 302 бр. хибриди в КСО (Конкурсен сортов опит). Извършена е оценка за показателя добив семе (Таблица 1). Като стандарти са включени търговските хибриди Мелдими, LG-5635, Клариса, Римисол, LE 19 и Е-83 в различни комбинации през годините. Поникналите растения във фаза 2-3 двойка са третираны с комбинацията от хербициди Пулсар 40 + Стомп

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

В таблица 1 са представени данни за добива семена на 8 хибрида притежаващи ген за устойчивост CLPlus в хомозиготно състояние. Хибридите комбинации са създадени с участие на ИМИ толерантна майка ВТИ-(А) М1 (BASF) и бащини линии, получени след прехвърляне на ген за устойчивост от донорна линия ВТИ-(R1) М1 (BASF). Изпитването е проведено през 2010 и 2013 г. Най-висок добив семе е отчетен при хибридни комбинации ВТИ-(А) М1 x 100/1/2 R (108.70 %), ВТИ-(А) М1 x 100/2/3 R (107.90 %) и ВТИ-(А) М1 x 102/3/3 R (107.60 %).

Таблица 1. Добив семе от хибриди устойчиви на хербициди Пулсар 40 + Стомп 330 ЕС от групата на имидазолините, превишаващи среден стандарт. КСО. Реколта 2010 г. 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. KSO. Harvest year 2010 and 2013

№	Кръстоска / Cross	Добив семе / Seed yield	
		kg/da	В % спрямо Ср. ст. % of Mean St.
2010 г.			
9	ВТИ-М-1А x C-41	350.00	104.57
См.	Ср. ст. за КСО (1- 20)	334.70	100.00
10	ВТИ-М-1А x C-39	409.68	104.41
См.	Ср. ст. за КСО (1- 20)	392.37	100.00
13	ВТИ-М-1А x C-40	400.00	104.09
См.	Ср. ст. за КСО (1- 20)	384.30	100.00
2013 г.			
23	ВТИМ-1А x RC-4	472.13	102.46
24	ВТИМ-1А x RC-11	472.33	102.50
См.	Ср. ст. за КСО (1- 8)	449.59	100.00
18.	ВТИ-М1 x 100/1/2 R	373.30	108.70
21.	ВТИ-М1 x 100/2/3 R	369.30	107.60
30.	ВТИ-М1 x 102/3/3 R	370.30	107.90
См.	Ср. ст. за 24 ИМИ хибрида от SAATEN UNION	343.30	100.00

Добив семе над среден стандарт са дали 55 хибридни комбинации в които участва един устойчив на хербициди родител- майчина линия ВТИ-(А) М1 от BASF или бащина линия ВТИ-(R1) от BASF (или друга нова бащина линия получена от кръстоска с донорна линия ВТИ-(R1) носеща ген за устойчивост).

Таблица 2. Добив семе на хибриди, създадени с участие на ИМІ 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. KSO. Harvest year 2010-2013

№	Кръстоска / Cross	Добив семе / Seed yield	
		kg/da	% спрямо Ср. ст. % of Mean st.
2010 г.			
1	A113/4 x BTI-R-1	369.70	110.46
4	A653 x BTI-R-1	406.45	121.44
11	A353 x BTI-R-1	397.71	118.83
11	A353 x BTI-R-1	397.71	118.83
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-20)</i>	<i>334.70</i>	<i>100.00</i>
2011 г.			
16	A34 x BTI-R-1	449.23	113.23
20	BTI-M-1A x PR-33/9	447.10	112.69
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-16)</i>	<i>396.75</i>	<i>100.00</i>
2012 г.			
7	AT6 x BTI-R-1	361.88	118.23
10	KA325 x C-57	348.99	114.10
12	A34 x BTI-R-1	362.63	118.53
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1- 20)</i>	<i>305.94</i>	<i>100.00</i>
2	BTI-M1 x 13 R	337.0	114.40
3	BTI-M1 x 15 R	329.7	111.90
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-2)</i>	<i>294.7</i>	<i>100.00</i>
7	BTI-M1 x 127 R	330.0	110.00
8	BTI-M1 x 242 R	378.3	126.20
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-7)</i>	<i>299.8</i>	<i>100.00</i>
9	813 A x BTI-R1	333.7	125.50
10	846 A x BTI-R1	366.0	137.60
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-8)</i>	<i>265.9</i>	<i>100.00</i>
11	BTI-M1 x 154 R	290.0	114.90
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-11)</i>	<i>252.5</i>	<i>100.00</i>
12	BTI-M1 x 240 R	340.7	111.70
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-12)</i>	<i>305.0</i>	<i>100.00</i>
2013 г.			
6	T6 A x BTI-R-1	458.18	125.01
7	197 A x BTI-R-1	457.46	124.82
12	336 A x C57/1	488.31	117.61
16	2607 A x C57/1	487.62	117.45
21	31 A x C57/1	509.30	113.76
29	113/4A x BTIR-1	450.75	112.54
31	2400/9A x BTIR-1	449.01	112.11
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за КСО (1-8)</i>	<i>449.59</i>	<i>100.00</i>
3	BTI-M1 x 15 R	389.00	113.30
6.	BTI-M1 x 127 R	387.30	112.80
10.	BTI-M1 x 242 R	389.70	113.50
11.	BTI-M1 x 87/1/3 R	383.70	111.80
<i>См.</i>	<i>Ср. см. за 24 ИМИ-хибрида</i>	<i>343.30</i>	<i>100.00</i>

В таблица 2 са представени 28 хибрида, които превишават средния стандарт с повече от 10 %. Тестирането е проведено през периода 2010-2013 г. Най-голямо превишение в процент над среден стандарт са показали хибридни комбинации: 846 А x ВТИ-R1 (137.60 %), ВТИ-(А) М1 x 242 R (126.20 %) и 813 А x ВТИ-R1 (125.50 %).

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

В таблица 3 са представени данни за добив масло от 5 хибрида 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 kg/da до 231.39 kg/da. Като цяло процентното превишение на хибридни комбинации над среден стандарт е с ниски стойности и близък-от 101.70 % до 102.77 %. 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.

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

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

№	Кръстоска Cross	Добив масло Oil yield		В % спрямо Ср. ст. % of Mean st.
		Масленост % Oil content in seeds %	Добив масло kg/da Oil yield, kg/da	
2012 г.				
18.	ВТИ-М1 x 100/1/2 R	43.80	163.50	101.70
21.	ВТИ-М1 x 100/2/3 R	42.50	165.40	102.90
30.	ВТИ-М1 x 102/3/3 R	44.20	163.70	101.90
Ср. ст.	за 24 ИМИ- хбрида от SAATEN UNION	46.80	160.70	100.00
2013 г.				
24	ВТИМ-1А x RC-4	49.01	231.39	102.77
25	ВТИМ-1А x RC-11	48.82	230.59	102.41
Ср. ст.	за КСО (1- 8)	49.16	209.75	100.00

Извършена е оценка на хибридите по показателя добив масло на 55 хибридни комбинации в които участва един устойчив на хербициди родител. В таблица 4 са представени 17 хибрида, 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 добива 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 А x C57/1 (123.09 %) и 31 А x C57/1 (122.78 %).

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. KSO. Harvest year 2012-2013.

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

ИЗВОДИ

1. 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).

2. 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).

3. 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).

4. 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).

5. 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 and G. Lopez-Ruiz-Calero, 1998. Chemical control of broomrape (*Orobanche cernua* Loefl.) 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*, pp. 210-215.
- Bruniard, J.M. and J.E. Miller, 2001. Inheritance of Imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. *Helia* 24(35):11-16.
- Bulos, M., C.A. Sala, E. Altrieri and 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 and 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 Science* 4(2): 550-555.
- Gabard, J.M. and J.P. Huby, 2001. Sulfonylurea-tolerant sunflower plants. United States Patent Application. 20050044587 2004.
- Jocic, S., V. Miklic, G. Malidza, N. Hladni and 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.
- Kaya, Y., M. Demerci and 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 and 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. and K. Al-Khatib, 2000. Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. *Proc. 15th int. sunflower conference, Toulouse, France, June 12-15*. Int. Sunflower Assoc. Paris, France, Vol. 2:419-423.
- Miller, J. and K. Al-Khatib, 2002. Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA425) and fertility restorer (RHA426 And RHA427) germplasms. *Crop Science* 42: 988-989.
- Miller, J. and K. Al-Khatib, 2004. Registration of two oilseeds sunflower genetic stock. SURES-1 and SURES-2 resistant to tribenuron herbicide. *Crop. Sci.* 39:301-302.
- Pacureanu-Joita, M., Vranceanu, A.V., Soare, G., Marinscu, A. and Sandu. I., 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 and 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*, pp.489-494.

- Sala, C.A., M. Bulos and A.M. Echarte, 2008b.** Genetic analysis of an Induced Mutation Conferring Imidazolinone Resistance in Sunflower. *Crop. Sci.* **48**: 1817-1822.
- Sala, C.A. and B. Weston, 2010.** Nuevas tecnologia an tolerancias a herbicidas. *In*: Actas V Coongreso Nacional de Girasol, Buenos Aires, Afgentina, pp. 129-145.
- Sala, C.A. and M. Bulos, 2012.** Inheritance and molecular characterization of broad range tolerance to herbicides targetingacetohydroxyacid 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, pp. 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, pp. 143-149.
- Trucillo Salva, I., E. Altieri, M. Bulos and 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, pp. 308-309.