DOI: 10.22620/agrisci.2011.07.004

ВЛИЯНИЕ НА СУСПЕНЗИОННИЯ ТОР ЛАКТОФОЛ *В* ВЪРХУ ФОТОСИНТЕТИЧНАТА АКТИВНОСТ НА СЛЪНЧОГЛЕДОВИ РАСТЕНИЯ, ТРЕТИРАНИ С ИМАЗАМОКС
INFLUENCE OF THE FERTILIZER *LACTOFOL B* ON THE PHOTOSYNTHETIC PERFORMANCE OF *IMAZAMOX*-TREATED SUNFLOWER PLANTS

Мирослав Титянов[1], Андон Василев[2]*, Тоньо Тонев[2]
Miroslav Tityanov[1], Andon Vasilev[2]*, Tonyo Tonev[2]

[1]Лесотехнически университет – София
[2]Аграрен университет – Пловдив
[1]Forestry University – Sofia
[2]Agricultural University – Plovdiv

***E-mail: a_vasilev2001@yahoo.com**

Резюме

Проучени са промените във фотосинтетичната активност на млади слънчогледови растения (клиърфийлдски хибрид PRIMIS) след третиране с хербицида имазамокс (120 ml/da) и суспензионния тор Лактофол В (300 ml/da), приложени самостоятелно и в комбинация. В третираните само с имазамокс растения се наблюдава слабо пожълтяване на по-младите листа, което отсъства в растенията, третирани с комбинация от имазамокс и Лактофол В. Фотосинтетичната активност на листата в растенията, третирани с комбинацията хербицид + тор, определена по параметрите на листния газов обмен, хлорофилната флуоресценция и количеството на фотосинтетичните пигменти, е по-висока от тази в третираните само с имазамокс растения. Възстановяването на фотосинтетичната активност в третираните с имазамокс растения се извършва по-бързо при последваща обработка с Лактофол В. Резултатите показват, че суспензионният тор Лактофол В има превантивен и лечебен ефект срещу увреждания в третирани с хербицида имазамокс слънчогледови растения.

Abstract

The changes in the photosynthetic activity of young plants (Clearfield hybrid *PRIMIS*) grown in pot experiments were studied, after both independent and combined treatment with the herbicide *imazamox* (120 ml/da) and suspension fertilizer *Lactofol B* (300 ml/da). In the *imazamox*-treated sunflower plants a slight yellowing of the younger leaves was observed, which was absent in the plants treated with a mixture of *imazamox* and *Lactofol B*. The photosynthetic activity in the plants treated with the mixture, measured by the leaf gas exchange parameters, the chlorophyll fluorescence and the amount of photosynthetic pigments were higher than in the *imazamox*-treated plants. The recovery of the photosynthetic activity in the plants treated with the herbicide was carried out faster after treatment with *Lactofol B*. The results showed the suspension fertilizer *Lactofol B* to have a preventive and remedial effect against treated with *imazamox* herbicide sunflower plants.

Ключови думи: слънчоглед, имазамокс, Лактофол В, фотосинтеза.
Key words: sunflower, imazamox, Lactofol B, photosynthesis.

ВЪВЕДЕНИЕ

Борбата с плевелите при слънчогледа налага постоянно търсене на иновативни, рационални и ефективни решения (Тонев, 2002; Тонев и др., 2009). Една от възможностите в тази насока е технологията "Клиърфийлд", при която за борба срещу житните и широколистните плевели и синята китка се използват хербицидът Пулсар 40 и имитолерантни слънчогледови хибриди (Тонев, 2010).

Хербицидът имазамокс (Пулсар 40) спада към групата на имидазолиноновите хербициди. Хербицидите от тази група инхибират активността на ензима ацетолактат синтетаза (ALS, E.C. 4.1.3.18), чрез което блокират синтеза на аминокиселините с разклонена верига валин, левцин и изолевцин (Duggleby and Pang, 2000). Недостигът на посочените аминокиселини нарушава белтъчната обмяна и предизвиква различни функционални нарушения в третираните растения. Чувствителните плевелни растения спират растежа си 10-12 часа след третирането, докато в същото време толерантните растения успяват да разградят или да инактивират хербицидната молекула.

Селективността на имазамокса към използваните в технологията "Клиърфийлд" слънчогледови хибриди е висока и е постигната чрез традиционна селекция с използване на дива, устойчива форма (Massinga et al., 2005). В определени случаи, като предозиране, съчетаване на хербицидната обработка с неподходящи климатични условия и др., вегетационният връх на слънчогледовите растения временно пожълтява. Възстановяването на растенията продължава няколко седмици, след което негативният хербициден ефект се компенсира с ускорен растеж в отсъствие на конкурентни плевели.

В производствени опити е установено, че суспензионните торове Лактофол оказват положителен ефект върху хербицидно увредени или стресирани от други фактори растения (http://www.ecofol.com/katalog_lactofol.pdf). Като се има предвид, че в състава им участват и свободни аминокиселини, може да се предположи, че те биха оказали превантивен (при съвместно прилагане) или лечебен ефект върху третирани с имазамокс слънчогледови растения.

Проверката на тази хипотеза ни мотивира да проведем изследвания, целта на които беше да се проучи влиянието на суспензионния тор Лактофол В върху фотосинтетичната активност на слънчогледови растения, третирани с имазамокс (Пулсар 40).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Вегетационният съдов опит е изведен в Аграрния университет – Пловдив със слънчогледови растения от хибрида ES PRIMIS. Експерименталната постановка включва следните варианти:

1. Нетретирана контрола;
2. Третиране с Пулсар 40 в доза 120 ml/da;
3. Третиране с Лактофол В в доза 300 ml/da;
4. Комбинирано третиране със смес от Пулсар 40 и Лактофол В в посочените дози;
5. Разделно третиране: Пулсар 40 и след пет дни - Лактофол В.

Всеки вариант е заложен в 4 повторения (съдове), като във всеки съд са отглеждани по 4 растения. Почвената влажност е поддържана тегловно в границите 70-75% от пределната полска влагоемкост. Хербицидният препарат и листният тор са изпръскани върху растенията във фенофаза трета двойка листа в обем, съответстващ на 30 l/da. Пет и десет дни след обработката с хербицид и с листен тор са извършени физиологични анализи в най-младите листа на растенията. Скоростта на фотосинтезата (A), интензивността на транспирацията (E) и устичната проводимост (g_s) са определени с фотосинтетичната система LCA-4 (ADC, England). Максималната ефективност на ФС2 (F_v/F_m) е определена с апарата MINI-PAM (H. Walz, Germany; Handbook of operation with MINI-PAM, 1996) след 60-минутно тъмнинно адаптиране на растенията, а скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт (ETR) - след 30-минутно светлинно адаптиране. Фотосинтетичните пигменти са екстрахирани с 80% ацетон, а количеството им е изчислено по формулите на Lichtenthaler (1987). Всички анализи са извършени в от 3- до 5-кратна повторяемост. Статистическата обработка на резултатите е проведена чрез еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA при $P = 0.05$) и тест на Дънкан.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Третирането на слънчогледовите растения с хербицида Пулсар 40 предизвика пожълтяване на вегетационния връх няколко дни след обработката (фиг. 1). Негативният хербициден ефект беше ясно забележим в продължение на две седмици, след което беше преодолян напълно. Визуалният ефект се дължи на понижено съдържание на фотосинтетични пигменти (табл. 1). Общото съдържание на хлорофили и каротиноиди в младите, нарастващи листа на третираните с Пулсар 40 растения е с около 35% по-ниско в сравнение с това в контролните растения. Посоченият хербициден ефект напълно отсъства в растенията, третирани със смес от Пулсар 40 и Лактофол В - вариант 4 (фиг. 2). Съдържанието на фотосинтетични пигменти в тези растения не се различава статистически достоверно ($P = 0.05$) от това в контролните растения.

Третирането на слънчогледовите растения с хербицида Пулсар 40 оказа негативно влияние върху фотосинтетичната им активност (табл. 2). Пет дни след третирането скоростта на фотосинтезата (A) в тези растения е с 39% по-ниска от тази в контролните растения. В растенията, третирани със смес от Пулсар 40 и Лактофол В, понижението на A е значително по-слабо – с 16%, което показва, че включването на суспензионния тор в хербицидната обработка оказва превантивен ефект върху растенията. Може да се твърди, че намалената асимилация на CO_2 не се дължи на устично лимитиране, тъй като устичната проводимост (g_s) и интензивността на транспирацията (E) не са понижени. В третираните с Пулсар 40, както и със смес от хербицид и листен тор, растения се наблюдава статистически достоверно повишаване на междуклетъчната концентрация на CO_2. Това означава, че намалената стойност на A най-вероятно се дължи на инхибиране на биохимичните процеси в цикъла на Калвин и/или активиране на фотодишането.

Фиг. 1. Контролни (1) и третирани с Пулсар 40 (2) слънчогледови растения
Fig. 1. Control (1) and Pulsar 40 treated (2) sunflower plants

Фиг. 2. Общ вид на вегетационния опит. Вариантите са описани в раздел "Материал и методи"
Fig. 2. General view of pot-soil experiment. The treatments are described in "Material and methods"

Таблица 1. Съдържание на фотосинтетични пигменти (mg/g свежа маса) в слънчогледови растения, третирани с хербицида Пулсар 40 и суспензионния тор Лактофол B
Table 1. Photosynthetic pigments content (mg/g fresh weight) in sunflower plants, treated by the herbicide Pulsar 40 and the fertilizer Lactofol B

Варианти Treatments	Хл. a Chl. a	Хл. b Chl. b	Хл. a+b Chl. a+b	Каротиноиди (k) Carotenoids (k)	a/b	(a+b)/k
Контрола Control	1.33^{a}	0.40^{a}	1.72^{a}	0.55^{a}	3.32	3.13
Пулсар 40 Pulsar 40	0.82^{b}	0.27^{b}	1.09^{b}	0.36^{b}	3.07	3.03
Лактофол B Lactofol B	1.20^{a}	0.37^{a}	1.57^{a}	0.47^{a}	3.24	3.34
Пулсар 40 + Лактофол B Pulsar 40 + Lactofol B	1.14^{a}	0.37^{a}	1.51^{a}	0.52^{b}	3.08	2.90

Стойностите в една колона, последвани от различни букви (a, b), се различават достоверно при P = 0.05.
Within the same column, values flanked by different letters (a, b) are significantly different for P = 0.05.

Фотохимичната активност на листата в третираните слънчогледови растения е намалена, но в по-малка степен от CO_2-асимилацията (табл. 2). Скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт (ETR) в третираните с Пулсар 40 растения се понижава с 25%, докато в третираните със смес от Пулсар 40 и Лактофол B - само с 11%. Получените резултати потвърждават наличието на превантивен ефект на Лактофол B. Понижената фотохимична активност на третираните растения може да се обясни с нарасналите стойности на нефотохимичното гасене (qN) и понижените стойности на фотохимичното гасене (qP). Ясно е, че значителна част от погълнатата светлинна енергия не се използва за фотосинтеза, а се разсейва като топлинна дисипация. Необходимо е да се отбележи, че максималната ефективност на ФС2 (F_v/F_m) не е съществено повлияна от хербицидната обработка. Измерените стойности на F_v/F_m са в интервала, характерен за здрави листа – 0,75-0,83 (Handbook of operation with MINI-PAM, 1996). Този факт в известна степен обяснява бързото възстановяване на фотосинтетичната функция в тези растения, установено в следващите анализи.

Таблица 2. Фотосинтетична активност на слънчогледови растения пет дни след третиране с хербицида Пулсар 40 и суспензионния тор Лактофол B

Table 2. Photosynthetic performance of sunflower plants five days after treatment by the herbicide Pulsar 40 and the fertilizer Lactofol B

A - скорост на нето фотосинтезата (μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}); E - интензивност на транспирацията (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}); g_s - устична проводимост (mol m^{-2} s^{-1}); c_i - вътрешна концентрация на CO_2; F_v/F_m - максимална ефективност на ФС2; ETR - скорост на фотосинтетичния електронен транспорт (μmol m^{-2} s^{-1}); qP – фотохимично гасене на хлорофилната флуоресценция; qN – нефотохимично гасене на хлорофилната флуоресценция

A - net photosynthetic rate (μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}); E - transpiration rate (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}); g_s – stomatal conductance (mol m^{-2} s^{-1}); c_i – internal CO_2 concentration; F_v/F_m - maximal capacity of PS2; ETR - apparent photosynthetic electron transport rate (μmol m^{-2} s^{-1}); qP – photochemical quenching of chlorophyll fluorescence; qN – nonphotochemical quenching of chlorophyll fluorescence

Варианти Treatments	A	E	g_s	c_i	F_v/F_m	ETR	qP	qN
Контрола Control	22.72^a	7.17^a	0.27^a	139^a	0.75^a	185.0^a	0.866^a	0.335^a
Пулсар 40 Pulsar 40	13.91^b	7.32^a	0.29^a	237^c	0.75^a	108.6^b	0.711^b	0.744^b
Лактофол B Lactofol B	25.84^a	7.48^a	0.32^a	137^a	0.83^a	207.7^c	0.840^a	0.348^a
Пулсар 40 + Лактофол B Pulsar 40 + Lactofol B	19.02^b	7.75^a	0.29^a	184^b	0.78^a	165.5^a	0.785^c	0.455^c

Стойностите в една колона, последвани от различни букви (a, b, c), се различават достоверно при P = 0.05.

Within the same column, values flanked by different letters (a, b, c) are significantly different for P = 0.05.

Таблица 3. Фотосинтетична активност на слънчогледови растения десет дни след третиране с хербицида Пулсар 40 и суспензионния тор Лактофол B

Table 3. Photosynthetic performance of sunflower plants five days after treatment by the herbicide Pulsar 40 and the fertilizer Lactofol B

A - скорост на нето фотосинтезата (μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}); E - интензивност на транспирацията (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}); g_s - устична проводимост; c_i - вътрешна концентрация на CO_2; F_v/F_m - максимална ефективност на ФС2; ETR - скорост на фотосинтетичния електронен транспорт (μmol m^{-2} s^{-1}); qP – фотохимично гасене на хлорофилната флуоресценция; qN – нефотохимично гасене на хлорофилната флуоресценция

A - net photosynthetic rate (μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}); E - transpiration rate (mmol H_2O m^{-2} s^{-1}); g_s – stomatal conductance (mol m^{-2} s^{-1}); c_i – internal CO_2 concentration; F_v/F_m - maximal capacity of FS2; ETR - apparent photosynthetic electron transport rate (μmol m^{-2} s^{-1}); qP – photochemical quenching of chlorophyll fluorescence; qN – nonphotochemical quenching of chlorophyll fluorescence

Варианти Treatments	A	E	g_s	c_i	F_v/F_m	ETR	qP	qN
Контрола Control	20.31^a	4.39^a	0.29^a	203^a	0.78^a	135.0^a	0.860^a	0.435^a
Пулсар 40 Pulsar 40	13.97^b	4.05^a	0.27^a	249^b	0.73^b	118.0^a	0.740^b	0.560^b
Лактофол B Lactofol B	21.56^a	4.44^a	0.26^a	196^a	0.81^a	156.7^a	0.810^a	0.455^a
Пулсар 40 + Лактофол B Pulsar 40 + Lactofol B	17.41^c	3.43^b	0.21^b	192^a	0.75^a	125.5^a	0.770^b	0.470^a
Пулсар 40 + Лактофол B (разделно) Pulsar 40 + Lactofol B (separatively)	16.21^c	3.89^b	0.28^a	230^b	0.75^a	119.0^b	0.750^b	0.510^a

Стойностите в една колона, последвани от различни букви (a, b, c), се различават достоверно при P = 0.05.

Within the same column, values flanked by different letters (a, b, c) are significantly different for P = 0.05.

Инхибиращият ефект на хербицида Пулсар 40 върху фотосинтетичните процеси в слънчогледовите растения се установява и 10 дни след третирането (табл. 3), но е изразен в по-малка степен в сравнение с измерения след 5 дни. Вижда се, че инхибирането на A, ETR и qP в третираните със смес от Пулсар 40 и Лактофол B растения е по-слабо в сравнение с третираните само с Пулсар 40, което потвърждава защитния ефект на суспензионния тор. Наред с превантивния ефект приложението на Лактофол B оказва и лечебен ефект спрямо третираните с хербицида растения. Допълнителното, разделно внасяне на Лактофол B 5 дни след третирането с Пулсар 40 подпомага възстановяването на слънчогледовите растения. Стойностите на A в тези растения са само с 20% по-ниски от тези в контролните растения, докато в третираните с Пулсар 40 – с 31%.

ИЗВОДИ

1. Съвместното приложение на суспензионния листен тор Лактофол B с хербицида Пулсар 40 оказва превантивен ефект върху слънчогледовите растения от хибрида ES PRIMIS.
2. Разделното приложение на Лактофол B пет дни след хербицидната обработка с Пулсар 40 подпомага възстановяването на слънчогледовите растения.

Получените резултати потвърждават наши наблюдения от полски опити, проведени през 2010 г. при същата експериментална постановка. В полските опити ние установихме още, че както разделното, така и съвместното приложение на Лактофол B с Пулсар 40 не намалява хербицидния ефект спрямо плевелите. Това ни дава основание да препоръчаме използването на суспензионния тор Лактофол B при отглеждане на слънчоглед по технологията "Клиърфийлд".

ЛИТЕРАТУРА

Листното торене – съвременна и печеливша технология (http://www.ecofol.com/katalog_lactofol.pdf).

Тонев, Т., 2010. Ефективен контрол на плевелите при слънчогледа. – Земеделие плюс, 3, 39-40.

Тонев, Т., А. Митков, Ч. Дочев, М. Титянов, 2009. Възможности на SU-технологията за безопасна борба с плевелите при слънчогледа. – Растениевъдни науки, 46, 161-166.

Тонев, Т., 2002. Нови алтернативи в борбата с плевелите при слънчогледа. – В: Юбилейна научна конференция "100 години от рождението на акад. Павел Попов", том XLVII, кн. 2, 467-472.

Bolhar-Nordenkampf, H. R., G. Oquist, 1993. Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research. – In: Photosynthesis and Production in a changing environment: a field and laboratory manual. Hall, D. O., J. M. O. Scurlock, H. R. Bolhar-Nordenkampf, R. C. Leegood and S. P. Long, Eds., Chapman and Hall, London, 193-205.

Duggleby, R.G., S.S. Pang, 2000. Acetohydroxyacid synthase. – Journal of Biochemistry and Molecular biology, 33, 1-36.

Handbook of operation with MINI-PAM, 1996. Heinz Walz, Germany.

Lichtenthaler, H., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. – Methods of Enzymology, 148, 350-382.

Massinga, R. A., K. Al-Khatib, P. Amand, J. F. Miller, 2005. Relative fitness of imazamox-resistant common sunflower and prairie sunflower. – Weed Science, 53 (2), 166-174.

Статията е приета на 16.09.2011 г.
Рецензент – доц. д-р Малгожата Берова
E-mail: maberova@abv.bg