



**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ФИЗИОЛОГИЧНАТА РЕАКЦИЯ НА ЕЧЕМИК И ОВЕС
КЪМ ПРОВОКАТИВНО ЗАВИШЕНИ ДОЗИ НА НЯКОИ ХЕРБИЦИДНИ ПРЕПАРАТИ
DETERMINING THE PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF BARLEY AND OATS
TO PROVOCATIVELY INFLATED DOSES OF CERTAIN HERBICIDES**

**Аньо Митков, Андон Василев, Тоньо Тонев
Anyo Mitkov, Andon Vassilev, Tonyo Tonev**

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

E-mail: anyomitkov@abv.bg

Резюме

Експериментите са проведени през периода 2007-2008 г. в опитните полета на Аграрния университет - Пловдив. Целта на проучването е да се изследва физиологичната реакция на ечемик и овес към провокативно високи дози на някои хербициди. Фитотоксичното въздействие понякога може да протече без никакви външни симптоми. В този случай наличието или отсъствието на негативен ефект може да бъде проучено чрез физиологични изследвания върху фотосинтетичната и ензимната активност на растенията, но като правило такива изследвания са сравнително малко. По-често за наличието на негативен ефект на хербицидите се съди по понижението на добива и качеството на растениевъдната продукция, жизнеността и развитието на посевния и посадъчния материал, вкусовите характеристики и др.

Abstract

The experiments were carried out during the period 2007-2008 in the experimental fields of the Agricultural University – Plovdiv. The aim of the study was to investigate the physiological response of barley and oats to provocatively high doses of some herbicides. Phytotoxic effects can sometimes occur without any outward symptoms. In this case, the presence or absence of an adverse effect can be studied by physiological tests on the photosynthetic and enzymatic activity of the plants, but as a rule such studies are relatively few in number. More often the presence of a negative effect caused by herbicides is judged by a decrease in the yield and quality of crop production, vitality and development of seeds and planting material, taste characteristics, etc.

Ключови думи: ечемик, овес, хербициди, физиологична реакция.

Key words: barley, oats, herbicides, physiological response.

ВЪВЕДЕНИЕ

Толерантността на всеки растителен вид към конкретен хербицид е в рамките на определени граници. Когато дозата надвиши препоръчваните граници и особено когато хербицидното третиране се приложи при неблагоприятни метеорологични условия, може да се проявят негативни ефекти (Raciorek et al., 2005). В преобладаващия брой случаи за наличието на негативен ефект се съди по визуалните прояви, които могат да бъдат различни, но най-често са хлороза, некроза, забавяне и изоставане в растежа и др. (Tonev, Vasilev, 2011). Известно е обаче че много ксенобиотици, към които спадат и хербицидите, могат временно да потиснат физиологичните процеси, без това да води до визуална проява (Koshkin, 2010). В този случай обикновено намалява скоростта на растежа, но при полски условия прецизните биометрични измервания са трудни за изпълнение, особено върху голям брой варианти (Reeves, 1988).

Алтернативни и много информативни в този аспект са физиологичните анализи, които дават представа за физиологичния статус на растенията. Най-подходящи са недеструктивните анализи, като листен газов обмен и хлорофилна флуоресценция, които се отличават с висока чувствителност към стресови фактори и бързина (Cobb, Reade, 2010). Обективният характер на тези анализи се дължи на факта, че фотосинтезата е интегрален физиологичен процес, който може да се засегне както пряко, така и косвено от действието на хербицидите (Zhou et al., 2007). Почти половината от основните групи хербициди действат върху фотосинтетични звена или субпроцеси – пигменти, фотосинтетичен електронен транспорт, карбоксилиращи ензими и др. (Martin, 1988).

ЦЕЛ НА ПРОУЧВАНЕТО

Целта на проучването беше да се определи физиологичната реакция на ечемик и овес към провокативно завишени дози на някои хербицидни препарати.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изследванията са извършени в условия на полски опит, проведен в Аграрния университет – Пловдив през 2007 и 2008 г. Тъй като в опита се проучва видовата и сортовата чувствителност на ечемик и овес към приложените хербициди, за опита са използвани полета с минимално заплевеляване с видове от групите ефемери, зимно-пролетни и ранни пролетни плевели. Опитът е заложен по блоковия метод в 4 повторения, с обща големина на реколтната парцелка 86,0 m².

В опитите са включени следните сортове: ечемик (сортове Веслец и Обзор) и овес (сорт Дунав 1). Растенията са третираны с препоръчани и завишени дози на следните хербицидни препарати – Палас ВГ, Дерби супер ВГ, Уидмастер, Ларен 60 ВП и Хусар макс ВГ.

Фазата на внасяне на хербицидите по ВВСН е 29 (край на братене на културите), а обемът на работния разтвор е 30 l/da.

Физиологичните изследвания включват: определяне на листния газов обмен на растенията (скорост на нето фотосинтезата и интензивност на транспирацията) с фотосинтетичната система LCA-4 (ADC, England) и скорост на фотосинтетичния електронен транспорт чрез хлорофилна флуоресценция, измерена с апарата MINI-PAM (H.Walz, Germany). Анализите са извършени в рамките на 3 до 5 дни след третирането с хербициди.

Реакцията на растения от ечемик и овес към провокативно завишени дози на нови хербицидни препарати е отчетена през 2007 и 2008 г. чрез фотосинтетични анализи на растенията, за да се характеризират по-детайлно фитотоксичните ефекти.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Физиологичните анализи, проведени през 2007 и 2008 г., показват, че хербицидната фитотоксичност в определена степен се дължи на нарушения във фотосинтетичния процес.

В таблици 1 и 2 са показани данни за настъпилите в резултат на третирането с хербициди промени в листния газов обмен на ечемичените и овесените растения.

В скобите са посочени относителните стойности на всеки вариант спрямо нетретираната контрола (100%). Стойностите в една колона, които са последвани от различни букви (a, b, c), се различават достоверно при P < 0.05.

Резултатите от таблица 1 показват, че няколко дни след третирането с нарастващи дози на хербицидите Палас 75 ВГ, Уидмастер и Хусар Макс ВГ е отчетена по-ниска скорост на нето фотосинтезата (A) в ечемичените растения. Понижението е най-слабо при третираните с Уидмастер растения, в рамките на 5 до 9%. Значително посилен потискащ ефект е установен от третирането с хербицидите Палас 75 ВГ и Хусар макс ВГ. С нарастване на дозата от 20 до 80 g/da скоростта на нето фотосинтезата (A) в третираните с Палас 75 ВГ растения намалява от 16 до 41%, а в тези с Хусар макс ВГ - от 10 до 32%.

Аналогична тенденция по отношение на нетната скорост на фотосинтезата (A) се наблюдава в третираните с посочените хербициди овесени растения. Резултатите, представени в таблица 2, показват, че скоростта на нето фотосинтезата намалява най-слабо в третираните с хербицида Уидмастер растения. С нарастване на дозата на хербицидите Палас 75 ВГ и Хусар макс ВГ стойностите на скоростта на нето фотосинтезата пропорционално намаляват, като в най-високата доза – 80 g/da, те са 76% при Палас 75 ВГ и 53% при Хусар макс ВГ.

В скобите са посочени относителните стойности на всеки вариант спрямо нетретираната контрола (100%). Стойностите в една колона, които са последвани от различни букви (a, b, c), се различават достоверно при P < 0.05.

Скоростта на фотосинтезата, по принцип, може да бъде ограничена от два типа фактори – устични и мезофилни. Устичните фактори отра-

Варианти на опита

B _{1,2,3}	Палас ВГ - 20,0; 40,0; 80,0 g/da
B _{4,5,6}	Дерби супер ВГ - 3,3; 6,6; 13,2 g/da
B _{7,8,9}	Уидмастер - 100,0; 200,0; 400,0 ml/da
B _{10,11,12}	Ларен 60 ВП - 1,0; 2,0; 4,0 g/da
B _{13,14,15}	Хусар макс ВГ - 20,0; 40,0; 80,0 g/da
B ₁₆	Нетретирана контрола



Таблица 1. Влияние на нарастващи дози хербициди върху листния газов обмен на ечемик (сорт Веслец) през 2007 г.

A – скорост на нето фотосинтезата ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);
E – интензивност на транспирацията ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs – устична проводимост ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Table 1. Effect of increasing doses of herbicides on leaf gas exchange of barley (variety Veslets) in 2007

A - on the net photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);
E - intensity of transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs - stomata conductance ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Хербицид	Доза g (ml)/da	Листен газов обмен		
		A	E	Gs
Нетретирана контрола	-	18.62(100) ^a	1.67(100) ^a	0.08
Палас 75 ВГ	20	15.65 (84) ^b	1.43 (86) ^b	0.05
Палас 75 ВГ	40	15.48 (83) ^b	1.47 (88) ^b	0.06
Палас 75 ВГ	80	11.03 (59) ^c	1.14 (68) ^c	0.04
Уидмастер	100	17.75 (95) ^a	1.43 (86) ^b	0.07
Уидмастер	200	16.94 (91) ^b	1.41 (84) ^b	0.07
Уидмастер	400	17.37 (93) ^b	1.50 (90) ^b	0.07
Хусар макс ВГ	20	16.81 (90) ^b	1.28 (77) ^b	0.07
Хусар макс ВГ	40	14.08 (76) ^c	1.26 (75) ^b	0.06
Хусар макс ВГ	80	12.69 (68) ^c	1.19 (71) ^b	0.06

Таблица 2. Влияние на нарастващи дози хербициди върху листния газов обмен на овес (сорт Дунав 1) през 2007 г.

A – скорост на нето фотосинтезата ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);
E – интензивност на транспирацията ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs – устична проводимост ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Table 2. Effect of increasing doses of herbicides on leaf gas exchange of oats (variety Dunav 1) in 2007

A - on the net photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);
E - intensity of transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs - stomata conductance ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Хербицид	Доза g (ml)/da	Листен газов обмен		
		A	E	Gs
Нетретирана контрола	-	13.11(100) ^a	2.03(100) ^a	0.08
Палас 75 ВГ	20	12.30 (94) ^a	1.88 (93) ^a	0.06
Палас 75 ВГ	40	12.09 (92) ^b	1.96 (97) ^a	0.06
Палас 75 ВГ	80	10.02 (76) ^c	1.63 (80) ^b	0.05
Уидмастер	100	12.56 (96) ^a	1.97 (97) ^a	0.06
Уидмастер	200	11.91 (91) ^b	1.93 (95) ^a	0.06
Уидмастер	400	11.89 (91) ^b	1.23 (61) ^b	0.04
Хусар макс ВГ	20	10.68 (81) ^b	1.69 (83) ^b	0.05
Хусар макс ВГ	40	10.66 (81) ^b	1.27 (63) ^c	0.04
Хусар макс ВГ	80	6.90 (53) ^c	0.87 (43) ^c	0.03

заяват потискането на фотосинтезата за сметка на ограничено постъпване на CO_2 поради намалена устична проводимост. Данните от таблици 1 и 2 дават основание да се счита, че част от факторите, които ограничават фотосинтезата в третираните с хербициди ечемичени и овесени растения, са именно от устичен характер, тъй като стойностите на устичната проводимост (g_s) и на интензивността на транспирацията (E) намаляват идентично с тези на фотосинтезата. Тези данни показват, че третирането със завишени дози на хербицидите Палас 75 ВГ, Хусар макс ВГ и Уидмастер нарушава водообмена на растенията, което рефлектира в понижена транспирация.

Приложените хербициди не атакуват директно фотосинтетичния процес, а имат други мишени в растителните клетки. Хербицидите Палас 75 ВГ и Хусар макс спадат към групата на хербицидите инхибитори на ацетолатат синтезата, а хербицидът Уидмастер – към ауксиновите хербициди. Ауксиновите хербициди могат да повишат нивата на етилена и на абсцисиевата киселина (АБК), което да доведе до затваряне на устицата и понижаване на скоростта на фотосинтезата. Хербицидите Палас 75 ВГ и Хусар макс ВГ могат да блокират биосинтезата на аминокиселини с разклонена верига (валин, левцин и изолевцин) чрез инхибиране на активността на ензима ацетолатат синтезата, а оттук - и на важни за функционирането на фотосинтезата протеини. Силната инхибиция на фотосинтезата и впоследствие леталният ефект на хербицида Палас 75 ВГ върху овесените растения най-вероятно се дължи именно на предизвикани силни нарушения в обмяната на протеините.

За по-пълно характеризирание на инхибиращия ефект на високите хербицидни дози на Палас 75 ВГ, Хусар макс ВГ и Уидмастер върху фотосинтетичния процес в ечемичените и овесените растения през 2008 г. разширихме изследванията с включване на показатели на хлорофилната флуоресценция.

В таблици 3 и 4, наред с основните показатели на листния газов обмен, са представени и данни за скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт (ETR) в третираните с хербициди растения.

Данните за листния газов обмен в третираните с хербициди ечемичени растения като цяло кореспондират с установените тенденции през 2007 г. Фотосинтетичната скорост в третираните с хербициди ечемичени растения е понижена, но в различна степен в зависимост от вида и дозата на хербицида. Хербицидът Уидмастер

потиска най-слабо фотосинтетичната скорост – с 3 до 11%. Двойните и четворно завишените дози на хербицида Палас 75 ВГ оказват силен и пропорционално нарастващ инхибиращ ефект върху фотосинтезата на ечемика, вариращ в рамките на 23 до 34%. Хербицидът Хусар макс ВГ, приложен в различни дози, оказва приблизително еднакъв потискащ ефект върху фотосинтезата в рамките на 23-28%.

В скобите са посочени относителните стойности на всеки вариант спрямо нетретираната контрола (100%). Стойностите в една колона, които са последвани от различни букви (a, b, c), се различават достоверно при $P < 0.05$.

Понижените стойности на нето фотосинтезата (A) кореспондират с намалената интензивност на транспирацията (E) и с устичната проводимост (g_s), което потвърждава направеното през 2007 г. допускане, че част от факторите, инхибиращи фотосинтезата в третираните със завишени хербицидни дози ечемичени растения, са свързани с нарушения във водообмена. Наред с това обаче данните за скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт (ETR) в тези растения показват, че са налице и значителни мезофилни нарушения. Стойностите на скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт в третираните растения с малки изключения намаляват по-силно от тези на нетната фотосинтетична скорост (A). Този показател спада към групата на мезофилните фактори, ограничаващи фотосинтетичната скорост. Той отразява квантовата ефективност на хлорофила, която има важно значение за функционирането на светлинните реакции на фотосинтезата. Всички фактори, които пряко или косвено намаляват скоростта на фотосинтезата, рефлектират върху флуоресцентната емисия, поради което флуоресцентните параметри се считат за изключително чувствителни индикатори на фотосинтетични увреждания. В конкретния случай понижените стойности на скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт показват, че в третираните със завишени хербицидни дози ечемичени растения фотосинтетичният процес е инхибиран и на нивото на светлинните реакции. Проявите на хлороза в тези растения показват, че намалената скорост на електронния транспорт частично може да се дължи на пониженото съдържание на хлорофил.

Резултатите, представени в таблица 4, показват, че приложените хербициди инхибират фотосинтетичния процес в овесените растения и най-общо кореспондират с тези от 2007 г. Те показват, че няколкодневното въздействие с ви-



Таблица 3. Влияние на нарастващи дози хербициди върху листния газов обмен и хлорофилната флуоресценция на ечемик (сорт Веслец) през 2009 г.

A – скорост на нето фотосинтезата ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E – интензивност на транспирацията ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs – устична проводимост ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); ETR – скорост на фотосинтетичния електронен транспорт ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Table 3. Effect of increasing doses of herbicides on leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence of barley (variety Veslets) in 2009

A - on the net photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E - intensity of transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs - stomata conductance ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); ETR - rate of photosynthetic electron transport ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Хербицид	Доза g (ml)/da	Фотосинтетични показатели			
		A	E	gs	ETR
Нетретирана контрола	-	14.04(100) ^a	2.25(100) ^a	0.08	133.7(100) ^a
Палас 75 ВГ	20	12.86 (92) ^a	2.01 (89) ^b	0.07	122.4 (92) ^a
Палас 75 ВГ	40	10.87 (77) ^b	1.86 (83) ^b	0.06	95.4 (71) ^b
Палас 75 ВГ	80	9.31 (66) ^c	1.56 (69) ^c	0.06	60.4 (45) ^c
Уидмастер	100	13.61 (97) ^a	2.15 (96) ^a	0.08	134.5(101) ^a
Уидмастер	200	12.56 (89) ^b	2.11 (94) ^a	0.08	117.7 (88) ^b
Уидмастер	400	12.87 (92) ^b	2.01 (89) ^b	0.07	115.6 (86) ^b
Хусар макс ВГ	20	10.82 (77) ^b	1.87 (83) ^b	0.03	83.6 (63) ^b
Хусар макс ВГ	40	10.14 (72) ^c	1.46 (65) ^c	0.02	66.8 (50) ^c
Хусар макс ВГ	80	10.11 (72) ^c	1.52 (68) ^c	0.03	68.0 (51) ^c

Таблица 4. Влияние на нарастващи дози хербициди върху листния газов обмен и хлорофилната флуоресценция на овес (сорт Дунав 1) през 2009 г.

A – скорост на нето фотосинтезата ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E – интензивност на транспирацията ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs – устична проводимост ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$);

ETR – скорост на фотосинтетичния електронен транспорт ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Table 4. Effect of increasing doses of herbicides on leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence of oats (variety Dunav 1) in 2009

A - on the net photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E - intensity of transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs - stomata conductance ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); ETR - rate of photosynthetic electron transport ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Хербицид	Доза g (ml)/da	Фотосинтетични показатели			
		A	E	gs	ETR
Нетретирана контрола	-	11.15(100) ^a	1.78(100) ^a	0.07	115.8(100) ^a
Палас 75 ВГ	20	10.13 (91) ^a	1.63 (92) ^a	0.06	103.1 (89) ^a
Палас 75 ВГ	40	9.56 (86) ^b	1.45 (81) ^b	0.05	105.6 (91) ^a
Палас 75 ВГ	80	10.01 (90) ^b	1.56 (88) ^b	0.05	98.7 (85) ^b
Уидмастер	100	11.34(102) ^a	1.78(100) ^a	0.06	111.0 (96) ^a
Уидмастер	200	10.67 (96) ^a	1.56 (88) ^b	0.05	100.3 (87) ^b
Уидмастер	400	10.45 (94) ^a	1.28 (72) ^c	0.06	98.9 (85) ^b
Хусар макс ВГ	20	8.46 (76) ^b	1.23 (69) ^c	0.05	98.1 (85) ^b
Хусар макс ВГ	40	8.14 (73) ^b	1.15 (65) ^c	0.05	89.5 (77) ^c
Хусар макс ВГ	80	7.14 (64) ^c	0.96 (54) ^c	0.04	78.1 (67) ^c

соки дози на хербицида Уидмастер не променя съществено стойностите на скоростта на нето фотосинтезата в овесените растения, въпреки че по-нататъшният растеж и развитието на растенията се затрудняват и се констатира прояви на фитотоксични признаци. Същественото инхибиране на нетната фотосинтетична скорост в резултат на нарастващи дози на хербицида Хусар макс ВГ (27-36%) може да се обясни както с нарушения във водообмена, индикатор за което са силно понижените стойности на транспирацията от 31 до 46%) и устичната проводимост, така и с намаления с 15 до 33% на скоростта на фотосинтетичния електронен транспорт.

В скобите са посочени относителните стойности на всеки вариант спрямо нетретираната контрола (100%). Стойностите в една колона, които са последвани от различни букви (a, b, c), се различават достоверно при $P < 0.05$.

Високите дози на хербицида Палас 75 инхибират скоростта на нето фотосинтезата с 10 до 14%, но впоследствие водят до пълно спиране на растежа на овесените растения и предизвикват тяхното загиване. Тези резултати показват, че в конкретния случай фотосинтезата се засяга индиректно, а получените в резултат на хербицидната обработка структурно-функционални увреждания в растенията се мултиплицират във времето и нарастват.

В заключение трябва да обобщим, че всички приложени дози на хербицидите Палас 75 ВГ и Хусар макс ВГ оказват негативни ефекти върху фотосинтетичния процес в ечемичените и овесените растения. Въздействието има индиректен характер и се мултиплицира във времето, оказвайки задържащ ефект върху растежа и развитието, който при овеса води до загиване на растенията.

ИЗВОДИ

1. Хербицидите Палас 75 ВГ и Хусар макс ВГ, приложени в дози 20, 40 и 80 g/da, оказват негативни ефекти върху фотосинтетичния процес при растенията от ечемик и овес.

2. Въздействието има комплексен характер и е свързано както с предизвикани нарушения във водообмена, водещи до намален достъп на CO_2 през устицата, така и с намалена скорост на фотосинтетичния електронен транспорт (ETR).

3. Предизвиканите функционални увреждания се мултиплицират във времето и водят до задържане на растежа и развитието на ечемика и овеса.

LITERATURE

- Koshkin, E. I.*, 2010. Ustoychivosty kulyturnih i sor-nih rasteniy k gerbitsidam. V. Fiziologia ustoychivosti selyskohozyaystvennih kulytur. Moskva, Drofa, 638.
- Tonev, T., A. Vasilev*, 2011. Selektivnost i fitotoksichnost na herbicidite. Rastitelna zashtita, br. 2, 45-47.
- Cobb, A. H., P. H. Reade*, 2010. Herbicide selectivity and metabolism. Herbicides and Plant Physiology, Second Edition, 70-86.
- Martin, et al.*, 1988. Barley (*Hordeum vulgare*) response to herbicides applied at three growth stages. Weed Technol., 2, 1, 41-45.
- Paciorek, T., E. Zazimalova, N. Ruthardt, et al.*, 2005. Auxin inhibits endocytosis and promotes its own efflux from cells. Nature 435, 1251-1256.
- Reeves, D.*, 1988. Tolerance of oat to herbicides. Proceeding of the 3rd International Oat Conference, Lund, Sweden, 4: 290.
- Zhou, Q., W. Lui, Y. Zhang, and K. K. Liu*, 2007. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Pesticide Biochemistry and Physiology 89, 89-96.

Статията е приета на 17.12.2013 г.
Рецензент – доц. д-р Невена Стоева
E-mail: stoevanevena@abv.bg