

Weed problem on the newly established prairie cordgrass (*Spartina pectinata*) plantations intended for energetic purposes

Kontrola zachwaszczenia w pierwszym roku uprawy spartiny preriowej (*Spartina pectinata*) przeznaczonej na cele energetyczne

Tomasz R., SEKUTOWSKI* and Magdalena, DZIAGWA

Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute in Pulawy, Department of Weed Science and Tillage Systems, Orzechowa 61, 50-540 Wrocław, Poland, e-mail: t.sekutowski@iung.wroclaw.pl*

Abstract

In our research conducted in years 2009-2011 three herbicides were examined in the respect of their usefulness at the plantation of prairie cordgrass (*Spartina pectinata*) intended for energetic purposes. In the light of the conducted observations, it seems that selectivity of particular herbicides for prairie cordgrass plants and their effectiveness on particular weed species depend mainly on the growing phase of the plants as well as on particular weed species.

Key words: effectiveness, herbicides, prairie cordgrass (*Spartina pectinata*), selectivity, weed control

Streszczenie

W badaniach własnych prowadzonych latach 2009-2011 poddano ocenie trzy herbicydy pod kątem ich przydatności do stosowania na plantacji roślin spartiny preriowej (*Spartina pectinata*) przeznaczonej na cele energetyczne. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że selektywność poszczególnych herbicydów dla roślin spartiny preriowej oraz skuteczność ich działania na poszczególne gatunki chwastów, zależała głównie od fazy rozwojowej samych roślin jak również poszczególnych gatunków chwastów.

Słowa kluczowe: herbicydy, selektywność, skuteczność, spartina preriowa (*Spartina pectinata*), zniszczenie chwastów

Streszczenie szczegółowe

W doświadczeniu polowym prowadzonym w latach 2009-2011 przebadano 3 herbicydy w następujących zalecanych przez producenta dawkach: Zeus 208 WG

(0.3 kg*ha⁻¹), Shado 300 SC (1.5 l*ha⁻¹) i Maister 310 WG + adiuwant Actirob 842 EC (0.15 kg*ha⁻¹ + 2.0 l*ha⁻¹). Eksperyment został przeprowadzony pod kątem selektywności lub jej braku w odniesieniu do roślin spartiny preriowej oraz skuteczności działania w stosunku do chwastów występujących na nowo zakładanych plantacjach. Herbicydy aplikowano w fazie 2-3 pędów i 3-5 liści spartiny preriowej. Fitotoksyczność badanych herbicydów oceniano po 7, 14 oraz 28 dni od momentu aplikacji herbicydów, stan i stopień zachwaszczenia plantacji gatunkami dominującymi, szacowano na początku wegetacji podając gatunek i liczbę w szt.*m⁻². Natomiast analizę zniszczenia chwastów wykonywano po 3-4 tygodniach od momentu aplikacji herbicydów a ocenę stopnia zachwaszczenia wtórnego gatunkami dominującymi przeprowadzano na 4 tygodnie przed zbiorem roślin spartiny preriowej.

Wszystkie z przebadanych herbicydów, które zastosowano w nasadzeniach spartiny preriowej powodowały w ciągu pierwszych 7 dni od momentu aplikacji widoczne objawy fitotoksycznego działania w postaci chlorozy liści. Po upływie kolejnych 14 dni nie stwierdzono wyraźnych uszkodzeń liści po żadnym z zastosowanych herbicydów. Jedynie mieszanina zbiornikowa herbicydu Maister 310 WG i adiuwanta Actirob 842 EC, spowodowała 25% zahamowanie wzrostu, utrzymujące się do końca wegetacji roślin spartiny preriowej.

Najlepsze efekty w regulacji zachwaszczenia na nowo założonej plantacji spartiny preriowej osiągnięto stosując łącznie herbicyd Maister 310 WG i adiuwant Actirob 842 EC. Mieszanina ta skutecznie ograniczała występowanie większości gatunków chwastów jakie pojawiły się na plantacji. Skuteczność działania pozostałych dwóch herbicydów: Zeus 208 WG i Shado 300 SC była istotnie niższa.

Stwierdzono również, że jednorazowa aplikacja badanych herbicydów nie zapewniała utrzymania plantacji spartiny preriowej przez cały okres wegetacji w stanie wolnym od chwastów, gdyż po upływie około 16 tygodni od momentu zastosowania herbicydów, zaobserwowano pojawienie się wtórnego zachwaszczenia.

Introduction

Perennial plants, i.e. prairie cordgrass and other species, i.e. willow (*Salix viminalis*), virginia mallow (*Sida hermaphrodita*) or giant grass miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) used for energetic purposes, are most exposed to competitive influence of weeds in the 1st and 2nd year of growing (Borkowska and Molas, 2010; Rola, et al., 2007; Wnuk and Ziaja, 2007; Wojciechowski, et al., 2009).

A huge difficulty in the production of biomass from energetic crops is the lack of appropriate recommendations connected with a chemical regulation of weeding at the moment of setting up a plantation and in the following years (Borkowska and Molas, 2008; Rola, et al., 2006, 2009; Sekutowski, et al., 2009; Skrzypczak, et al., 2008).

The biggest danger for the prairie cordgrass plantation are existing weed species: annual and perennial ones, monocotyledons and dicotyledons, which in some extreme cases can lead to liquidation of such a plantation.

Monocotyledonous species, i.e. *Elymus repens*, *Agrostis alba*, *Setaria viridis*, *Setaria glauca*, *Echinochloa crus-galli* or *Apera spica-venti*, because of belonging to the same family as prairie cordgrass (*S. pectinata*) – *Poaceae*, are especially strenuous and difficult to eliminate (Sekutowski, et al., 2010). Therefore weed elimination in the

first stage of their development period should be of paramount importance for the planter and should be done immediately after establishing a new plantation intended for energetic purposes (Rola, et al., 2007; Skrzypczak, et al., 2008, 2009a, 2009b). Unfortunately, in the professional literature are hardly any articles concerning recommendations for chemical weed control in the perennial crops plantations intended for energetic purposes. Information about herbicide selectivity on these plants would be desirable and very helpful (Hubbard and Whitwell, 1991; Miziniak, 2008, 2011; Rola, et al., 2006).

The aim of this research was the evaluation of chosen herbicides with respect to selectiveness and effectiveness in regard to existing state and the degree of weed overgrowth of the prairie cordgrass plantation.

Material and Methods

The field research was held in years 2009-2011 at the prairie cordgrass plantation using the random blocks method in 3 repetitions. The size of each plot was 25 m². Three herbicides: Zeus 208 WG (iodosulfuron, prpoxycarbazone sodium, amidosulfuron) in dose 0.3 kg*ha⁻¹, Shado 300 SC (sulcotrione) in dose 1.5 l*ha⁻¹ and Maister 310 WG (foramsulfuron, iodosulfuron) + adjuvant Actirob 842 EC (rapeseed oil methyl ester) in doses 0.15 kg*ha⁻¹ + 2.0 l*ha⁻¹, were tested in the research and were applied in the phase of 2-3 shoots and 3-5 leaves of prairie cordgrass.

Phytotoxicity of tested herbicides was evaluated with the bonitation method, 7, 14 and 28 days from the moment of application the herbicides defining the state and type of prairie cordgrass plants harm on the 9⁰ scale comparing to the control object (check), where: 1 - no reaction while 9 - totally damaged. The state and degree of overgrowing with weeds of the plantation was evaluated at the beginning of vegetation with the quantity method giving species and a number in pcs*m⁻². The weed control on the fields was established on the basis of the estimated analysis done 3-4 weeks after application of herbicides, giving the obtained result in percentages. Evaluation of secondary weed infestation caused by dominant weed species was conducted with the aid of agrophytosociologie analysis.

All observations from the prairie cordgrass plantation were carried out under methods proper for herbology experiments (Domaradzki, et al., 2001). Taxonomic names of dominant weed species that were evaluated on the plantation are given in abbreviation in the tables 2-5 according to Adamczewski and Matysiak (2005). Statistical preparation of the results was based on the analysis of variance for the randomized block experiment design. Differences significance was tested using Tukey's semi-interval confidence, while the least significant difference was given at the significance level LSD ($P \leq 0.05$).

Experimental data were calculated using the statistical program AWAR, version 2.0. Because of no interactions between herbicide effectiveness and the years of experiments, average results from 3 years are shown in this work.

Results

All of the tested herbicides which were used in prairie cordgrass plantings caused, in the first week after the application, visible symptoms of phytotoxicity effect in the form of leaves chlorosis. In the following week these symptoms were still visible (Shado 300 SC herbicide), and in the case of the tank mixture: herbicide Maister 310 WG

and adjuvant Actirob 842 EC the symptoms were intensified. These symptoms totally receded only in the case of the Zeus 208 WG herbicide. After next two weeks the chlorosis of prairie cordgrass leaves was not observed after applying each of the herbicides. The tank mixture Maister 310 WG and Actirob 842 EC was an exception and after applying it, there was 25% growth restrain sustaining to the end of prairie cordgrass plant vegetation (Table 1).

Table 1. Phytotoxicity effect of herbicides on prairie cordgrass (mean from 2009-2011)

Tabela 1. Fitotoksyczny wpływ herbicydów na sparteinę preriową (średnia z lat 2009-2011)

Treatment Obiekt	F (1-9)					
	A ₍₇₎	U	A ₍₁₄₎	U	A ₍₂₈₎	U
Check Kontrola	1	b	1	b	1	b
Zeus 208 WG	1-2	ch	1	b	1	b
Shado 300 SC	4-5	ch	2-3	ch	1-2	b
Maister 310 WG Actirob 842 EC	1-2	ch	3-4	ch zw	2-3	zw

F - Phytotoxicity of herbicides in 9⁰ scale, where: 1 - no reaction, 9 - totally damage

F - Fitotoksyczność - wrażliwość na herbicyd w skali 9⁰, gdzie: 1 - brak działania, 9 - całkowite zniszczenie

A₍₇₎ - 7 days after herbicide application - 7 dni po zastosowaniu herbicydów

A₍₁₄₎ - 14 days after herbicide application - 14 dni po zastosowaniu herbicydów

A₍₂₈₎ - 28 days after herbicide application - 28 dni po zastosowaniu herbicydów

U - type of injury - typ uszkodzeń

b - no reaction - brak działania

ch - leaf chlorosis - chloroza liści

zw - growth inhibition - zahamowanie wzrostu

The best results in the regulation of weed overgrowth were achieved applying the tank mixture Maister 310 WG and Actirob 842 EC. This procedure effectively limited the existence of *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*, *Setaria glauca*, *Apera spica-venti*, *Chenopodium album*, *Viola arvensis*, *Geranium pusillum*, *Thlaspi arvense* and *Stellaria media*. The effectiveness of two other herbicides (Zeus 208 WG and Shado 300 SC) was significantly weaker. It resulted probably from the specificity of these preparations and from a limited spectrum of effectiveness with respect to existing weed species (Table 2-3).

Table 2. Herbicide effectiveness in control of monocotyledonous weeds for prairie cordgrass plantation (mean from 2009-2011)

Tabela 2. Skuteczność herbicydów w niszczeniu gatunków jednoliściennych na plantacji spartiny preriowej (średnia z lat 2009-2011)

Treatment Obiekt	Monocotyledonous weeds control Zniszczenie chwastów jednoliściennych (%)				
	ECHCG	SETVI	SETPF	APESV	Mean Średnio
Check Kontrola	(10)*	(15)*	(6)*	(5)*	(9)*
Zeus 208 WG	71	68	58	92	72
Shado 300 SC	81	57	58	80	69
Maister 310 WG Actirob 842 EC	92	88	85	96	90
LSD ($P \leq 0.05$) NIR ($\alpha \leq 0.05$)	5.2	4.6	4.4	5.5	4.9

ECHCG - *Echinochloa crus-galli*, SETVI - *Setaria viridis*, SETPF - *Setaria glauca*,
APESV - *Apera spica-venti*

()* - for untreated - number of weeds (pcs*m⁻²)

()* - dla kontroli podano liczbę chwastów (szt*m⁻²)

Table 3. Herbicide effectiveness in control of dicotyledonous weeds for prairie cordgrass plantation (mean from 2009-2011)

Tabela 3. Skuteczność herbicydów w niszczeniu gatunków dwuliściennych na plantacji spartiny preriowej (średnia z lat 2009-2011)

Treatment Obiekt	Dicotyledonous weeds control Zniszczenie chwastów dwuliściennych (%)						
	CHEAL	VIOAR	GERPU	POLCO	THLAR	STEME	Mean Średnio
Check Kontrola	(6)*	(10)*	(8)*	(6)*	(5)*	(5)*	(6.7)*
Zeus 208 WG	58	72	72	69	88	98	76
Shado 300 SC	78	86	77	72	80	95	81
Maister 310 WG Actirob 842 EC	88	88	80	68	98	99	87
LSD ($P \leq 0.05$) NIR ($\alpha \leq 0.05$)	4.8	5.2	4.9	4.5	5.5	n.s. r.n.	4.7

CHEAL - *Chenopodium album*, VIOAR - *Viola arvensis*, GERPU - *Geranium pusillum*, POLCO - *Polygonum convolvulus*, THLAR - *Thlaspi arvense*, STEME - *Stellaria media*

n.s. - insignificant difference

r.n. - różnice nieistotne

Other explanations - see Table 2

Pozostałe objaśnienia - patrz tabela 2

Moreover, it was stated that single dose is not effective enough to keep the plantation of prairie cordgrass in the non-weed condition, because after about 16 weeks after herbicide application, secondary weed infestation was observed (Table 4-5). This status quo was probably caused by using narrow-spectrum herbicides as well as different development stages of weeds i.e. *E. crus-galli*, *S. viridis*, *S. glauca*, *P. convolvulus* and *G. pusillum* at the moment of herbicide application.

Table 4. Degree of soil coverage by monocotyledonous weeds on prairie cordgrass plantation (mean from 2009-2011)

Tabela 4. Stopień pokrycia gleby przez chwasty jednoliścienne na plantacji spartiny preriowej (średnia z lat 2009-2011)

Treatment Obiekt	Degree of soil coverage Stopień pokrycia gleby (%)				
	ECHCG	SETVI	SETPF	APESV	Sum Suma
Check Kontrola	18	24	12	4	58
Zeus 208 WG	6	8	5	0	19
Shado 300 SC	4	10	8	1	23
Maister 310 WG Actirob 842 EC	1	4	3	0	8

Explanation - see Table 2

Objaśnienia - patrz tabela 2

Table 5. Degree of soil coverage by dicotyledonous weeds on prairie cordgrass plantation (mean from 2009-2011)

Tabela 5. Stopień pokrycia gleby przez chwasty dwuliścienne na plantacji spartiny preriowej (średnia z lat 2009-2011)

Treatment Obiekt	Degree of soil coverage Stopień pokrycia gleby (%)						
	CHEAL	VIOAR	GERPU	POLCO	THLAR	STEME	Sum Suma
Check Kontrola	15	5	8	12	1	1	42
Zeus 208 WG	9	2	4	9	0	0	24
Shado 300 SC	7	1	3	7	0	0	18
Maister 310 WG Actirob 842 EC	1	0	1	4	0	0	6

Explanation - see Table 3

Objaśnienia - patrz tabela 3

Discussion

Results achieved during the conducted research proved the possibility of applying practically all tested herbicides in the chemical control of weed overgrowth of the prairie cordgrass plantation. According to Miziniak (2008, 2011), Skrzypczak, et al. (2008) and Rola, et al. (2009), the basic problem in this type of research is the choice of appropriate herbicide according to its selectiveness (or lack of it) not only in regard to prairie cordgrass plant but also to other plants grown for energetic purposes, i.e. willow (*S. viminalis*), virginia mallow (*S. hermaphrodita*) or giant grass miscanthus (*M. x giganteus*). According to Rola, et al. (2006) plants used for energetic purposes are the most sensitive to the herbicides effect in the phase of forming new sprouts and leaves. The authors of this article are of a similar opinion. Phytotoxicity effect of tested herbicides in regard to willow (*S. viminalis*), virginia mallow (*S. hermaphrodita*) or giant grass miscanthus (*M. x giganteus*) plants was stated also in the previous research which, however, after a few weeks, since the moment of application receded (Sekutowski and Rola, 2009; Sekutowski, et al., 2009; Sekutowski, et al., 2011). Also Hubbard and Whitwell (1991) proved that tolerance or its lack with reference to different grass species e.g. *Calamagrostis arundinacea*, *Cortaderia selloana*, *Miscanthus sinensis*, *Sorghastrum nutans*, *Erianthus ravennae* or *Spartina pectinata* after using herbicides with different active chemical group is not the same. Apparently, not only the choice of active substance matters, but also the choice of plant species, when we are to evaluate the degree of damage.

According to Skrzypczak, et al. (2009a, b) mechanical removal of weeds on the energetic plants plantation is possible but only to a specific developmental phase. In their opinion, this method is unprofitable on bigger plantations because in the vegetation season, a few mechanical operations must be done, which significantly increase the costs of the plantation protection. The alternative to the mechanical method seems to be the application of appropriate herbicides. This is the reason why the authors of this work do research on a wide scale which aims to test and introduce to a wide agricultural practice as big number of herbicides as possible, which will be effective and safe not only for prairie cordgrass plants but also for other species, i.e. willow (*S. viminalis*), virginia mallow (*S. hermaphrodita*) or giant grass miscanthus (*M. x giganteus*). Planters from Sweden, who are producing biomass from willow are acting similarly (Eriksson, 1988).

Conclusion

Herbicide selectivity and its effectiveness depends on its active substance and on the weed development stage. Prairie cordgrass damages declined after about 28 days after spraying. Only the tank mixture Maister 310 WG + Actirob 842 EC was an exception and caused 25% growth inhibition, which lasted till the end of prairie cordgrass vegetation. Therefore this mixture should be limited in the prairie cordgrass plantations.

Single herbicide treatment was not sufficient and did not protect the plantation from weeds, which was probably caused by its narrow spectrum of activity. Therefore, the best solution to this issue would be an elaboration of so called chemical weed infestation control systems in cultivation the prairie cordgrass.

Unfortunately, in the available professional literature there is only little information connected with the usefulness of herbicides to protect prairie cordgrass plantation.

Because of this fact, in a further perspective, it seems to be natural that a bigger number of herbicides will be tested and introduced in adequate systems of chemical weed control (increasing effectiveness) similar to those, which are applied successfully in other plant cultivations. Using herbicides in such systems could be taken into consideration in the herbicide protection of mass production plantations of energetic plants such as prairie cordgrass.

Acknowledgement

We would like to thank especially Mr Tadeusz Turczuk for free plants of prairie cordgrass and for precious remarks and suggestions which we have received during conducting our field research.

References

- Adamczewski, K., Matysiak, K., (2005) Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH. II ed. IOR, Poznań.
- Borkowska, H., Molas, R., (2008) Zachwaszczenie oraz obsada roślin ślazuwca pensylwańskiego w zależności od herbicydów. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia*, 63 (1), 10-16.
- Borkowska, H., Molas, R., (2010) Zachwaszczenie wybranych wieloletnich gatunków roślin energetycznych w zależności od wieku plantacji. *Acta Agrophysica*, 15 (1), 13-21.
- Domaradzki, K., Badowski, M., Filipiak, K., Franek, M., Gołębiowska, H., Kieloch, R., Kucharski, M., Rola, H., Rola, J., Sadowski, J., Sekutowski, T., Zawerbny, T., (2001) *Metodyka Doświadczeń Biologicznej Oceny Herbicydów, Bioregulatorów i Adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia Polowe*. Ed. IUNG, Puławy.
- Eriksson, S., (1988) Postemergence herbicides in Swedish willow stands. *Biomass*, 15 (1), 55-66.
- Hubbard, J., Whitwell, T., (1991) Ornamental grass tolerance to postemergence grass herbicides. *HortScience*, 26 (12), 1507-1509.
- Miziniak, W., (2008) Wpływ herbicydów na wybrane odmiany wierzby energetycznej (*Salix viminalis*). *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 48 (1), 301-306.
- Miziniak, W., (2011) Wpływ herbicydów na wzrost i rozwój niektórych form wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) uprawianych na cele energetyczne. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 51 (2), 937-942.
- Rola, J., Sekutowski, T., Rola, H., Badowski, M., (2006) Problem zachwaszczenia plantacji wierzby krzewiastej - *Salix viminalis*. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 46 (1), 81-87.
- Rola, J., Sekutowski, T., Rola, H., Badowski, M., (2007) Bioróżnorodność zbiorowisk chwastów na plantacjach wierzby krzewiastej (*Salix viminalis* L.) na terenie województwa dolnośląskiego i opolskiego. *Pamiętnik Puławski*, 145, 165-175.

Rola, J., Sekutowski, T., Rola, H., Badowski, M., (2009) Problem chwastów na nowo zakładanych plantacjach *Miscanthus giganteus*. Pamiętnik Puławski, 150, 233-246.

Sekutowski, T., Rola, J., (2009) Zbiorowiska chwastów i ich zwalczanie na plantacji *Miscanthus giganteus*. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 253, 331-340.

Sekutowski, T., Rola J., Kaus, A., (2009) Zbiorowiska chwastów występujące na nowo zakładanych plantacjach roślin wykorzystywanych na cele energetyczne i metody ich ograniczania. In: A., Skrobicki, ed. (2009) Produkcja biomasy – wybrane problemy. Warszawa, Wieś Jutra, p.p 40-47.

Sekutowski, T., Rola, J., Rola, H., (2010) Możliwość ochrony miskanta olbrzymiego (*Miscanthus giganteus*) przed chwastami jednoliściennymi. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 50 (3), 1395-1399.

Sekutowski, T., Rola, J., Rola, H., (2011) Selektywność oraz skuteczność działania herbicydów stosowanych w nasadzeniach ślazu pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* Rusby) przeznaczonego na cele energetyczne. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 51(4), 1864-1869.

Skrzypczak, W., Waligóra, H., Szulc, P., Panasiewicz, K., (2008) Możliwość zwalczania chwastów w pierwszym roku uprawy wikliny. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 48 (2), 669-673.

Skrzypczak, W., Szulc, P., Waligóra, H., (2009a) Wpływ pielęgnacji mechanicznej na zachwaszczenie plantacji wikliny. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 54 (4), 94-96.

Skrzypczak, W., Waligóra, H., Szulc, P., (2009b) Analiza zachwaszczenia wierzby energetycznej po zastosowaniu pielęgnacji mechanicznej. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 54 (4), 97-99.

Wnuk, Z., Ziaja, M., (2007) Zbiorowiska towarzyszące uprawom roślin dla celów energetycznych w Leszczawie Dolnej gmina Bircza. Pamiętnik Puławski, 145, 243-253.

Wojciechowski, W., Sowiński, J., Zawieja, J., (2009) Wpływ wieku plantacji wierzby na zachwaszczenie w warunkach Sudetów. Pamiętnik Puławski, 150, 351-358.