

**ZESZYTY NAUKOWE  
UNIwersYTETU  
PRZYRODNICZEGO  
WE WROCŁAWIU**

**NR 585**

**ROLNICTWO**

**AGRONOMY**

**CI**



**ZESZYTY NAUKOWE  
UNIwersYTETU  
PRZYRODNICZEGO  
WE WROCLAWIU**

**NR 585**

**ROLNICTWO**

**AGRONOMY**

**CI**



**WROCLAW 2012**

*Redaktor merytoryczny*  
prof. dr hab. Zofia Spiak

*Redakcja i korekta*  
Elżbieta Winiarska-Grabosz

*Łamanie*  
Halina Sebzda

*Projekt okładki*  
Grażyna Kwiatkowska

**Covered by: Agro, Ulrich's Database, Copernicus Index, EBSCOhost**

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2012

Print edition is an original (reference) edition

ISSN 1897-2098  
ISSN 1897-208X

**WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU**

**Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki**  
**ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 71 328–12–77**  
**e-mail: [wyd@up.wroc.pl](mailto:wyd@up.wroc.pl)**

---

Nakład 100 + 16 egz. Ark. wyd. 8,9. Ark. druk. 9,5.

## SPIS TREŚCI

1. A. Affek-Starczewska, Z. Rzymowska – Kielkowanie i początkowy wzrost trzech gatunków zbóż w obecności nasion *Solidago canadensis* L. .... 7
2. J. Kapeluszný, M. Haliniarz – Struktura biomasy nawłoci kanadyjskiej – *Solidago canadensis* L. uprawianej z siewu i sadzenia ..... 13
3. R. Kieloch, K. Domaradzki – Reakcja chwastów na stres herbicydowy w zależności od ich fazy rozwojowej ..... 21
4. R. Kieloch, J. Sadowski – Wpływ warunków środowiska na produktywność biomasy wybranych gatunków chwastów oraz zawartość aminokwasów w ich tkankach ..... 29
5. E. Młynkowiak, I. Kutyna, T. Leśnik, B. Firlit – Występowanie *Solidago sp.* w obrębie zróżnicowanych biotopów na obrzeżach Szczecina ..... 39
6. A. Patrzalek, K. Nowińska, M. Kokowska-Pawłowska – Nawłoc – *Solidago sp.* w siedliskach trudnych jako potencjalna roślina energetyczna ..... 51
7. Z. Rzymowska, A. Affek-Starczewska – Wpływ wyciągów z *Solidago canadensis* L. na kielkowanie i rozwój początkowy wybranych gatunków zbóż 63
8. T. Skrajna, M. Ługowska, Z. Pawlonka – Wybrane cechy morfologiczne i biologia *Solidago canadensis* L. na odłogach środkowej części Niziny Południowopodlaskiej ..... 69
9. J. Skrzyczyńska, P. Stachowicz – *Solidago* L. w zbiorowiskach odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu ..... 79
10. K. Snarska – Chwasty segetalne zbóż ozimych gminy Dobrzyniewo Duże w województwie podlaskim ..... 93
11. M. Szymura – Ocena zdolności do rozmnażania generatywnego i wegetatywnego nawłoci występujących w południowo-zachodniej Polsce ..... 103
12. Cz. Trąba, P. Wolański, J. Majda – Występowanie *Solidago gigantea* Aiton w zbiorowiskach roślinnych towarzyszących plantacjom *Salix viminalis* L. i *Salix cordata* 'Americana' hort w województwie podkarpackim na tle niektórych czynników ekologicznych ..... 113
13. M. Urban, A. Dobrzański, M. Grządka – Zróżnicowanie flory chwastów w cebuli i marchwi w zależności od opadów i skuteczności stosowanych herbicydów ..... 127
14. R. Weber, H. Gołębiowska, M. Bortniak – Zmienność liczebności chwastów segetalnych w okresie wiosennym w zależności od wysokości ścierni przedplonu i sposobu uprawy roli w uprawie kilku odmian pszenicy ozimej ..... 141

---

## CONTENTS

1.	A. Affek-Starczewska, Z. Rzymowska – Assessment of germination and initial growth of three species of cereal in the presence of <i>Solidago canadensis</i> L. seed	7
2.	J. Kapeluszy, M. Haliniarz – The biomass structure of Canada goldenrod ( <i>Solidago canadensis</i> L.) grown from seeds and seedlings.....	13
3.	R. Kieloch, K. Domaradzki – Reaction of weeds to herbicidal stress depending on their growth stage.....	21
4.	R. Kieloch, J. Sadowski – The influence of environmental conditions on biomass productivity of selected weed species and amino acids content in their tissue .....	29
5.	E. Młynkowiak, I. Kutyna, T. Leśnik, B. Firlit – Occurrence of <i>Solidago</i> sp. within differentiated biotops in the outskirts of Szczecin .....	39
6.	A. Patrzałek, K. Nowińska, M. Kokowska-Pawłowska – Goldenrod – <i>Solidago</i> sp. in hard sites as potential energetic plant.....	51
7.	Z. Rzymowska, A. Affek-Starczewska – Effect of extracts of <i>Solidago canadensis</i> L. on germination and initial development of the selected cereal species .....	63
8.	T. Skrajna, M. Ługowska, Z. Pawlonka – Selected morphological features and biology of <i>Solidago canadensis</i> L. in fallow lands of the middle part of the Nizina Południowopodlaska lowland .....	69
9.	J. Skrzyczyńska, P. Stachowicz – <i>Solidago</i> L. in fallow land communities of the Podlaski Przełom Bugu mesoregion .....	79
10.	K. Snarska – Segetal weeds of winter cereals district Dobrzyniewo Duże in the Podlaskie voivodship .....	93
11.	M. Szymura – Evaluation of ability for generative and vegetative reproduction of goldenrods occurred in Poland .....	103
12.	Cz. Trąba, P. Wolański, J. Majda – Occurrence of <i>Solidago gigantea</i> Aiton in plant communities accompanying plantations of <i>Salix viminalis</i> L. i <i>Salix cordata</i> ‘Americana’ hort in Podkarpacie province vs. selected ecological factors.....	113
13.	M. Urban, A. Dobrzański, M. Grządka – Variability of weed species composition in onion and carrot crops depending on rainfall and efficacy of applied herbicides .....	127
14.	W. Ryszard, H. Gołębiowska, M. Bortniak – Variability of infestation of several winter wheat cultivars with segetal weeds during spring period in relation to tillage system and preceding crop stubble height .....	141

**Agnieszka Affek-Starczewska, Zofia Rzymowska**

**KIELKOWANIE I POCZĄTKOWY WZROST TRZECH  
GATUNKÓW ZBÓŻ W OBECNOŚCI NASION  
*SOLIDAGO CANADENSIS* L.**

**ASSESSMENT OF GERMINATION AND INITIAL GROWTH  
OF THREE SPECIES OF CEREAL IN THE PRESENCE  
OF *SOLIDAGO CANADENSIS* L. SEED**

*Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
Agricultural Ecology Department, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities*

Celem badań była ocena wpływu allelopatycznego nasion nawłoci kanadyjskiej (*Solidago canadensis* L.) na początkowy wzrost i rozwój ziarniaków trzech zbóż: owsa jęczmienia i pszenżyta.

Doświadczenie przeprowadzono przy użyciu zmodyfikowanego testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin Phytotoxkit. Płytki testu wypełniano 90 ml mieszaniny piasku i ziemi ogrodniczej oraz 35 ml wody destylowanej. Następnie wysiewano odpowiednio 20, 40 i 80 nasion nawłoci kanadyjskiej. Obiekt kontrolny stanowiły płytki bez nasion nawłoci. Płytki inkubowano w pozycji pionowej przez 3 doby, po czym wysiewano na każdą po dziesięć sztuk nasion zbóż. Przed siewem nasiona zaprawiano. Rejestracji obrazu dokonywano po 7 dniach od daty wysiewu nasion zbóż. Obecność nasion nawłoci w sąsiedztwie ziarniaków zbóż istotnie różnicowała długość korzeni i kiełków trzech gatunków zbóż. Zbożem najbardziej podatnym na sąsiedztwo nasion nawłoci okazał się jęczmień, większe zagęszczenie nasion wpływało na silniejszy wzrost pierwszego liścia. Niższe zagęszczenie nasion nawłoci powodowało zahamowanie wzrostu pszenżyta, natomiast wyższe jego stymulację. W niniejszych badaniach uzyskano sprzeczne z przewidywanym, słabsze kiełkowanie ziarniaków zbóż w warunkach większego zagęszczenia nasion nawłoci, mogące wskazywać na oddziaływania o charakterze allelopatycznym tego gatunku.

SŁOWA KLUCZOWE: allelopatia, *Solidago canadensis*, kiełkowanie, jęczmień owies, pszenżyto

## WSTĘP

*Solidago canadensis* L. została sprowadzona do Europy w XVII w. Najwcześniej znana była w Anglii, skąd jako atrakcyjna roślina ozdobna rozprzestrzeniła się na niemal cały kontynent (Guzikowa, Maycock 1986). Przez Instytut Ochrony Przyrody PAN zaliczana jest do najgroźniejszych gatunków inwazyjnych w Polsce. Charakteryzuje się intensywnym wzrostem oraz olbrzymią produkcją i efektywnym rozsiewaniem nasion z wiatrem.

Szybkość rozprzestrzeniania się nawłoci może być, według niektórych autorów, związana z jej allelopatycznym oddziaływaniem (Abhilasha i wsp. 2008, Zhang i wsp. 2009). Jak większość ekspansywnych roślin obcych tworzy zwarte, niemal jednogatunkowe łąny. Sun i wsp. (2006) zwracają jednak uwagę na fakt, że niektóre gatunki rodzime w danej florze są w stanie utrzymywać się w zwartym łąnie *Solidago canadensis*.

Wiele gatunków inwazyjnych zawdzięcza swój sukces właśnie zdolnościom allelopatycznego oddziaływania (Gwiazdowska 2005). Potencjał allelopatyczny roślin zależy od wieku rośliny i jej organów. Najwyższy występuje u roślin młodych i maleje wraz z osiągnięciem pełnej dojrzałości (Wójcik-Wojtkowiak i wsp. 1998). Równoczesne kiełkowanie lub dodatek wyciągów z ziarna zbóż bądź wyciągów z chwastów mają wpływ na zdolność kiełkowania roślin testowych (Jaskulski, Rudnicki 1994). Obecność nasion większości gatunków chwastów opóźnia proces kiełkowania, ma natomiast mniejszy wpływ na zdolność kiełkowania zwłaszcza jęczmienia (Jaskulski 1997). W literaturze światowej znane są również doniesienia dotyczące stymulującego wpływu sąsiedztwa nasion kąkolu (*Agrostemma githago*) na kiełkujące ziarniaki pszenicy (Søgaard, Doll 1992). Dotychczas nie zanotowano wpływu sąsiedztwa nawłoci na rośliny uprawne. Natomiast obserwowano wnikanie *Solidago canadensis* na pola położone w granicach miasta Siedlce i na terenach bezpośrednio przyległych. W związku z tym podjęto próbę oceny takich oddziaływań na zboża.

Celem badań było poznanie wpływu kiełkujących nasion nawłoci kanadyjskiej na początkowy wzrost i rozwój trzech gatunków zbóż: pszenżyta, owsa i jęczmienia.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono z użyciem zmodyfikowanego testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin Phytotoxkit. Płytki testu wypełniano 90 ml mieszaniny piasku, ziemi ogrodniczej oraz 35 ml wody destylowanej. Następnie wysiewano odpowiednio 20, 40 i 80 nasion nawłoci kanadyjskiej.

Nasiona nawłoci zebrano na przełomie października i września 2010 r. z nieużytków sąsiadujących z polami uprawnymi położonymi w granicach administracyjnych Siedlec. Nasiona zbóż do badań pochodziły z gospodarstwa rolnego położonego w niedalekim sąsiedztwie nieużytku, z którego pobierano nasiona nawłoci kanadyjskiej do badań, rosły więc w podobnych warunkach klimatycznych. Zboża zbierano kombajnem w fazie dojrzałości pełnej. Pochodziły z pól zlokalizowanych na glebach brunatnych wylugowanych kompleksu żytniego bardzo dobrego. Obiektami kontrolnymi były płytki bez nasion nawłoci. Doświadczenie przeprowadzono w dziesięciu powtórzeniach

Płytki inkubowano w pozycji pionowej przez 3 doby, po czym wysiewano na każdą po dziesięć sztuk ziarniaków zbóż: owsa, jęczmienia i pszenżyta. Ziarniaki przed wysiewem



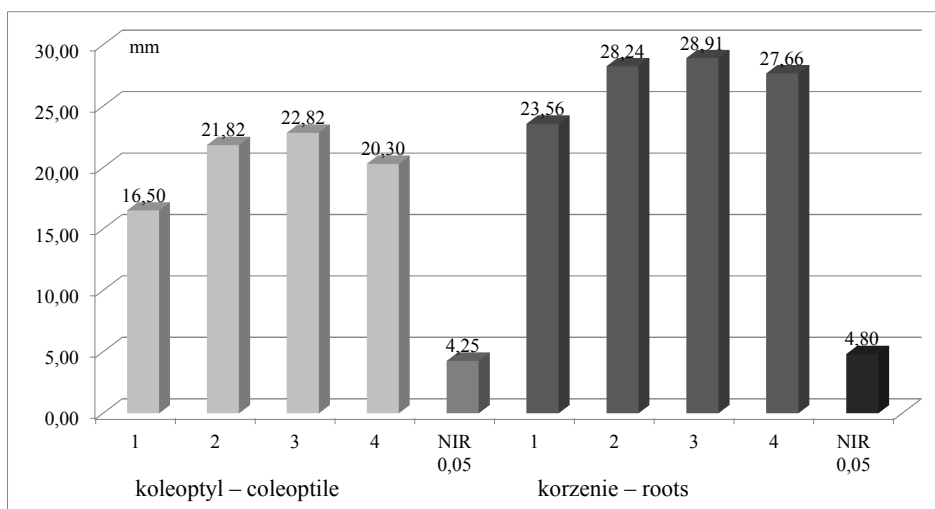
zostały zaprawione preparatem Orius 02 WS, zgodnie z zaleceniami producenta. Rejestracji obrazu dokonywano po 7 dniach od daty wysiewu nasion zbóż. Za pomocą programu „Image tools” dokonano pomiarów długości korzeni i liści. Wyniki poddano ocenie statystycznej dzięki analizie wariancji ANOVA. Za poziom istotności przyjęto  $P < 0,05$ . Do weryfikacji różnic pomiędzy średnimi zastosowano przedziały ufności Tukeya.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki wskazują, że obecność nasion nawłoci kanadyjskiej (*Solidago canadensis*) ma istotny wpływ na kiełkowanie i początkowy wzrost pierwszego liścia oraz korzeni wszystkich trzech badanych zbóż.

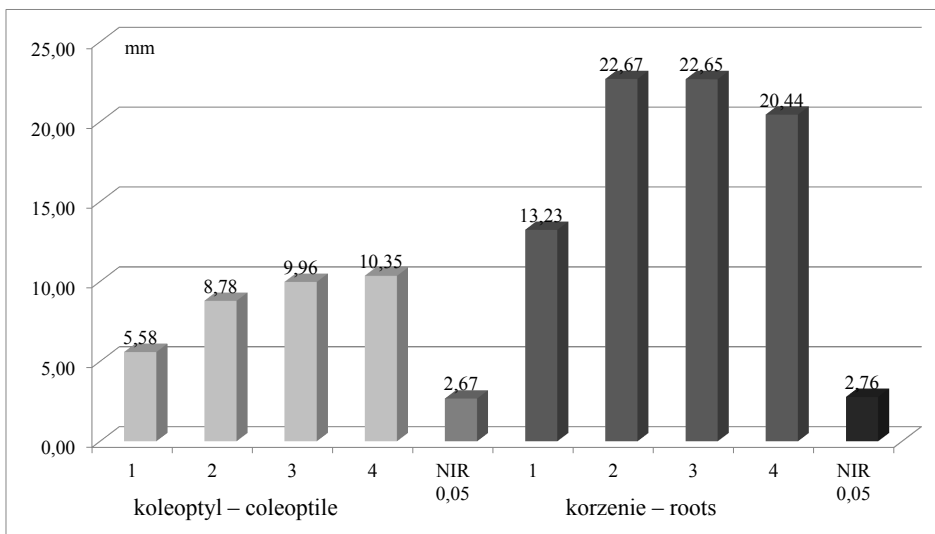
W obiektach bez nasion nawłoci notowano istotnie słabszy wzrost koleoptyla i korzeni owsa w porównaniu z obiektami, w których wysiano nawłoc (rys. 1). Badania Søgaard i Doll (1992) wykazały zwiększenie długości siewek pszenicy kiełkującej w obecności *Agrostemma githago*. Na podstawie przedstawionych obserwacji można stwierdzić, że już sama obecność nasion nawłoci stymulowała początkowy wzrost i rozwój siewek owsa, a zagęszczenie nasion chwastów nie miało istotnego wpływu na różnice średnich długości korzeni i kielków testowanej rośliny (rys. 1).

Znacznie silniejsza była reakcja jęczmienia, średnia długość kielków jęczmienia wzrosła od 57 do 86% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Natomiast średnia długość korzeni od 55 do 71%. Podobnie jak w przypadku owsa najwyższe średnie obserwowano w obiektach, w których na jeden ziarniak owsa przypadały cztery nasiona nawłoci (rys. 2).

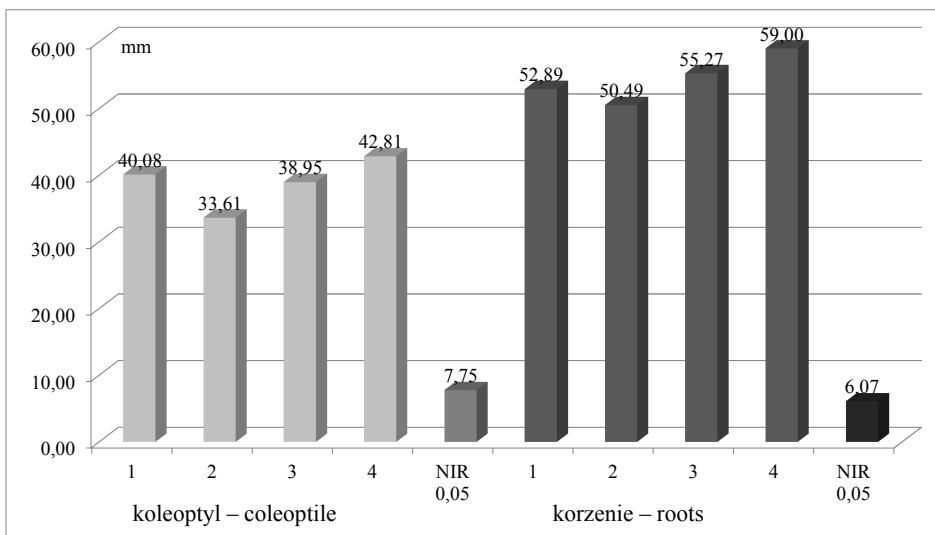


Rys. 1. Wpływ zagęszczenia nasion nawłoci kanadyjskiej (*Solidago canadensis*) na długość kielków i korzeni owsa. Objasnienia: 1 – kontrola (bez nasion nawłoci), 2 – 20 nasion nawłoci, 3 – 40 nasion nawłoci, 4 – 80 nasion nawłoci

Fig. 1. Effect of seed density Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*) on the length of shoots and roots of oats. Explanation: 1 – control (without seed goldenrod), 2 – 20 seeds goldenrod, 3 – 40 seeds goldenrod, 4 – 80 seeds goldenrod



Rys. 2. Wpływ zagęszczenia nasion nawłoci kanadyjskiej (*Solidago canadensis*) na długość kielków i korzeni jęczmienia. Objaśnienia jak na rysunku 1  
 Fig. 2. Effect of seed density Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*) on the length of shoots and roots of barley. Explanations as in Figure 1



Rys. 3. Wpływ zagęszczenia nasion nawłoci kanadyjskiej (*Solidago canadensis*) na długość kielków i korzeni pszenżyta. Objaśnienia jak na rysunku 1  
 Fig. 3. Effect of seed density Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*) on the length of shoots and roots of triticale. Explanations as in Figure 1

Obecność 20 nasion nawłoci ograniczyła rozwój kleoptyla i korzeni pszenżyta, jednak wpływ ten nie miał istotnego znaczenia. Dodatni wpływ na początkowy rozwój siewek pszenżyta obserwowano przy zagęszczeniu 80 nasion nawłoci na płycie.

Przedstawione w pracy wyniki badań są sprzeczne ze zjawiskiem konkurencji. Według Weidenhamera (1996) mogą dowodzić występowania oddziaływań allelopatycznych.

## WNIOSKI

1. Obecność nasion nawłoci w sąsiedztwie ziarniaków zbóż istotnie różnicowała długość korzeni i kiełków trzech gatunków zbóż.

2. Zbożem najbardziej podatnym na sąsiedztwo nasion nawłoci okazał się jęczmień, większe zagęszczenie nasion wpływało na silniejszy wzrost pierwszego liścia.

3. Niższe zagęszczenie nasion nawłoci powodowało zahamowanie wzrostu pszenżyta, natomiast wyższe jego stymulację.

4. W niniejszych badaniach uzyskano sprzeczne z przewidywanym, słabsze kiełkowanie ziarniaków zbóż w warunkach większego zagęszczenia nasion nawłoci, mogące wskazywać na oddziaływania o charakterze allelopatycznym tego gatunku.

## PIŚMIENNICTWO

- Abilasha D., Quintana N., Vivanco J., Josh, J., 2008. Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora? *Journal of Ecology* 96: 993–1001.
- Guzikowa M., Maycock P.F., 1986. The invasion and expansion of tree North American species of golden rod (*Solidago canadensis* L. sensu lato, *S. gigantea*, Ait. and *S. graminifolia* (L.) Salisb.) in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 55: 367–384.
- Gwiazdowska A., 2005., Oddziaływanie allelopatyczne – „nowa broń” roślin inwazyjnych. *Probl. Nauk Biol. Kosmos*, 54(2–3): 221–226.
- Jaskulski D., 1997. Allelopatyczne oddziaływanie niektórych chwastów na kiełkowanie i początkowy wzrost jęczmienia i pszenicy. *Rocz. Nauk Roln.* 112, 3–4: 73–80.
- Jaskulski D., Rudnicki F., 1994. Wzajemne oddziaływania między gatunkami zbóż podczas kiełkowania. *Fragm. Agronom.*, 1(41): 89–93.
- Søgaard B., Doll H., 1992. A positive allelopathic effect of corn cockle, *Agrostemma githago*, on wheat, *Triticum aestivum*, *Canadian Journal of Botany*, 70(9): 1916–1918.
- Sun Bing-Yao, Tan Jian-Zhong, Wan Zhi-Gang, Gu Fu-Gen, Zhu Ming-De, 2006. Allelopathic effects of extracts from *Solidago canadensis* L. Against seed germination and seedling growth of some plants. *Journal of Environmental Sciences*, 18(2): 304–309.
- Weidenhamer J. D., 1996. Distinguishing Resource Competition and Chemical Interference: Overcoming the Methodological Impasse. *Agronomy Journal*, 88: 866–875.
- Wójcik-Wojtkowiak D., Politycka B., Weyman-Kaczmarkowa W., 1998. Allelopatia. Wyd. AR Poznań.
- Zhang S., Jianjun Y., Jin C. X., 2009. The invasive plant *Solidago canadensis* L. Suppresses local soils pathogens through allelopathy. *Applied Soil Ecology*, 41(2): 215–222.

## ASSESSMENT OF GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF THREE SPECIES OF CEREAL IN THE PRESENCE OF *SOLIDAGO CANADENSIS* L. SEED

### Summary

Assessment of germination and initial growth of three species of cereal in the presence of *Solidago canadensis* L. seed.

The aim of the study was to assess the impact of the Canadian goldenrod seeds allelopathic (*Solidago canadensis* L.) on the initial growth and development of three cereal grains: oats, barley and triticale. The experiment was conducted using the modified test germination and early plant growth Phytotoxkit. Test plates filled with 90 ml of a mixture of sand and soil gardening, and 35 ml of distilled water. Then, seeded 20, 40 and 80 Canadian goldenrod seeds. Object control plates were without seeds goldenrod. The plates were incubated in a vertical position for 3 days and then plated on each of ten seeds of cereals. Before sowing the seed dressing. Video recording made after 7 days from the date of sowing the seeds of cereals. The presence of goldenrod seeds of cereal grain in the vicinity of significantly differentiated the length of roots and shoots of three species of cereal. Grains most susceptible to seed goldenrod neighborhood was barley seeds density greater effect on the stronger growth in the first leaf. The lower density of goldenrod seeds resulted in growth inhibition of triticale, the higher the stimulation. In the present study were obtained contrary to the expected poorer germination of cereal grain in a greater density of goldenrod seeds, that could indicate an impact of an allelopathic this species.

KEY WORDS: allelopathy, *Solidago canadensis*, germination, barley, oats, triticale

**Jan Kapeluszy, Małgorzata Haliniarz**

**STRUKTURA BIOMASY NAWŁOCI KANADYJSKIEJ  
– *SOLIDAGO CANADENSIS* L. UPRAWIANEJ Z SIEWU  
I SADZENIA**

**THE BIOMASS STRUCTURE OF CANADA GOLDENROD  
(*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) GROWN FROM SEEDS  
AND SEEDLINGS**

*Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Department of Herbology and Plant Cultivation Techniques, University of Life Sciences  
in Lublin*

W latach 2009–2010 przeprowadzono badania mające na celu porównanie struktury biomasy nadziemnych części pędów nawłoci kanadyjskiej – *Solidago canadensis* L. uprawianej z nasion i sadzonek. Dojrzałe nasiona i 10–12 cm średnicy fragmenty klonów – nazwane sadzonkami, pobrano z jednego stanowiska jesienią 2008 r., na odłogu położonym na terenie Lublina. Sadzonki zakopowano, a nasiona przechowywano w temperaturze pokojowej. Wiosną 2009 r. nasiona wysiano na poletkach o wymiarach 1,5 x 2,0 m w rzędach co 40 cm, a sadzonki rozmieszczono w rozstawie 40 x 30 cm. Doświadczenie założono w układzie losowym w 4 powtórzeniach na glebie płowej wytworzonej z lessu, w miejscowości Czesławice koło Nałęczowa. W październiku 2009 i 2010 r. pobrano losowo po 30 pędów z poletka, wysuszono je w szklarni i poddano analizie.

Stwierdzono, że rośliny rozmnażane wegetatywnie wytworzyły w obu latach badań istotnie wyższe pędy o większej liczbie rozgałęzień kwiatostanowych niż uzyskane z nasion. W roku założenia doświadczenia owocostany tak uprawianych roślin miały większą masę i zawierały więcej niełupiek, co skutkowało większym wysiłkiem reprodukcyjnym.

Biorąc jednak pod uwagę fakt, że uprawa z nasion jest łatwiejsza i mniej pracochłonna od rozmnażania wegetatywnego, a także stwierdzone wyrównywanie się większości cech między obiektami, już w drugim roku po posadzeniu, uzasadniona jest uprawa z nasion.

SŁOWA KLUCZOWE: *Solidago canadensis* L., sposób uprawy, cechy biometryczne pędów, biomasa, plenność

---

Do cytowania – For citation: Kapeluszy J., Haliniarz M., 2012. Struktura biomasy nawłoci kanadyjskiej – *Solidago canadensis* L. uprawianej z zasiewu i sadzenia. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 13–20.

## WSTĘP

W materiałach z licznych konferencji można odnaleźć informacje mówiące o tym, że w 2000 r. ponad 90% wykorzystanej energii odnawialnej pochodziło z biomasy roślinnej (Kowalczyk 2002). Aktualne i perspektywiczne zapotrzebowanie na biomasę przewyższa jej podaż, co jest wynikiem słabego rozpoznania i wykorzystania potencjalnych jej źródeł (Grzybek 2008). Pośród całej gamy roślin nadających się do spalania najczęściej wymieniane są takie jak: wierzba wiciowa, ślazier pensylwański, rdestowiec sachaliński, rdestowiec japoński, topinambur, sylfium przerosłe, różne gatunki traw itp. W 2008 r. z inicjatywy prof. Józefa Roli rozpoczęto badania nad wykorzystaniem do celów energetycznych biomasy niektórych chwastów ruderalnych. Zwrócono szczególną uwagę na gatunki z rodzaju *Solidago* L., charakteryzujące się bujnym wzrostem i dużą ekspansywnością. Dotychczas najczęściej badane były takie taksony jak: *S. canadensis* L., *S. virgaurea* L. S. Str. i *S. gigantea* Aiton. Niektóre z nich uprawiano dotychczas jako zioła (Kołodziej 2008) lub zalecano do uprawy jako wartościowy pożytek pszczeleli (Jabłoński 1992, Strzałkowska-Abramek 2009). Gatunki takie jak: nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis* L.) i późna (*S. gigantea* Aiton) mogą być wykorzystywane w fitoremediacji, czyli rekultywacji i stabilizacji terenów skażonych (Żurek 2009).

Celem zweryfikowania hipotezy zakładającej wykorzystanie biomasy nawłoci do celów energetycznych podjęto badania nad porównaniem cech biometrycznych, biomasy i plenności roślin uprawianych z nasion i części wegetatywnych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał rozmnożeniowy stanowiły dojrzałe nasiona i 10–12 cm średnicy fragmenty kłonów – zwane dalej sadzonkami, pobrane z odłogu jesienią 2008 r., na terenie Lublina. Sadzonki zakopowano, a nasiona przechowywano w papierowych torbach w temperaturze pokojowej. Wiosną 2009 r. nasiona wysiano na poletkach o wymiarach 1,5 x 2,0 m w 5 rzędach oddalonych co 40 cm, a sadzonki rozmieszczono w rozstawie 40 x 30 cm. Doświadczenie założono w Czesławicach koło Nałęczowa, w układzie losowym w 4 powtórzeniach na glebie płowej wytworzonej z lessu, charakteryzującej się lekko kwaśnym odczynem (pH 5,5 – 6,5) oraz dobrą zasobnością w potas i fosfor. Omawiana gleba zaliczana jest do kompleksu pszennego dobrego. Roślin nie nawożono. W październiku 2009 i 2010 r. pobrano po 30 pędów z poletka, wysuszono je w szklarni i poddano analizie. Oznaczono wysokość i masę łodyg, liczbę rozgałęzień kwiatostanowych, masę liści i owocostanów oraz liczbę niełupek z jednego pędu. Niełupki liczono w uśrednionych próbkach o masie 0,5 g, a następnie mnożono liczebność niełupek przez masę owocostanów (koszyczków). Opracowanie statystyczne wyżej wymienionych cech polegało na obliczeniu współczynników zmienności oraz przedziałów ufności średnich na podstawie testu „t” Studenta z ryzykiem błędu 0,05. Przedziały te posłużyły do stwierdzenia istotnych różnic lub ich braku pomiędzy średnimi, czyli tzw. estymacji przedziałowej (Grużewska, Malicki 2002).

Ponadto wyliczono udział kwiatostanu w powietrznie suchej masie całego pędu. Wymieniony wskaźnik, nazywany potencjalnym wysiłkiem reprodukcyjnym, przetransformowano według wzoru  $y = \arcsin \sqrt{x}$  i opracowano statystycznie metodą analizy wariancji

z ryzykiem błędu 0,05 (Elandt 1964). Potencjalny wysiłek reprodukcyjny omówiono z uwzględnieniem prac Falińskiej (1981) i Stosika (2005).

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Nawłoc kanadyjska jest typowym przedstawicielem roślin klonalnych o wysokim potencjale reprodukcyjnym. Nowe tereny kolonizuje drogą rozmnożenia generatywnego. Z olbrzymiej liczby nasion padających na glebę jedynie znikomy procent kiełkuje i wytwarza nowe osobniki (Weber 2000).

W przeprowadzonym doświadczeniu wysiewano 2500–3000 niełupek na 1 m bieżący rzędu. Z tej liczby wyrosło przeciętnie 20,8 sztuk · m<sup>-1</sup> roślin. Wschody były nierównomierne a liczba roślin na poszczególnych poletkach wysoce zmienna (wsp. zmienności 47,1 – tab. 1). Znacznie gorsze wschody, wynoszące 0,008%, notowano w warunkach naturalnych, w zwartej populacji polnej (Meyer, Schmid 1999). W szklarni natomiast stratyfikowane niełupki *S. altissima* kiełkowały w 72–100% (Walck i wsp. 1997). Niektóre rośliny już w pierwszym roku zakwitły i wykształciły dojrzałe niełupki, co świadczy o wysokim potencjale reprodukcyjnym nawłoci. Przeciętnie z jednego pędu uzyskano średnio 2 661 niełupek (tab. 1). Stosunek suchej masy owocostanów do ogólnej masy pędu wynosił 6,0% (tab. 3).

Po zasiedleniu nowego miejsca populacja nawłoci rozrasta się szybko na boki za pomocą podziemnych rozłogów (Guzikowa, Maycock 1993). Z wysadzonych fragmentów klonu wyrosło w pierwszym roku 3,5 pędów o wysokości 124,6 cm. W drugim zaś roku ich liczba zwiększyła się do ok. 5,5 sztuk. Jak podaje Weber (2000), w wyniku pomnażania klonalnego może wyrosnąć nawet ponad 300 pędów · m<sup>-2</sup>. Rośliny z siewu wyginęły w 50% w stanie juwenilnym. Do drugiego roku przetrwało średnio 10 pędów na 1 m bieżącym rzędu, które osiągnęły 148,9 cm wysokości. Z danych opublikowanych wynika, że *S. canadensis* może wyrastać w Europie do 210 cm wysokości (Weber 2000). Rośliny rozmnażane wegetatywnie wytworzyły w roku założenia doświadczenia większą liczbę rozgałęzień kwiatostanowych i większą liczbę niełupek niż rośliny z siewu. W drugim roku różnice uległy zredukowaniu lub zatraciły znamiona istotności, jak w przypadku plenności wynoszącej odpowiednio 15 088 i 11 240 niełupek (tab. 2). Porównując uzyskane wyniki z danymi z literatury, można zauważyć dużą ich zbieżność mimo odmiennych warunków siedliskowych. Na przykład *S. canadensis* w warunkach gleb uprawnych Ameryki Północnej produkowała 13 000 niełupek z jednego pędu, a w naturalnych zbiorowiskach trawiastych tylko 1 100 niełupek (Werner 1976, Werner, Platt 1976).

Kolejną cechą jest masa łodygi. Jest to właściwość najważniejsza, przy założeniu, że plon będzie wykorzystywany do celów energetycznych. W pierwszym roku pędy roślin uprawianych z sadzonek uzyskały masę 25,8 g i 8,7 g z nasion. W 2010 r. wzrosła gęstość łąnu, co prawdopodobnie wpłynęło na nieznaczną obniżkę masy łodygi i liści w obiekcie z uprawą z sadzonek, odwrotnie natomiast kształtowały się te cechy z wysiewu niełupek (tab. 2). Analiza statystyczna wyników, z uwzględnieniem przedziałów ufności, wskazuje na zróżnicowanie cech w granicach błędu (tab. 2). Zmniejszenie masy liści z 9,3 do 6,6 g można tłumaczyć większym zwarcie roślin, co wpłynęło na pogorszenie dopływu światła w niższe warstwy łąnu (Warren, Gadgil 1973). Nie bez znaczenia dla przyrostu

biomasy liści i łodyg jest zasobność gleby, która przy braku jakiegokolwiek nawożenia prawdopodobnie zmniejszyła się w drugim roku badań (Kołodziej 2008).

Tabela 1  
Table 1

Struktura biomasy *Solidago canadensis* L. ze zbioru w 2009 roku  
The biomass structure of *Solidago canadensis* L. from the collection in 2009

Forma reprodukcji Form of reproduction	Średnia Mean	Zakres zmienności Range of variability		Współczynnik zmienności Variation coefficient	Przedział ufności ( $\alpha=0,05$ ) Confidence interval of the mean value
		Min.	Max.		
Liczba pędów* – Number of shoots					
z nasion from seeds	20,8	10	30	47,1	11,2–30,3
z sadzonek from cuttings	3,5	2	5	36,9	2,2–4,8
Wysokość pędów (cm) – Height of plants					
z nasion from seeds	67,2	40,3	84,5	31,2	46,6–87,7
z sadzonek from cuttings	124,6	114,4	132,2	6,1	117,1–132,1
Liczba rozgałęzień (w przeliczeniu na 1 roślinę) – Number of offshoots (per 1 plant)					
z nasion from seeds	2,7	0,1	7,9	130,6	-0,8–6,4
z sadzonek from cuttings	21,9	11,9	27	31,8	15,1–28,8
Liczba niełupek na jednej roślinie – Number of seeds per 1 plant					
z nasion from seeds	2661	0	5876	116,7	-382,6–5704,1
z sadzonek from cuttings	13688	7455	17680	31,9	9404,9–17971,1
Masa łodygi (g) – Mass of stem					
z nasion from seeds	8,7	1,6	17,2	73,7	2,4–15,0
z sadzonek from cuttings	25,8	8,0	36,6	50,0	13,1–38,4
Masa liści (g) – Mass of leaves					
z nasion from seeds	4,3	0,9	6,9	59,9	1,8–6,8
z sadzonek from cuttings	9,3	6,5	13,1	30,0	6,5–12,0
Masa owocostanów (g) – Mass of inflorescence					
z nasion from seeds	1,2	0	2,6	116,8	-0,2–2,5
z sadzonek from cuttings	14,8	8,5	20,2	33,2	10,0–19,6

\* liczba pędów na 1 metrze bieżącym  
number of plants per 1 current metre



Tabela 2  
Table 2

Struktura biomasy *Solidago canadensis* L. ze zbioru w 2010 roku  
The biomass structure of *Solidago canadensis* L. from the collection in 2010

Forma reprodukcji Form of reproduction	Średnia Mean	Zakres zmienności Range of variability		Współczynnik zmienności Variation coefficient	Przedział ufności ( $\alpha=0,05$ ) Confidence interval of the mean value
		Min.	Max.		
Liczba pędów* – Number of shoots*					
z nasion from seeds	10,0	8,0	12,0	18,3	8,2–11,8
z sadzonek from cuttings	5,5	4,0	7,0	23,5	4,2–6,8
Wysokość pędów (cm) – Height of plants					
z nasion from seeds	148,9	143,3	152,3	2,8	144,8–153,0
z sadzonek from cuttings	169,9	161,5	189,8	7,9	156,8–182,9
Liczba rozgałęzień (w przeliczeniu na 1 roślinę) – Number of offshoots (per 1 plant)					
z nasion from seeds	15,6	14,5	17,0	7,4	14,4–16,7
z sadzonek from cuttings	20,9	17,9	23,5	11,0	18,6–23,1
Liczba niełupek na jednej roślinie – Number of seeds per 1 plant					
z nasion from seeds	11240	4772	19923	56,3	5040,1–17439,4
z sadzonek from cuttings	15088	9187	19850	29,4	10741,6–19435,4
Masa łodygi (g) – Mass of stem					
z nasion from seeds	17,2	13,7	21,7	20,8	13,7–20,7
z sadzonek from cuttings	23,6	15,9	29,3	23,8	18,1–29,1
Masa liści (g) – Mass of leaves					
z nasion from seeds	4,6	3,6	5,8	20,1	3,7–5,5
z sadzonek from cuttings	6,6	5,0	7,4	16,9	5,5–7,8
Masa owocostanów (g) – Mass of inflorescence					
z nasion from seeds	148,9	143,3	152,3	2,8	144,8–153,0
z sadzonek from cuttings	169,9	161,5	189,8	7,9	156,8–182,9

\* liczba pędów na 1 metrze bieżącym,  
number of plants per 1 current metre

Tabela 3  
Table 3Potencjalny wysiłek reprodukcyjny *Solidago canadensis* L. (% %)  
Potential reproductive effort of *Solidago canadensis* L.

Forma reprodukcji Form of reproduction	Lata – Years		Lata – Years	
	2009	2010	2009	2010
	Dane rzeczywiste Actual data		Dane transformowane Transformed data	
z nasion from seeds	6,0	19,7	0,18	0,46
z sadzonek from cutting	31,1	24,1	0,59	0,51
NIR <sub>0,05</sub> dla interakcji forma reprodukcji x lata NIR <sub>0,05</sub> for interaction form reproduction x years				0,23

Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że sposoby uprawy w interakcji z latami kształtowały wskaźnik zwany potencjalnym wysiłkiem reprodukcyjnym. Współdziałanie polegało na tym, że w 2009 r. wskaźnik nawłoci uprawianej z sadzonek był wyższy w porównaniu z roślinami z siewu. W 2010 r. wartości omawianego wskaźnika nie różniły się istotnie i wynosiły odpowiednio 24,1 i 19,7%. Według Falińskiej (1990) wysiłek reprodukcyjny jest skorelowany dodatnio z całkowitą biomasa pędu. Taką zależność potwierdziły między innymi badania przeprowadzone przez Stosika (2005) w trzech cenopopulacjach *Rumex confertus* Willd. Podobne tendencje można zaobserwować, porównując masę pędów i owocostanów nawłoci (tab. 1 i 2). Podział biomasy na reprodukcję generatywną i przyrost części wegetatywnych zależy od czynników siedliska, konkurencji międzygatunkowej i wieku danej populacji (Warren, Gadgil 1973). Z wiekiem wysiłek reprodukcyjny zmniejsza się, co wykazali wymienieni autorzy w doświadczeniu polowym, na przykładzie 4 gatunków nawłoci. Należy zatem przypuszczać, że zmiany w strukturze biomasy w kolejnych latach doświadczenia będą zachodziły podobnie. Nawłoc należy do roślin długowiecznych. Indywidualne klony mogą przetrwać nawet do 100 lat (Weber 2000).

## WNIOSKI

Dwuletnie badania nie upoważniają do postawienia jednoznacznych wniosków dotyczących rozwoju badanej populacji *Solidago canadensis* L. – tego długowiecznego gatunku. Uzyskane w doświadczeniu wyniki można podsumować następująco:

1. Porównywane dwa sposoby uprawy, tj. z sadzonek utworzonych z fragmentów klonu i z niełupek, miały istotny wpływ na kształtowanie się struktury biomasy pędów.

2. Stwierdzono istotne różnice, na korzyść uprawy z sadzonek, takich cech jak: wysokość pędów i liczba rozgałęzień, w obu latach badań oraz liczba niełupek, masa owocostanów i wysiłek reprodukcyjny, w roku założenia doświadczenia.

3. Biorąc pod uwagę łatwiejszą i mniej pracochłonną uprawę z nasion w porównaniu z uprawą z sadzonek, a także wyrównywanie się struktury biomasy między obiektami badań już w drugim roku, uzasadniona jest uprawa z nasion.

## PIŚMIENNICTWO

- Elandt R., 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN, Warszawa.
- Falińska K., 1981. Eksperymentalne badania biologii populacji wieloletnich roślin zielnych. *Wiad. Bot.*, 25(3): 209–230.
- Falińska K., 1990. Osobnik, populacja, fitocenoza. PWN, Warszawa.
- Grużewska A., Malicki L., 2002. Podstawy doświadczeń rolniczych. Wyd. AP w Siedlcach.
- Grzybek A. 2008. Zapotrzebowanie na biomasę i strategię energetycznego jej wykorzystania. *Studia i raporty IUNG-PIB, Puławy*, 11: 9–23.
- Guzikowa M., Maycock P.F., 1993. Badania porównawcze biologii i ekologii północnoamerykańskich ekspansywnych gatunków nawłoci (*Solidago ssp.*). *Wiad. Bot.*, 37(3/3): 221–223.
- Jabłoński B., 1992. Nawłóć – roślina o dużej wartości pszczelarskiej. *Pszczelarstwo*, 9: 10–11.
- Kołodziej B. 2008. Goldenrod (*Solidago virgaurea L. ssp. virgaurea*) reaction to foliar fertilization. *Ann. UMCS, sectio E*, 63(4): 1–9.
- Kowalczyk P., 2002. Wykorzystanie biomasy jako surowca energetycznego. *Czysta Energia*, 10(14): 22–23.
- Meyer A.H., Schmid B., 1999. Seed dynamics and seedling establishment in the invading perennial *Solidago altissima* under different experimental treatments. *Jour. Ecol.*, 87: 28–41.
- Stosik T., 2005. Struktura i dynamika populacji szczawiu omszonego (*Rumex confertus* Willd.) w zróżnicowanych warunkach ekologicznych. Praca doktorska (maszynopis), ATR Bydgoszcz, 1–124.
- Strzałkowska-Abramek M., 2009. Kwitnienie nawłoci (*Solidago L.*) w warunkach Puław. *Mat. Konf. Pszczelarskiej, Puławy (streszczenie)* 106.
- Walck J.L., Baskin J.M., Baskin C.C., 1997. A comparative study of the seed germination biology of a narrow endemic and two geographically-widespread species of *Solidago* (*Asteraceae*) 1. Germination phenology and effect of cold stratification on germination. *Seed Science Res.*, 7: 47–58.
- Warren G.A., Gadgil M., 1973. Growth form and reproductive effort in goldenrods (*Solidago, Compositae*). *Amer. Natur.*, 107(957): 651–661.
- Weber E., 2000. Biological flora of Central Europe: *Solidago altissima* L. *Flora*, 195: 123–134.
- Werner P.A., 1976. Ecology of plant population in successional environments. *Systematic. Botany*, 1: 246–268.
- Werner P.A., Platt W.J., 1976. Ecological relationships of co-occurring goldenrods (*Solidago, Compositae*). *Amer. Natur.*, 110: 959–971.
- Żurek G., 2009. Rośliny alternatywne w fitoekstrakcji metali ciężkich z obszarów skażonych. *Probl. Inż. Rol.*, 3: 83–90.

## THE BIOMASS STRUCTURE OF CANADA GOLDENROD (*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) GROWN FROM SEEDS AND SEEDLINGS

### Summary

A study was conducted during the period 2009–2010 to compare the biomass structure of the above-ground parts of Canada goldenrod (*Solidago canadensis* L.) grown from seeds and seedlings. Mature seeds and segments of clones 10–12 cm in diameter, called seedlings, were collected from one fallow site located in Lublin in autumn 2008. The seedlings were hilled up for winter, while the seeds were stored at room temperature. In spring 2009 the seeds were sown in plots with a dimension of 1.5 x 2.0 m in rows 40 cm apart, whereas the seedlings were planted at a spacing of 40 x 30 cm. The experiment was established in a randomized block design in 4 replicates on grey-brown podzolic soil formed from loess in the village of Czesławice near Nałęczów. In October 2009 and 2010, 30 shoots were randomly sampled from the plots; they were then dried in a greenhouse and subjected to analysis. The vegetatively propagated plants were found to have produced in both years of the study significantly higher shoots with a larger number of inflorescence branches than those obtained from seeds. In the year in which the experiment was set up multiple fruits of the plants grown in this way had a higher weight and contained more achenes, which resulted in a greater reproductive effort.

However, taking into account the fact that cultivation from seeds is easier and less labour-intensive than vegetative propagation and given that most of the traits between treatments were found to become equalized already in the second year after planting, seed cultivation is justified.

KEY WORDS: cultivation method, biometric traits of shoots, biomass, productivity

**Renata Kieloch, Krzysztof Domaradzki**

**REAKCJA CHWASTÓW NA STRES HERBICYDOWY  
W ZALEŻNOŚCI OD ICH FAZY ROZWOJOWEJ  
REACTION OF WEEDS TO HERBICIDAL STRESS DEPENDING  
ON THEIR GROWTH STAGE**

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

*Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu*

*Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute in Puławy,  
Department of Weed Science and Tillage Systems in Wrocław*

Badania prowadzono w warunkach kontrolowanych, w hali wegetacyjnej. Ich celem była ocena wrażliwości *Galium aparine* L. i *Stellaria media* L., znajdujących się w różnych fazach rozwojowych, na stres herbicydowy wywołany aplikacją dwóch mieszanin substancji aktywnych herbicydów – 2,4-D + florasulam oraz metrybuzyna + amidosulfuron. Środki te stosowano w dawce zalecanej oraz w dawkach obniżonych o 25, 50 i 75%. W badaniach uwzględniono trzy fazy rozwojowe chwastów: 1–2, 2–3 i 4–5 okółków liści dla *G. aparine* oraz 2–4, 6–8 i 10–12 liści dla *S. media*. Oceny wrażliwości dokonano na podstawie pomiaru ubytku ich świeżej masy pod wpływem zastosowanego środka w porównaniu z obiektem pozbawionym czynnika stresowego. Reakcja chwastów na stres herbicydowy zależała od rodzaju stosowanego środka. Oba gatunki były bardziej wrażliwe na mieszaninę 2,4-D + florasulam niż metrybuzyna + amidosulfuron. Badane gatunki chwastów wykazały zróżnicowaną wrażliwość na herbicydy niezależnie od ich fazy rozwojowej oraz użytej dawki. Znacznie większą wrażliwością charakteryzowała się *S. media*, której biomasę skutecznie redukowałą nawet dawka obniżona o połowę.

SŁOWA KLUCZOWE: chwasty, faza rozwojowa, stres herbicydowy, dawki herbicydów, masa chwastów

## WSTĘP

Stres herbicydowy powoduje zakłócenia w przebiegu procesów życiowych chwastów, co wpływa niekorzystnie na ich wzrost i rozwój, a w konsekwencji prowadzi do śmierci tych roślin. Poszczególne gatunki chwastów charakteryzują się zróżnicowaną wrażliwością na stres herbicydowy, przy czym cecha ta może być modyfikowana przez cały szereg czynników. Istotną rolę w reakcji chwastów na stres herbicydowy odgrywa ich faza rozwojowa, ponieważ wraz ze wzrostem stopnia zaawansowania roślin w rozwoju zwiększa się tolerancja na stres wywołany aplikacją herbicydów. Producenci środków ochrony roślin w etykietach opakowań herbicydów podają informację, że najlepszą efektywność herbicydu można uzyskać, gdy stosuje się go na młode chwasty, do fazy 4–6 liści. Wyjątek stanowią niektóre środki zwalczające chwasty, nawet bardzo zaawansowane w rozwoju, np. amidosulfuron, 2,4-D + florasulam, fluoksypyr. Wcześniejsze badania wykazały, że gatunki chwastów różnią stopniem wrażliwości na obniżone dawki herbicydów (Wesołowski i wsp. 2008, Drzewiecki, Pietryga 2010).

Współczesne rolnictwo dąży do racjonalnego stosowania środków ochrony roślin. Wynika to z konieczności zmniejszenia kosztów związanych z ochroną roślin, jak również z potrzeb ograniczenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego (Schwarz 2004, Krawczyk 2007). W związku z powyższym, prowadzone są badania nad możliwością zmniejszenia dawki środka. Ich celem jest pozyskanie informacji odnośnie reakcji poszczególnych gatunków chwastów, a zwłaszcza tych najbardziej zagrażających danej uprawie, na obniżone dawki herbicydów stosowanych w różnych warunkach.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wrażliwości dwóch gatunków chwastów, powszechnie występujących w uprawach roślin zbożowych, na dawkę podstawową oraz dawki obniżone dwóch herbicydów stosowanych do ich odchwaszczania. W pracy starano się uwypuklić znaczenie fazy rozwojowej badanych gatunków chwastów w ich reakcji na stres herbicydowy.

## MATERIAŁ I METODY

W ramach prowadzonych badań wykonano 3 serie doświadczeń wazonowych, w których oceniano skuteczność działania różnych dawek herbicydów w stosunku do *Galium aparine* L. i *Stellaria media* L., będących w momencie aplikacji w trzech różnych fazach rozwojowych. Doświadczenia dwuczynnikowe założono w układzie kompletnej randomizacji, w trzech powtórzeniach. Czynnikiem doświadczenia były faza rozwojowa chwastów oraz dawka herbicydu (herbicyd x, y w dawce 1, 2, 3, 4 z włączeniem kontroli jako dawki 0). Rośliny wysiano do plastikowych doniczek, o średnicy 8 cm, wypełnionych podłożem składającym się z piasku i torfu, zmieszanych w stosunku objętościowym 2:1. Do każdej doniczki wysiano po 7 sztuk nasion, które umieszczono na głębokości 0,5 cm. Siew wykonano w odstępach tygodniowych, aby w momencie aplikacji herbicydów uzyskać materiał roślinny zróżnicowany pod względem stopnia zaawansowania w rozwoju. W przypadku *G. aparine* były to fazy: od liścieni do 2 okółków (BBCH 10–12) oraz 2–3 (BBCH 12–13) i 4–5 (BBCH 14–15) okółków. Biorąc pod uwagę *S. media*, były to fazy: 2–4 (BBCH 12–14), 6–8 (BBCH 16–18) i 10–12 (BBCH 20–22)

liści. Bezpośrednio po siewie ustawiono doniczki na stołach znajdujących się na wolnym powietrzu, ale pod zadaszeniem i pozostawiono je tam przez cały okres prowadzenia doświadczenia. Rośliny w takich warunkach miały zapewnione warunki pogodowe zbliżone do naturalnych, z wyjątkiem opadów deszczu, w związku z czym podlewano je codziennie, aby utrzymać podłoże w stanie umiarkowanej wilgotnym.

W doświadczeniu stosowano dwa herbicydy – mieszaninę 2,4-D + florasulam (Mustang 306 SE) oraz metrybuzyna + amidosulfuron (Segal 65 WG). Wszystkie badane środki zastosowano w trzech dawkach: podstawowej zalecanej przez producenta i w dawkach obniżonych o 25, 50 i 75%, w stosunku do dawki podstawowej (tab. 1).

Tabela 1  
Table 1

Dawki herbicydów zastosowanych w doświadczeniu  
Dose of herbicides used in the experiment

Herbicyd Herbicide	Dawki (g·ha <sup>-1</sup> ) – Doses			
	Podstawowa Basic	Obniżona o 25% Reduced by 25%	Obniżona o 50% Reduced by 50%	Obniżona o 75% Reduced by 75%
2,4-D + florasulam	180 + 3,75	135 + 2,81	90 + 1,87	45 + 0,94
metrybuzyna + amidosulfuron	60 + 18,00	45 + 13,50	30 + 9,00	15 + 4,50

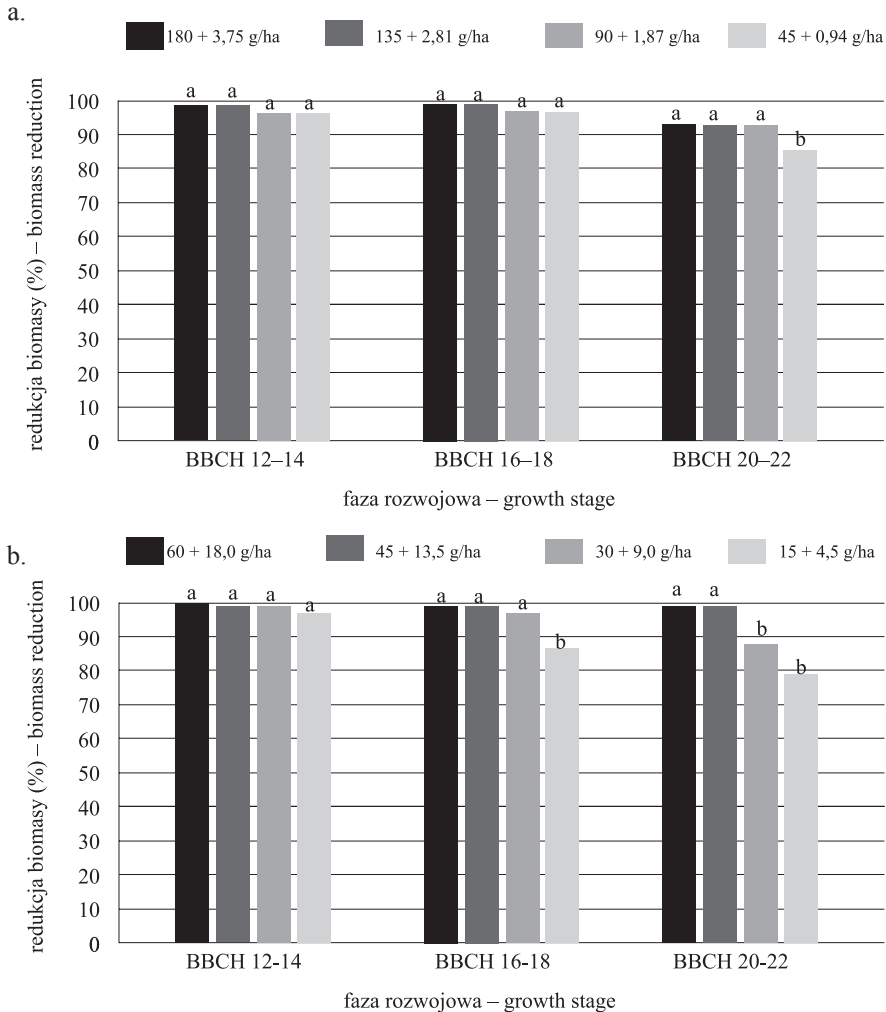
Aplikację herbicydów przeprowadzono w komorze opryskowej z ruchomą dyszą (TeeJet XR 11003-VS), o wydatku cieczy użytkowej 250 l·ha<sup>-1</sup> i ciśnieniu 200 kPa. Bezpośrednio przed zabiegiem wykonano przerywkę roślin, pozostawiając po 3 sztuki w każdej doniczce.

Po upływie 3 tygodni od wykonania zabiegu części nadziemne roślin ścięto i określono ich świeżą masę. Reakcję chwastów na stres herbicydowy określono na podstawie ubytku świeżej masy wywołanej działaniem herbicydu w stosunku do kontroli, na której nie stosowano herbicydu. Obliczenia statystyczne wykonano, uwzględniając dane ubytku świeżej masy wyrażone w %, przekształcone wg wzoru Bliss'a [ $y = \arcsin \sqrt{x}$ ]. Przeprowadzono je w następującym układzie: doświadczenia 2-czynnikowe, gdzie jednym z czynników doświadczenia była faza rozwojowa chwastów, natomiast jako drugi czynnik potraktowano kombinację obiektów herbicydowych x dawki, wraz z obiektem kontrolnym. Istotność różnic oceniano testem Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

## WYNIKI I OMÓWIENIE

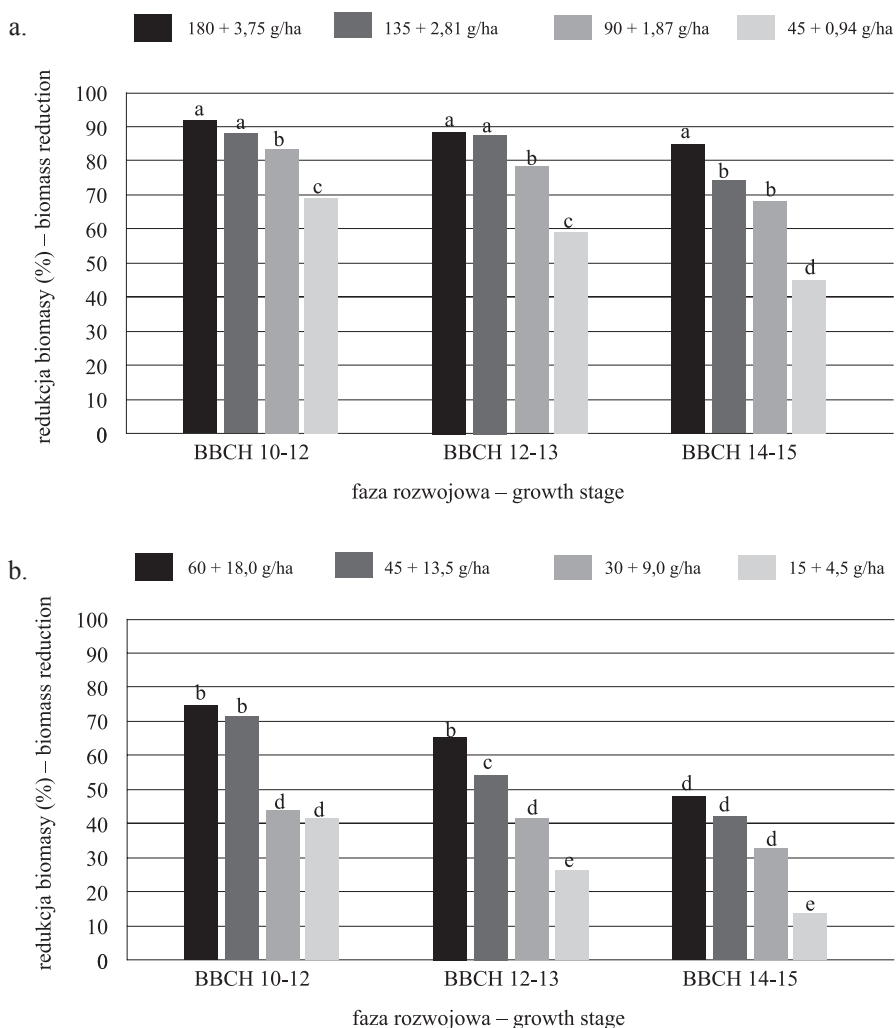
W przeprowadzonych badaniach oba gatunki chwastów wykazały zróżnicowaną wrażliwość na herbicydy, niezależnie od pozostałych czynników doświadczenia. W przypadku *S. media* osiągnięto wysoki stopień redukcji świeżej masy roślin jako reakcję na stres wywołany stosowaniem obu herbicydów. Masa roślin w fazie najmłodszej oraz średnio zaawansowanej została zredukowana o 97–100% w stosunku do obiektu kontrolnego, pod wpływem działania mieszaniny 2,4-D + florasulam zastosowanej w dawce obniżonej nawet o 75%. Podobną wrażliwość wykazały rośliny najstarsze (10–12 liści)

potraktowane wyższymi dawkami tego środka, natomiast po aplikacji dawki najniższej nastąpiła znacząco słabsza reakcja roślin na stres herbicydowy. Ubytek masy gwiazdniczy pospolitej względem obiektu kontrolnego wynosił wówczas 85% (rys. 1a). Najmłodsze rośliny *S. media* były wysoce wrażliwe na wszystkie dawki mieszaniny metrybuzyny z amidosulfuronem. W przypadku roślin będących w fazie średnio zaawansowanej (6–8 liści) stwierdzono spadek ich wrażliwości po zastosowaniu dawki najniższej środka. Rośliny najbardziej zaawansowane w rozwoju wykazały wysoką wrażliwość na dawkę podstawową oraz obniżoną o 25%, natomiast wraz z dalszym obniżaniem dawki nastąpiło osłabienie ich reakcji na stres herbicydowy (rys. 1b).



Rys. 1. Wrażliwość różnych faz rozwojowych *S. media* na badane herbicydy: a. 2,4-D + florasulam, b. metrybuzyna + amidosulfuron  
 Fig. 1. Susceptibility of different growth stages of *S. media* to tested herbicides: a. 2,4-D + florasulam, b. metribuzin + amidosulfuron





Rys. 2. Wrażliwość różnych faz rozwojowych *G. aparine* na badane herbicydy: a. 2,4-D + florasulam, b. metrybuzyna + amidosulfuron

Fig. 2. Susceptibility of different growth stages of *G. aparine* to tested herbicides: a. 2,4-D + florasulam, b. metribuzin + amidosulfuron

Drugi z ocenianych gatunków – *G. aparine* wykazał bardziej zróżnicowaną reakcję na stres herbicydowy. Rośliny będące we wcześniejszych fazach rozwojowych, tj. od liścieni do 2 okółków oraz 2–3 okółki liści, cechowała wysoka wrażliwość na podstawową oraz obniżoną o 25% dawkę mieszanki 2,4-D + florasulam. Podobnie, chociaż zdecydowanie słabiej, zareagowały najstarsze rośliny (4–5 okółków) na dawkę podstawową. Najśłabszą reakcję roślin na stres herbicydowy stwierdzono po aplikacji dawki obniżonej o 75% na rośliny najbardziej zaawansowane w rozwoju. Ubytek masy roślin wynosił w tym przypadku 45% w stosunku do obiektu kontrolnego (rys. 2a). Reakcja *G. aparine* na stres herbicydowy wywołany aplikacją mieszanki metrybuzyna + amidosulfuron była

słabsza niż po zastosowaniu 2,4-D + florasulam. Najlepsze rezultaty w redukcji biomasy (85%) tego gatunku stwierdzono po aplikacji podstawowej dawki herbicydu na rośliny najmłodsze. Podobne rezultaty osiągnięto dla dawki obniżonej o 25% aplikowanej na rośliny w fazie 1–2 okółków oraz podstawowej, stosowanej na rośliny w fazie 2–3 okółków (rys. 2b).

W ochronie plantacji przed chwastami istotnym czynnikiem jest wczesny termin wykonania zabiegu herbicydowego, zarówno ze względu na jak najszybsze zapewnienie roślinie uprawnej optymalnych warunków do wzrostu i rozwoju, jak i fakt, że chwasty młode są bardziej wrażliwe na substancje aktywne herbicydów. Reakcja chwastów na stres herbicydowy jest ściśle powiązana z ilością substancji aktywnej herbicydu pobranej przez roślinę, co jest rezultatem współdziałania zarówno wysokości zastosowanej dawki środka, jak i wrodzonej wrażliwości danego gatunku na ten środek. Właściwość ta wynika ze zdolności roślin do detoksyfikacji herbicydu oraz ich budowy morfologicznej. Niektóre cechy budowy morfologicznej chwastów, takie jak: wielkość blaszek liściowych, grubość i skład chemiczny kutykuli oraz omszenie blaszek liściowych, odgrywają znaczącą rolę w pobieraniu herbicydu przez rośliny. Poszczególne gatunki chwastów różnią się między sobą zarówno grubością, jak i składem chemicznym kutykuli, a zwłaszcza wosku epidermalnego, który stanowi barierę dla wnikania herbicydów do wnętrza rośliny. Wraz ze wzrostem i rozwojem roślin ulega zmianie skład chemiczny wosku oraz wzrasta jego ilość, dlatego rośliny słabiej reagują na środki chwastobójcze (Chachalis i wsp. 2001a,b). Stwierdzono znaczące różnice we wrażliwości gatunków na glifosat, wynikające z różnic w grubości wosku epidermalnego. Ponadto dowiedziono, że grubsza warstwa wosku u roślin starszych prowadzi do redukcji pobierania herbicydu przez roślinę (Cruz-Hipolito i wsp. 2011). W przeprowadzonych badaniach spadek wrażliwości na herbicydy spowodowany bardziej zaawansowaną fazą rozwojową chwastów był szczególnie wyraźny u *G. aparine*. Przyczyną takiej sytuacji była słabsza wrażliwość tego gatunku na stosowane środki. Badania Kieloch (2006) wykazały, że chwasty bardziej wrażliwe na stres wywołany aplikacją herbicydu wykazują wysoką wrażliwość nawet w warunkach niesprzyjających działaniu środka. Prezentowana w niniejszych badaniach *S. media* okazała się gatunkiem o wysokiej wrażliwości na herbicydy i z tego powodu skutecznie niszczonej nawet w przypadku, gdy rośliny są bardziej zaawansowane w rozwoju, a herbicyd zastosowany w dawce obniżonej nawet o połowę. Z kolei *G. aparine* wykazała znacznie słabszą wrażliwość na stres herbicydowy, a w fazie 4–5 okółków nawet dawka podstawowa badanych środków nie spowodowała skutecznego zniszczenia jej roślin. Oba gatunki charakteryzują się różnicami w budowie morfologicznej, zwłaszcza w odniesieniu do cech wpływających na pobieranie herbicydów. Młode rośliny *S. media* mają delikatne liście, natomiast blaszki liściowe drugiego gatunku pokryte są haczykowatymi szczecinkami, które mogą ograniczać wnikanie herbicydu do wnętrza roślin i tym samym przyczyniać się do ich słabszej wrażliwości (Bowling i wsp. 2008, Rola i wsp. 2001, Hull i wsp. 1982).

Ograniczanie dawki środków ochrony roślin stosowanych w uprawach jest jednym z aspektów zrównoważonego rolnictwa, które kładzie nacisk m.in. na produkcję żywności bezpiecznej dla konsumenta oraz ograniczenie zagrożeń dla środowiska naturalnego i zachowanie w nim bioróżnorodności (Kukuła, Krasowicz 2007, Domaradzki, Kieloch 2009). W związku z tym celem nadrzędnym w ograniczaniu zachwaszczenia staje się nie tyle całkowite zniszczenie chwastów, lecz ograniczenie ich szkodliwości do poziomu

niezagrożającemu roślinie uprawnej. Stosowanie herbicydu w dawkach niższych niż zaleca producent wymaga optymalnych do jego działania warunków, w tym również stopnia zaawansowania w rozwoju zwalczanych chwastów. Wykonanie zabiegu we wczesnym terminie, kiedy chwasty są bardzo młode, gwarantuje wysoką skuteczność, nawet stosując bardzo niskie dawki herbicydów (Krawczyk 2007, 2008). Przeprowadzone badania wykazały, że dawkę środka można obniżyć w różnym stopniu, w zależności od gatunków dominujących na polu. W przypadku występowania *G. aparine* zbyt duża redukcja dawki herbicydu skutkuje spadkiem skuteczności zabiegu, nawet gdy zastosujemy herbicyd wysoce skuteczny jak uwzględniony w badaniach 2,4-D + florasulam. Do zniszczenia *S. media* wystarczą niskie dawki badanych herbicydów, a zabieg można wykonać w późniejszej fazie rozwojowej chwastów, bez ryzyka znacznego spadku efektywności.

Reakcja na stres herbicydowy zależy również od rodzaju zastosowanego środka. W przeprowadzonych badaniach oba gatunki chwastów były wrażliwe na mieszaninę 2,4-D + florasulam, natomiast po aplikacji mieszaniny metrybuzyna + amidosulfuron stwierdzono znacznie słabszą reakcję roślin *G. aparine*. Gatunek ten był wrażliwy tylko na podstawową dawkę środka, gdy rośliny były bardzo młode (1–2 okółki). Znacznie lepsze rezultaty po aplikacji tego środka osiągnięto w badaniach polowych, stosując środek na rośliny w fazie 1–3 okółków. Wykazały one, że wysoką wrażliwość *G. aparine* na mieszaninę metrybuzyna + amidosulfuron można osiągnąć nawet po obniżeniu dawki o połowę (Domaradzki 2006).

## WNIOSKI

1. Badane gatunki chwastów wykazały zróżnicowaną wrażliwość na stosowane herbicydy.
2. Reakcja *S. media* i *G. aparine* na stres herbicydowy zależała od rodzaju zastosowanego herbicydu.
3. Większą wrażliwością na stres herbicydowy charakteryzowała się *S. media*, wykazując silną reakcję nawet na obniżone o połowę dawki herbicydów, gdy rośliny znajdowały się w zaawansowanej fazie rozwojowej (10–12 liści).
4. Oba gatunki chwastów znacznie silniej reagowały na aplikację mieszaniny 2,4-D + florasulam niż metrybuzyna + amidosulfuron.

## PIŚMIENNICTWO

- Bowling A.J., Maxwell H.B., Vaughn K.C., 2008. Unusual trichome structure and composition in mericarps of catchweed bedstraw (*Galium aparine*). *Protoplasma*, 233: 223–230.
- Chachalis D, Reddy K.N., Elmore C.D., Steele M.L., 2001 a. Herbicide efficacy, leaf structure, and spray droplet contact angle among *Ipomoea* species and smallflower morningglory. *Weed Sci.*, 49(5): 628–634.
- Chachalis D, Reddy K.N., Elmore C.D., 2001 b. Characterization of leaf surface, wax composition, and control of redvine and trumpet creeper with glyphosate. *Weed Sci.*, 49(2): 156–163.

- Cruz-Hipolito H., Rojano-Delgado A., Domínguez-Valenzuela J.A., Heredia A., Luque de Castro M.D., De Prado R., 2011. Glyphosate tolerance by *Clitoria ternatea* and *Neonotonia wightii* plants involves differential absorption and translocation of the herbicide. *Plant Soil*, 347: 221–230.
- Domaradzki K., 2006. Minimalne skuteczne dawki herbicydów w zwalczaniu *Galium aparine* w zbożach jarych. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 46(2): 269–272.
- Domaradzki K., Kieloch R., 2009. Possibilities of weed control in spring cereals by herbicides applied at reduced rates. *Polish Journal of Agronomy*, 1: 9–14.
- Drzewiecki S., Pietryga J., 2010. Efektywność działania herbicydów w dawkach dzielonych, obniżonych, zastosowanych łącznie z adiuwantem w kukurydzy. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 50(1): 297–302.
- Hull H. M., Davis D.G., Stoltenberg G.E., 1982. *Actions of adjuvant on plant surfaces*, [in:] *Adjuvants for Herbicides*. Lawrence, KS: Weed Science Society of America: 26–67.
- Kieloch R., 2006. Wpływ adiuwantów na skuteczność tribenuronu metylu zastosowanego w różnych warunkach temperatury i wilgotności względnej powietrza. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 46(1): 240–248.
- Krawczyk R., 2007. Wpływ terminu stosowania zredukowanych dawek herbicydów w zbożach jarych na efektywność zwalczania chwastów. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 47(3): 151–158.
- Krawczyk R., 2008. Obniżona dawka herbicydu – uwarunkowania, badania i profilaktyka. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 48(2): 621–627.
- Kukuła S., Krasowicz S., 2007. Główne problemy i uwarunkowania zrównoważonego rozwoju rolnictwa w Polsce. *Probl. Inż. Rol.*, 1/2007: 5–15.
- Rola H., Rola J., Zaliwski A., 2001. Rozmieszczenie chwastów segetalnych w uprawach rolniczych Polski. *Wydawnictwa IUNG*: 12, 24, 38.
- Schwarz J., 2004. Decision support models for weed management – state and perspectives. *J. Plant Dis. Protect.*, XIX: 989–994.
- Wesołowski M., Woźniak A., Dąbek-Gad M., 2008. Wrażliwość chwastów w pszenicy ozimej na zróżnicowane dawki herbicydów. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 48(1): 324–328.

## REACTION OF WEEDS TO HERBICIDAL STRESS DEPENDING ON THEIR GROWTH STAGE

### Summary

Pot experiments were carried out under controlled environment conditions, in glasshouse. The aim of this study was evaluation of *Galium aparine* L. and *Stellaria media* L. at different growth stages susceptibility to herbicidal stress, that was caused by application of two herbicides – 2,4-D + florasulam and metribuzin + amidosulfuron. Herbicides were used at recommended dose and lowered by 25, 50 and 75%. Experiments included three weeds growth stages: 1–2, 2–3, 4–5 whorls for *G. aparine* and 2–4, 6–8, 10–12 leaves for *S. media*. The susceptibility of weeds was determined on the base of fresh weight reduction influenced by herbicides activity compare to object without herbicidal stress. The reaction of weeds to herbicidal stress depended on kind of herbicide. Both weed species were more sensitive to the mixture 2,4-D + florasulam than metribuzin + amidosulfuron. Examined weed species showed diversified susceptibility to herbicides, regardless of their growth stage and dose of herbicide. Among tested weed species, *S. media* was more sensitive to herbicides. Its fresh weight was reduced greatly, even in case of the lowest rate application.

KEY WORDS: weeds, growth stage, herbicidal stress, herbicides doses, weeds weight

Renata Kieloch, Jerzy Sadowski

**WPŁYW WARUNKÓW ŚRODOWISKA NA PRODUKTYWNOŚĆ  
BIOMASY WYBRANYCH GATUNKÓW CHWASTÓW  
ORAZ ZAWARTOŚĆ AMINOKWASÓW W ICH TKANKACH**  
**THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS  
ON BIOMASS PRODUCTIVITY OF SELECTED WEED SPECIES  
AND AMINO ACIDS CONTENT IN THEIR TISSUE**

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

*Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu*

*Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute in Puławy,  
Department of Weed Science and Tillage Systems in Wrocław*

Oceniano wpływ pięciu czynników klimatyczno-glebowych: temperatura powietrza (25/16 i 8/2°C), wilgotność powietrza (75 i 50%), wilgotność gleby (60 i 30%), natężenie światła (10 000 i 7 000 lx) oraz typ gleby (czarna ziemia i gleba płowa) na produktywność biomasy oraz zawartość aminokwasów w roślinach *Galium aparine* L. i *Papaver rhoeas* L. Badania prowadzono w specjalnych komorach klimatycznych. Pomiar świeżej masy wykonano metodą wagową, po ścięciu nadziemnych części chwastów. Zawartość wolnych aminokwasów (waliny, leucyny i izoleucyny) oznaczono metodą chromatografii gazowej. Większą produktywnością zielonej masy, niezależnie od czynnika klimatycznego i glebowego, charakteryzowała się *G. aparine*. Wilgotność powietrza nie wpłynęła na produkcję biomasy obu gatunków chwastów, natomiast natężenie światła różnicowało tę cechę u *P. rhoeas*. Zawartość wolnych aminokwasów (waliny, leucyny i izoleucyny) w roślinach obu gatunków chwastów zależała najsilniej od wilgotności gleby, natomiast cechy tej nie różnicował typ gleby.

SŁOWA KLUCZOWE: chwasty, warunki klimatyczne i glebowe, biomasa, wolne aminokwasy

---

Do cytowania – For citation: Kieloch R., Sadowski J., 2012. Wpływ warunków środowiska na produktywność biomasy wybranych gatunków chwastów oraz zawartość aminokwasów w ich tkankach. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 29–38.

## WSTĘP

Warunki środowiskowe mogą kształtować kondycję i budowę morfologiczną chwastów, co znajduje odzwierciedlenie w ilości wytworzonej przez nie zielonej masy. Znany jest fakt, że rośliny rosnące w korzystnych warunkach środowiska charakteryzują się większym przyrostem biomasy niż w warunkach stresowych, np. w czasie suszy. Stresy środowiskowe uruchamiają w roślinach mechanizmy obronne ułatwiające adaptację do takich warunków, co prowadzi do zmian w budowie morfologicznej oraz wpływa na ogólną kondycję roślin (Potters i wsp. 2007, Li i wsp. 2008).

Aminokwasy stanowią materiał wyjściowy do biosyntezy białek, które są materiałem budulcowym organizmów żywych. Poziom niektórych aminokwasów w materiale roślinnym jest reakcją na warunki środowiskowe, występujące zwłaszcza na poziomie stresowym (Huang, Xiong 2009).

Poszczególne gatunki chwastów wykazują różną reakcją na warunki środowiskowe oraz różną zdolność do adaptacji w niekorzystnych warunkach. Wiele informacji na temat wymagań środowiskowych dotyczy z reguły warunków glebowych, jak np. typ gleby, zasobność w składniki pokarmowe i pH. Natomiast niewiele badań dotyczy zespołu czynników klimatycznych.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu pięciu czynników klimatyczno-glebowych na ilość wytworzonej biomasy oraz zawartość wolnych aminokwasów w tkankach roślin *Galium aparine* L. i *Papaver rhoeas* L.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w warunkach kontrolowanych, w komorach klimatycznych z regulacją temperatury i wilgotności powietrza, natężenia światła oraz długości trwania fotoperiodu. Nasiona badanych chwastów pochodziły z pól uprawnych, na których nie stosowano herbicydów, zlokalizowanych w okolicach Wrocławia. Wysiewano je do plastikowych doniczek o średnicy 8 cm, wypełnionych podłożem składającym się z piasku i torfu, wymieszanym w stosunku objętościowym 2:1. W każdej doniczce umieszczono po 10 sztuk nasion, na głębokości 0,5 cm. Nasiona *Galium aparine* L. wymagały specjalnego przygotowania mającego na celu pobudzenie ich do kiełkowania. W tym celu moczone je w 0,02% roztworze kwasu giberelinowego przez 3 doby. Po siewie *G. aparine* doniczki umieszczono w komorze klimatycznej, w temperaturze 8°C, w warunkach braku światła na okres 14 dni. Po upływie tego czasu doniczki umieszczono w komorach klimatycznych, w których panowały warunki zgodne z planem doświadczenia. Po upływie 7 dni od zakończenia wschodów chwastów dokonano przerywki, pozostawiając w każdej doniczce po cztery rośliny.

W doświadczeniu nad oceną wpływu temperatury powietrza badano dwa poziomy tego czynnika: 25°C w dzień i 16°C w nocy oraz 8°C w dzień i 2°C w nocy. Wilgotność powietrza wynosiła 70%, a natężenie światła 10 000 lx. W przypadku wilgotności powietrza poziomy tego czynnika wynosiły 75 i 50%, przy stałej temperaturze 20/10°C oraz natężeniu światła 10 000 lx. W badaniach uwzględniono również dwa poziomy natężenia światła: 10 000 i 7 000 lx, ze stałą temperaturą 20/10°C oraz wilgotnością powietrza 70%.

Ocenę wpływu wilgotności gleby przeprowadzono na glebie brunatnej, którą w stanie powietrznie suchym, w ilości 400 g/doniczkę zmieszano z wodą w ilości 240 lub 120 g. W ten sposób otrzymano dwa poziomy badanego czynnika: 60 i 30%. Temperatura w doświadczeniu wynosiła 20/10°C, wilgotność powietrza 70%, a natężenie światła 10 000 lx. Badania nad wpływem typu gleby prowadzono na dwóch typach gleb: gleba płowa oraz czarna ziemia (tab. 1). Wilgotność podłoża wynosiła 60%, a pozostałe parametry klimatyczne były takie same jak w doświadczeniu opisanym wcześniej.

Tabela 1  
Table 1

Charakterystyka gleb użytych w doświadczeniu  
Characteristic of soil used in the experiment

Parametr Parameter	Typ gleby – Type of soil	
	gleba płowa – podsolic soil	czarna ziemia – black earth
pH	4,60	6,05
zawartość materii organicznej organic matter content	1,25%	2,35%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18,5 mg/100 g p.s.m.	17,1 mg/100 g p.s.m.
K <sub>2</sub> O	13,0 mg/100 g p.s.m.	32,0 mg/100 g p.s.m.
Mg	3,7 mg/100 g p.s.m.	12,5 mg/100 g p.s.m.

Do oceny produktywności biomasy ścinano nadziemne części roślin z każdej doniczki i ważono. Pomiar ten wykonano, gdy chwasty znajdowały się w fazie 6–8 liści, czyli po zakończeniu intensywnego wzrostu. Każdy czynnik testowano w czterech powtórzeniach.

Do badań nad oceną poziomu aminokwasów materiał pobrano, gdy rośliny osiągnęły fazę 4–6 liści (ok. 10 dni przed pomiarem biomasy). Oznaczenia poziomu aminokwasów w chwastach wykonano metodą chromatografii gazowej z zastosowaniem zestawu EZ faast Amino Acid Analysis firmy Phenomenex.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

### Biomasa chwastów

Spośród badanych gatunków chwastów *G. aparine* charakteryzowała się większą biomasa, gdyż gatunek ten wytwarzał trzykrotnie więcej zielonej masy niż *P. rhoeas* (tab. 2). Niezależnie od gatunku najsilniej na produktywność biomasy wpływała temperatura powietrza. Zielona masa roślin rosnących w warunkach cieplejszych (25/16°C) była trzykrotnie większa niż w roślinach rosnących w niskich temperaturach (8/2°C). Temperatura powietrza jest czynnikiem wywierającym bardzo silny wpływ na wzrost i rozwój roślin. W wyższych temperaturach wzrasta tempo procesów fizjologicznych, prowadząc do szybszego wzrostu roślin (Wahid i wsp. 2007). W przeprowadzonym doświadczeniu znaczącą rolę odgrywał również zakres temperatur, ponieważ w wyższej temperaturze (pow. 20°C) procesy życiowe roślin przebiegają intensywnie, natomiast w temperaturze



poniżej 10°C następuje spowolnienie przemian metabolicznych (Monaco i wsp. 2005). W przeprowadzonych badaniach oba gatunki reagowały podobnie na odmienne warunki termiczne, ale *P. rhoeas* był bardziej wrażliwy na ten czynnik. Dowodem tego jest fakt, że różnice w ilości wytworzonej biomasy pomiędzy badanymi poziomami temperatury powietrza były większe niż u *G. aparine*.

Tabela 2  
Table 2

Wpływ czynników abiotycznych na produktywność świeżej masy *Galium aparine*  
i *Papaver rhoeas*

The influence of abiotic factor on biomass productivity of *Galium aparine* and *Papaver rhoeas*

Poziom czynnika środowiskowego Level of environmental factor	Świeża masa (g) Fresh weight		
	<i>Galium aparine</i> L.	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Średnio dla czynnika środowiskowego mean for environmental factor
Temperatura powietrza – Air temperature			
25/16°C	8,91	2,60	7,57
8/2°C	3,63	0,41	2,02
Wilgotność powietrza – Air humidity			
75%	5,34	3,01	4,17
50%	5,56	3,38	4,47
Wilgotność gleby – Soil moisture			
60%	3,97	1,13	2,55
30%	2,12	0,57	1,34
Natężenie światła – Light intensity			
10 000 lx	6,14	1,89	4,01
7 000 lx	2,32	1,47	1,89
Typ gleby – Type of soil			
Czarna ziemia – Black earth	5,83	1,76	3,79
Gleba płowa – Podsolich soil	3,45	0,67	2,06
Średnio dla gatunku Mean for species	4,72	1,69	–

Gislerod i Mortensen (1990) wykazali większy wzrost roślin i wielkość blaszek liściowych u roślin rosnących w wilgotności 90 niż 60%. W przeprowadzonych doświadczeniach parametr ten nie różnicował wzrostu obu gatunków. Być może przyczyną takiej sytuacji były małe różnice w poziomach testowanego czynnika.

Wilgotność gleby jest czynnikiem silnie wpływającym na wzrost roślin. W warunkach niedostatecznego uwilgotnienia gleby roślina uruchamia mechanizmy obronne zapobiegające utracie wody z tkanek, co prowadzi do zmian w jej cechach morfologicznych. Długotrwała susza przyczynia się do zwijania liści, co ogranicza ich powierzchnię parowania. Jednocześnie prowadzi to do zmniejszenia ich powierzchni asymilacyjnej, a przyrost biomasy nie jest tak znaczny jak w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w wodę (Caseley 1989). Rośliny rosnące w warunkach niedostatecznego uwilgotnienia gleby mają ograniczony wzrost, a powierzchnia ich blaszek liściowych jest mniejsza niż



u roślin dobrze zaopatrzonych w wodę (Levene, Owen 1995). Niekorzystny wpływ suszy na wzrost roślin potwierdzono również w niniejszych badaniach, przy czym u obu gatunków wykazano podobną wrażliwość na niedobór wody w glebie. W warunkach niskiej wilgotności gleby ich biomasa została ograniczona prawie o połowę w stosunku do ilości wytworzonej przez rośliny rosnące w korzystnych warunkach wilgotnościowych.

W referowanych badaniach zaobserwowano jedynie niewielki wpływ natężenia światła na ilość zielonej masy *P. rhoeas*. Natomiast *G. aparine* charakteryzowała się prawie trzykrotnie większą produktywnością biomasy wówczas, gdy rosła w warunkach większego doświetlenia – 10 000 lx. Zdaniem Xie i wsp. (1994) ograniczenie natężenia światła wpływało niekorzystnie lub nie odnotowywano wpływu na produkcję zielonej masy *Avena fatua* L. Według cytowanych autorów dopiero ograniczenie natężenia światła o 90% zredukowało produkcję zielonej masy owsa głuchego. Z kolei rośliny *Amaranthus rudis* Sauer reagowały słabszą produktywnością zielonej masy już w warunkach ograniczenia natężenia światła o 40% (Steckel i wsp. 2003).

Typ gleby, a w związku z tym cały zespół czynników go charakteryzujący (np. kwasowość, zawartość materii organicznej, skład granulometryczny itp.), może w dużym stopniu decydować o kondycji roślin (Zarzycki i wsp. 2002). W prezentowanych badaniach uwzględniono dwa typy gleb, a mianowicie – glebę zasobną w próchnicę oraz składniki pokarmowe – czarna ziemia i mniej zasobną, zwłaszcza w materię organiczną oraz fosfor i potas – gleba płowa. Rezultaty doświadczeń wykazały, że oba gatunki rosły lepiej na czarnej ziemi. Wynikało to z lepszego zaopatrzenia badanych chwastów w składniki pokarmowe na czarnej ziemi.

### Poziom aminokwasów

Aminokwasy stanowią podstawowy surowiec do syntezy białek – składników budulcowych tkanek roślinnych i zwierzęcych. Dlatego poziom aminokwasów decyduje o ilości wytworzonej biomasy. Zmiany w zawartości aminokwasów są również wskaźnikiem reakcji roślin na różnego pochodzenia stresy. Rośliny mało wrażliwe na czynnik stresowy potrafią niwelować jego wpływ na procesy fizjologiczne zachodzące w ich tkankach, w związku z czym zmiany w poziomie aminokwasów będą niewielkie. W takich przypadkach nie będzie również wyraźnych zmian wielkości biomasy. Jeśli czynnik stresowy będzie długotrwały lub będzie silnie oddziaływał na roślinę, nastąpi załamanie jej reakcji obronnej. W konsekwencji zaobserwujemy spadek poziomu aminokwasów, co z kolei przełoży się na ograniczenie produktywności biomasy.

Spośród oznaczanych aminokwasów w tkankach obu gatunków chwastów najmniej było waliny. Zawartość leucyny i izoleucyny kształtowała się na wyższym i zbliżonym do siebie poziomie, niezależnie od czynnika klimatyczno-glebowego (tab. 3–7). Poziom aminokwasów oznaczony w roślinach *P. rhoeas* był znacznie wyższy niż w roślinach *G. aparine* w sytuacji oceny wpływu temperatury powietrza, wilgotności gleby i natężenia światła.

W tkankach obu gatunków chwastów stwierdzono większą zawartość wolnych aminokwasów (waliny, leucyny i izoleucyny), wtedy gdy rośliny rosły w temperaturze 25/16°C. Nadto godne podkreślenia jest to, że zawartości waliny i izoleucyny były zbliżone dla obu zakresów temperatury powietrza, natomiast leucynę wykrywano w większych ilościach w warunkach wysokiej temperatury, zwłaszcza w tkankach *G. aparine* (tab. 3).

Tabela 3  
Table 3

Wpływ temperatury powietrza na zawartość aminokwasów w tkankach *Galium aparine* i *Papaver rhoeas*  
The influence of air temperature on amino acids content in *Galium aparine* and *Papaver rhoeas*

Temperatura powietrza Air temperature	Zawartość aminokwasów (mg/kg) Amino acids content							
	<i>Galium aparine</i> L.				<i>Papaver rhoeas</i> L.			
	wal val	leu leu	ile ile	suma sum	wal val	leu leu	ile ile	suma sum
25/16°C	9,38	46,86	34,10	99,34	10,72	62,40	51,14	124,24
8/2°C	7,34	32,74	24,36	64,42	8,14	57,20	50,46	115,80

Wilgotność powietrza wyraźnie zróżnicowała zawartość aminokwasów tylko w tkankach roślin *P. rhoeas*. Poziom waliny, leucyny i izoleucyny był trzykrotnie wyższy, gdy rośliny rosły w niskiej wilgotności powietrza, w porównaniu z roślinami maku polnego rosnącymi w warunkach większej wilgotności (tab. 4).

Tabela 4  
Table 4

Wpływ wilgotności powietrza na zawartość aminokwasów w tkankach *Galium aparine* i *Papaver rhoeas*  
The influence of relative humidity on amino acids content in *Galium aparine* and *Papaver rhoeas*

Wilgotność powietrza Air humidity	Zawartość aminokwasów (mg/kg) Amino acids content							
	<i>Galium aparine</i> L.				<i>Papaver rhoeas</i> L.			
	wal val	leu leu	ile ile	suma sum	wal val	leu leu	ile ile	suma sum
75%	4,82	28,64	24,50	57,94	2,04	14,32	15,98	32,34
50%	4,24	28,64	18,02	50,90	9,94	54,60	51,08	115,6

Spośród omawianych czynników klimatyczno-glebowych najsilniejszy wpływ na sumaryczną zawartość wolnych aminokwasów wywierała wilgotność gleby (tab. 5). Znacznie niższy poziom tych związków stwierdzono u roślin rosnących w warunkach niskiej wilgotności gleby. Odmienne rezultaty badań uzyskano w roślinach *Impatiens walleriana* Hook i *Glycine max* L., u których poziom aminokwasów był znacznie większy w warunkach suszy niż w warunkach optymalnej wilgotności (Simon-Sarkadi i wsp. 2006, Chyliński i wsp. 2007). W przypadku roślin *P. rhoeas* rosnących na glebie dobrze uwilgotnionej sumaryczna zawartość aminokwasów kształtowała się na poziomie ponad sześciokrotnie większym niż u roślin rosnących w warunkach niskiej wilgotności. U roślin *G. aparine* różnica ta była tylko czterokrotna.

Światło jest jednym z czynników wpływających na aktywność reduktazy azotanowej – podstawowego enzymu w przemianach azotu (Maevskaya, Bukhov 2005). Badane gatunki chwastów wykazały zróżnicowaną reakcję na natężenie światła. W roślinach *P. rhoeas* znacznie większy poziom aminokwasów stwierdzono, gdy rośliny rosły w warunkach większego natężenia światła, natomiast u *G. aparine* wystąpiła odwrotna sytuacja (tab. 6).

W badaniach innych autorów zaobserwowano wzrost zawartości glutaminy i asparaginy oraz spadek seryny w roślinach *Rumex obtusifolius* rosnących w warunkach braku światła i w niskiej temperaturze (Miyagi i wsp. 2010) (tab. 6).

Typ gleby nie wpłynął na sumaryczną zawartość waliny, leucyny i izoleucyny w roślinach obu gatunków chwastów (tab. 7).

Tabela 5

Table 5

Wpływ wilgotności gleby na zawartość aminokwasów w tkankach *Galium aparine* i *Papaver rhoeas*

The influence of soil moisture on amino acids content in *Galium aparine* and *Papaver rhoeas*

Wilgotność gleby Soil moisture	Zawartość aminokwasów (mg/kg) Amino acids content							
	<i>Galium aparine</i> L.				<i>Papaver rhoeas</i> L.			
	wal val	leu leu	ile ile	suma sum	wal val	leu leu	ile ile	suma sum
60%	6,85	24,19	28,72	59,76	12,16	59,19	58,52	126,87
30%	1,52	6,20	7,45	15,17	1,30	8,24	7,15	16,69

Tabela 6

Table 6

Wpływ natężenia światła na zawartość aminokwasów w tkankach *Galium aparine* i *Papaver rhoeas*

The influence of light intensity on amino acids content in *Galium aparine* and *Papaver rhoeas*

Natężenie światła	Zawartość aminokwasów (mg/kg) Amino acids content							
	<i>Galium aparine</i> L.				<i>Papaver rhoeas</i> L.			
	wal val	leu leu	ile ile	suma sum	wal val	leu leu	ile ile	suma sum
10 000 lx	2,68	16,92	12,78	32,38	18,22	93,76	72,44	184,40
7 000 lx	11,68	42,92	38,50	93,10	10,20	58,00	50,08	118,26

Tabela 7

Table 7

Wpływ typu gleby na zawartość aminokwasów w tkankach *Galium aparine* i *Papaver rhoeas*

The influence of type of soil on amino acids content in *Galium aparine* and *Papaver rhoeas*

Typ gleby Type of soil	Zawartość aminokwasów (mg/kg) Amino acids content							
	<i>Galium aparine</i> L.				<i>Papaver rhoeas</i> L.			
	wal val	leu leu	ile ile	suma sum	wal val	leu leu	ile ile	suma sum
Czarna ziemia Black earth	10,88	49,04	39,16	99,06	9,54	56,18	52,86	118,58
Gleba płowa Podsolich soil	8,58	54,68	38,36	101,60	9,02	55,34	59,10	123,44

W większości dotychczas wykonanych prac poziom aminokwasów był przedstawiany jako wskaźnik tolerancji roślin na warunki stresowe. Dowiedziono, że poziom aminokwasów może odzwierciedlać reakcję roślin na niekorzystne warunki środowiska, jak np. zanieczyszczenie metalami ciężkimi, niedobór składników pokarmowych lub wody (Hsu, Kao 2003, Kováčik i wsp. 2006). Informacje w literaturze wskazują na wzrost zawartości niektórych aminokwasów w takich warunkach. Zawartość proliny może być wskaźnikiem stresu herbicydowego oraz stresu suszy (Fayez, Kristen 1996, Durán-Serantes i wsp. 2002). Wykazano także zwiększoną zawartość wolnych aminokwasów w warunkach zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi (Huang, Xiong 2009). Simon-Sarkadi i wsp. (2006) dowiedli, że poziom waliny, leucyny i izoleucyny w roślinach poddanych działaniu suszy oraz wysokiej temperatury (pow. 30°C) znacznie przekraczał wartości wykrywane w roślinach rosnących w warunkach optymalnych. Po ustąpieniu działania czynnika stresowego obserwowano spadek zawartości aminokwasów do poziomu porównywalnego z obiektem kontrolnym. Rezultaty niniejszych badań wykazały, że w warunkach niekorzystnych do wzrostu roślin zawartość aminokwasów w tkankach *G. aparine* i *P. rhoeas* była znacznie niższa niż w warunkach sprzyjających wzrostowi roślin. Należy jednak podkreślić, że oba gatunki chwastów były poddane działaniu niekorzystnych warunków klimatyczno-glebowych przez cały okres prowadzenia doświadczenia. W badaniach innych autorów (Simon-Sarkadi i wsp. 2006, Rhodes i wsp. 1987) czynnik stresowy był indukowany przez krótki okres czasu, co dawało wyraz w początkowej nadprodukcji aminokwasów.

## WNIOSKI

1. Spośród ocenianych czynników klimatyczno-glebowych najsilniej na ilość wytworzonej biomasy wpłynęły temperatura powietrza, wilgotność i typ gleby. Rośliny *G. aparine* i *P. rhoeas* charakteryzowały się większym przyrostem biomasy, gdy rosły w sprzyjających dla nich warunkach, tj. w wyższej temperaturze, na glebie bardziej wilgotnej oraz na czarnej ziemi.

2. Wpływ temperatury powietrza oraz typu gleby był bardziej wyraźny u roślin *P. rhoeas* niż *G. aparine*, natomiast oba gatunki w zbliżony sposób reagowały na niski poziom uwilgotnienia gleby.

3. Wilgotność powietrza nie różnicowała wzrostu roślin obu gatunków chwastów, natomiast natężenie światła różnicowało tylko wzrost *P. rhoeas*.

4. Zawartość aminokwasów waliny, leucyny i izoleucyny, zwłaszcza u *P. rhoeas*, najsilniej kształtowała wilgotność gleby. Sumaryczna ilość badanych aminokwasów w roślinach rosnących na glebie wilgotnej nawet sześciokrotnie przekroczyła poziom oznaczony w roślinach rosnących na glebie suchej.

## PIŚMIENNICTWO

- Caseley J.C., 1989. Variations in foliar pesticide performance attributable to humidity, dew and rain effects. *Aspect of Applied Biology*, 21: 215–225.
- Chyliński W.K., Łukaszewska A.J., Kutnik K., 2007. Drought response of two bedding plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29(5): 399–406.
- Durán-Serantes B., González L., Reigosa M.J., 2002. Comparative physiological effects of three allelochemicals and two herbicides on *Dactylis glomerata*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 24(4): 385–392.
- Fayez K.A., Kristen U., 1996. The influence of herbicides on the growth and proline content of primary roots and on the ultrastructure of the root caps. *Environmental and Experimental Botany*, 36(1): 71–81.
- Hsu Y.T., Kao Ch.H., 2003. Changes in protein and amino acid contents in two cultivars of rice seedlings with different apparent tolerance to cadmium. *Plant Growth Regulation*, 40(2): 147–155.
- Huang H., Xiong Z.T., 2009. Toxic effect of cadmium, acetochlor and bensulfuron-methyl on nitrogen metabolism and plant growth in rice seedlings. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 94: 64–67.
- Gislerod H.R., Mortensen L.M., 1990. Relative humidity and nutrient concentration affect nutrient uptake and growth of *Begonia × hiemalis*. *HortScience*, 25(5): 524–526.
- Kováčik J., Repčák M., Kron I., 2006. Nitrogen deficiency induced changes of free amino acids and coumarin contents in the leaves of *Matricaria camomilla*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 28(2): 159–164.
- Levene B.C., Owen M.D.K., 1995. Effect of moisture stress and leaf age on bentazon absorption in common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, 43(1): 7–12.
- Li H., Qiang S., Qian Y., 2008. Physiological response of different croftonweed (*Eupatorium adenophorum*) populations to low temperature. *Weed Science*, 56(2): 196–202.
- Maevskaya S.N., Bukhov N.G., 2005. Effect of light quality on nitrogen metabolism of radish plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52(3): 349–356.
- Miyagi A., Takahara K., Takahashi H., Kawai-Yamada M., Uchimiya H., 2010. Targeted metabolomics in an invasive weed, *Rumex obtusifolius* L., grown under different environmental conditions reveals alterations of organ related metabolite pathway. *Metabolomics*, 6: 497–510.
- Monaco T.A., Monsen S.B., Smith B.N., Hansen L.D., 2005. Temperature-dependent physiology of *Poa secunda*, a cool season grass native to The Great Basin, United States. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52(5): 653–658.
- Potters G., Pasternak T.P., Guises Y., Palme K.J., Jansen M.A.K., 2007. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble?. *Trends in Plant Science*, 12(3): 98–105.
- Rhodes D., Hogan A.L., Deal L., Jamieson G.C., Haworth P., 1987. Amino acid metabolism of *Lemna minor* L., II. Responses to chlorsulfuron. *Plant Physiology*, 84: 775–780.
- Simon-Sarkadi L., Kocsy G., Várhegyi Á., Galiba G., de Ronde J.A., 2006. Stress-induced changes in the free amino acids composition in transgenic soybean plants having increased proline content. *Biologia Plantarum*, 50(4): 793–796.
- Steckel L.E., Sprague C.L., Hager A.G., Simmons F.W., Bollero G.A., 2003. Effects of shading on common waterhemp growth and development. *Weed Science*, 51(6): 898–903.

- Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M.R., 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61: 199–223.
- Xie H.S., Hsiao A.I., Quick W.A., 1994. Effect of shading on activity of imazamethabenz and fenoxaprop in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science*, 42(1): 66–69.
- Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Róžański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. *W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences*: 1–183.

## **THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON BIOMASS PRODUCTIVITY OF SELECTED WEED SPECIES AND AMINO ACIDS CONTENT IN THEIR TISSUE**

### **S u m m a r y**

The influence of five climate and soil conditions: air temperature (25/16 and 8/2°C), relative humidity (75 and 50%), soil moisture (60 and 30%), light intensity (10 000 and 7 000 lx) and type of soil (black earth and podsollic soil) on biomass productivity and amino acids content in plants of *Galium aparine* L. and *Papaver rhoeas* L. was investigated. The study was conducted under controlled environment conditions, in climate chambers. Fresh weight measurement was made by gravimetric method. Free amino acids (valine, leucine and isoleucine) content was determined using gas chromatography. *G. aparine* produced greater biomass than *P. rhoeas*, independently on climate-soil factor. Among examined factors, biomass productivity was strongly affected by air temperature, soil moisture and type of soil, but no relative humidity. Light intensity differentiated only biomass quantity of *P. rhoeas*. Free amino acids level in plants of both weed species was the hardest affected by soil moisture, but bigger differences for *P. rhoeas* were noted. Type of soil was the only one factor that did not influence amino acids content in plants of *G. aparine* as well as *P. rhoeas*.

Key words: weeds, climate and soil conditions, biomass, free amino acids

**Elżbieta Młynkowiak, Ignacy Kutyna, Tadeusz Leśnik, Barbara Firlit**

**WYSTĘPOWANIE *SOLIDAGO SP.* W OBRĘBIE ZRÓŻNICOWA-  
NYCH BIOTOPÓW NA OBRZEŻACH SZCZECINA**

**OCCURRENCE OF *SOLIDAGO SP.* WITHIN DIFFERENTIATED  
BIOTOPS IN THE OUTSKIRTS OF SZCZECIN**

*Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet  
Technologiczny w Szczecinie  
Department of Environmental Protection and Management, West Pomeranian  
University of Technology*

Badanie zbiorowisk roślinnych z obecnością *Solidago canadensis* L. i *S. gigantea* Aiton przeprowadzono w dwóch zróżnicowanych biotopach – na wieloletnio odłogowanych polach uprawnych oraz porzuconych łąkach przyleśnych. Odłogowane pola uprawne charakteryzują się występowaniem dwóch typów gleb – czarnych ziem zdegradowanych (Dz) i gleb brunatnych właściwych (B). Wytworzone są one głównie z gliny lekkiej zalegającej płytko na glinie średniej (gl:gs), o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym. Obszar łąk przyleśnych położony jest w obniżeniu i charakteryzuje się glebą murszowo-mineralną (M ps-pl), wytworzoną z piasku słabogliniastego murszastego, płytko zalegającego na piasku luźnym. Odczyn jej jest lekko kwaśny lub zasadowy. Na odłogowanych polach uprawnych występują fitocenozy *Artemisio-Tanacetum vulgaris* z dominacją dwóch gatunków charakterystycznych *Tanacetum vulgaris* (S=V, D=2408) i *Artemisia vulgaris* (S=V, D=1407). Większość płatów tego ruderalnego zbiorowiska zdominowały dwa kenofity – *Solidago canadensis* i *Helianthus tuberosus*. W 8 płatach zbiorowiska, na 27 wykonanych zdjęć, *Solidago canadensis* tworzy agregacyjne skupienia. Na porzuconych łąkach przyleśnych, na glebie murszowo-mineralnej dominuje zbiorowisko z *Solidago canadensis* (S=V, D=8250). Gatunek ten osiąga 4. i 5. stopień ilościowości i tworzy agregacyjne skupienia we wszystkich płatach. *Solidago gigantea* notowano rzadko i z małym pokryciem (S=I, D=100). W badaniach określono świeżą fitomasę nawłoci na powierzchni 1 m<sup>2</sup> w 10 próbach. Średnia jej wielkość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła 25,3 ton.

SŁOWA KLUCZOWE: *Artemisio-Tanacetum vulgaris*, gatunki inwazyjne, Szczecin, zbiorowisko z *Solidago canadensis*

Do cytowania – For citation: Młynkowiak E., Kutyna I., Leśnik T., Firlit B., 2012. Występowanie *Solidago* sp. w obrębie zróżnicowanych biotopów na obrzeżach Szczecina. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 39–50.



## WSTĘP

Nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis* L.) i nawłóć późna (*Solidago gigantea* Aiton) pochodzą ze wschodniej części Ameryki Północnej. Oba są gatunkami alochtonicznymi o znacznej ekspansywności, rozprzestrzeniają się naturalnie lub z udziałem człowieka na dużych obszarach, konkurują o nisze ekologiczne z gatunkami rodzimymi, przyczyniając się do ich eliminowania ze zbiorowisk. Szczególne zagrożenie stwarza *Solidago canadensis*, ponieważ występuje bardzo licznie, często łąkowo zasiedla różne biotopy: doliny rzek, pobocza szlaków komunikacyjnych, porzucone łąki, odłogowane pola, skraje lasów, zarośla i inne siedliska. Według Roli, Roli (2010) *Solidago* sp. występując na odłogowanych polach uprawnych, nie stanowi zagrożenia dla sąsiadujących z nimi roślin uprawnych, natomiast uważają oni, że może być bio wskaźnikiem obecności odłogów na danym terenie, niezależnie od rodzaju gleb. Prawie nie występuje w łąkach roślin uprawnych. Agrotechnika stosowana w roślinach ogrodniczych i rolniczych skutecznie zapobiega osiągnięciu przez *Solidago* sp. po wschodach kolejnych faz rozwojowych i wydaniu nasion, co jest barierą ekspansji tego gatunku na pola uprawne. Proces ruderalizacji zbiorowisk segetalnych na gruntach rolnych z dużym udziałem nawłoci występuje wyraźnie na odłogach.

W zbiorowiskach z nawłocią kanadyjską spotykamy także nawłóć późną (*Solidago gigantea*). Jest ona notowana rzadziej i mniej licznie. Obcym gatunkiem, zaliczanym także przez niektórych do gatunków inwazyjnych, jest słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus* L.), występujący na ogół lokalnie. Tworzy on także agregacyjne skupienia, ale na małych powierzchniach i nie jest tak „agresywny”, jak *Solidago* sp. Do Polski został sprowadzony w II połowie XIX w. i był użytkowany jako roślina uprawna. Obecnie występuje w różnych siedliskach, na które przewędrował z pól uprawnych. Celem niniejszej pracy jest analiza ekologiczno-fitosocjologiczna zbiorowisk roślinnych z udziałem obcych gatunków z rodzaju *Solidago*, występujących na obrzeżach miasta Szczecina oraz określenie świeżej fitomasy zbiorowisk z dominacją nawłoci.

## MATERIAŁ I METODY

Badanie zbiorowisk roślinnych z obecnością *Solidago canadensis* i *S. gigantea* przeprowadzono w dwóch zróżnicowanych biotopach położonych w dzielnicy Warszewo na obrzeżach Szczecina. Były to wieloletnio odłogowane pola uprawne opanowane przez zbiorowiska ruderalne oraz porzucone łąki przyłesne zasiedlone przez roślinność seminaturalną. W roku 2010 na powierzchniach obu biotopów wykonano 39 zdjęć fitosocjologicznych metodą Braun-Blanqueta. Z wybranych powierzchni pobrano zbiorcze próby glebowe z głębokości 0–20 cm. W częściach ziemistych oznaczono pH gleby w H<sub>2</sub>O i 1 M KCl – metodą potencjometryczną oraz skład granulometryczny – organoleptyczną. Nomenklaturę gatunków podano za Mirkiem i wsp. (2002), przynależność fitosocjologiczną gatunków określono na podstawie Matuszkiewicza (2007). Stałość fitosocjologiczną (S) i współczynniki pokrycia (D) gatunków wyliczono, korzystając z opracowań Pawłowskiego (1972) i Dzwonko (2007). Na powierzchniach opanowanych w 100% przez *Solidago* pobrano 10 prób części nadziemnych nawłoci (każdą z 1 m<sup>2</sup>), w celu określenia na nich wielkości świeżej masy (fitomasy), co pozwoliło tę wartość przeliczyć na 1 ha powierzchni.



## Charakterystyka obszaru badań

Szczecin położony jest na obszarze czterech mezoregionów: Dolina Dolnej Odry, Wzniesienia Szczecińskie, Wzgórza Bukowe i Równina Goleniowska. Wchodzą one w skład makroregionu Pobrzeża Szczecińskiego (Kondracki 2000).

Badania przeprowadzono na obszarze Wzgórz Warszawskich. Obszar ten był przez długi czas wykorzystywany rolniczo, obecnie następuje intensywna jego zabudowa. Wzgórza Warszawskie, a ściślej Wielecka Góra (131m n.p.m.) stanowi, zaraz po Górach Bukowych, najwyższy punkt wysokościowy Szczecina. Północna oraz centralna część Wzgórz porośnięta jest lasem – Puszcza Wkrzańska, natomiast południowa część jest bezleśna i zajęta pod zabudowę miejską. Występują tu również liczne tereny niezagospodarowane, najczęściej są to porzucone łąki (Mazur 1993).

Na ukształtowanie powierzchni Szczecina miało wpływ ostatnie zlodowacenie zwane Zlodowaceniem Pomorskim lub Zlodowaceniem Bałtyckim. Przejście lodowca spowodowało utworzenie wokół Szczecina dwóch wzniesień: Wzgórz Warszawskich oraz Gór Bukowych. Są to moreny czołowe mające charakter glacijotektoniczny. Te spiętrzone moreny obok utworów czwartorzędowych mają odsłonięte utwory starszych epok, tj. trzeciorzędu, a także ery mezozoicznej okresu jury i kredy. Ma to swoje odzwierciedlenie również i w charakterze Wzgórz Warszawskich. Stanowią one rodzaj płaskowyżu, który porozcinamy jest przez głębokie i wąskie doliny z licznymi potokami. Sam Szczecin otoczony tymi wzniesieniami znajduje się w obniżeniu terenowym, tzw. niecce szczecińskiej (synklinorium szczecińskie). Takie usytuowanie miasta sprawia, że Wzgórza Warszawskie stanowią doskonały punkt widokowy na Wzgórza Bukowe, Równinę Goleniowską oraz jezioro Dąbie i Zalew Szczeciński (Marszałek 1999). Obszar miasta Szczecina i terenów przyległych jest znacznie zróżnicowany geomorfologicznie i geologicznie. Podłoże platformy tektonicznej uległo sfałdowaniu podczas orogenezy kaledońskiej i waryscyjskiej. Zbudowane jest głównie z utworów kredowych. Płycej zalegają warstwy osadów trzeciorzędowych i czwartorzędowych. Liczne badania tektoniczne wykazały obecność licznych horstów, zapadlisk i uskoków oraz krawędzi tektonicznych. Na centralnej i wschodniej części Wzgórz Warszawskich wykształciły się gleby brunatnoziemne powstałe z piasków gliniastych i glin (Borowiec 1993).

Czynnikami mającymi zasadnicze znaczenie dla klimatu Szczecina i jego okolic są warunki fizjograficzne, położenie geograficzne oraz antropogeniczne przeobrażenia. Na tym obszarze ścierają się różne masy powietrza. Dominujące okazało się oddziaływanie powietrza polarno-morskiego. Swój udział w kształtowaniu pogody ma także lokalna cyrkulacja bryzowa Bałtyku i Zalewu Szczecińskiego. Umieszczenie aglomeracji między dwoma wzniesieniami otaczającymi z dwóch przeciwległych stron miasto, wywiera znaczący wpływ na klimat. Swój udział w kształtowaniu pogody mają również kompleksy leśne (Puszcza Wkrzańska, Bukowa i Goleniowska), a także roślinność parków miejskich oraz bliskość dużych zbiorników wodnych i rzek (Koźmiński, Czarnecka 1993, Czarnecka 1996).

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Odłogowane pola uprawne dzielnicy Warszewo, na których przeprowadzono badania, charakteryzują się obecnością dwóch typów gleb – czarnych ziem zdegradowanych (Dz) i gleb brunatnych właściwych (B). Są one wytworzone głównie z gliny lekkiej zalegającej płytko na glinie średniej (gl-gś) i charakteryzują się odczynem lekko kwaśnym (pH w 1 M KCl – 6,0) i obojętnym (pH w 1 M KCl – 6,7). Obszar łąk przyleśnych położony jest w obniżeniu i charakteryzuje się glebami murszowo-mineralnymi (M ps-pl), wytworzonymi z piasku słabogliniastego murszastego, płytko zalegającego na piasku luźnym. Odczyn tych gleb jest lekko kwaśny (pH w 1 M KCl waha się od 5,9 do 6,3) i zasadowy (pH w 1 M KCl – 7,3).

Na podstawie 27 zdjęć fitosocjologicznych, wykonanych na nieużytkowanych rolniczo powierzchniach w dzielnicy Warszewo, wyróżniono i opisano zespół *Artemisio-Tanacetum vulgare* (tab. 1). Jest on reprezentowany przez 55 gatunków, z czego prawie 65% występuje w najniższym (I) stopniu stałości. Na znaczną heterogeniczność tego zespołu wskazała również Ratyńska (2001), charakteryzując omawianą asocjację w Poznańskim Przełomie Warty. Wyodrębniła 3 postacie zespołu: ciepłą, typową oraz aluwialną.

Wyróżniona na obszarze Warszewa asocjacja charakteryzuje się obecnością dwóch gatunków diagnostycznych: *Artemisia vulgaris* i *Tanacetum vulgare* – oba osiągają V stopień stałości, ale różne współczynniki pokrycia (odpowiednio 1407 i 2408). W zbiorowisku odnotowano facjalne występowanie *Cirsium arvense* (zdjęcie 24), *Elymus repens* (zdjęcia 6 i 15), *Calamagrostis epigejos* (zdjęcie 20) oraz *Bunias orientalis* (zdjęcia 9 i 21). Część fitocenozy zespołu opanowały również neofity – słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*) i nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis*). Płaty zbiorowiska z ich dominacją uznano za facje w obrębie zespołu. *Solidago canadensis* osiągnęła III stopień stałości i D=2037, natomiast *Helianthus tuberosus* – II i D=1630. Płaty z *Helianthus tuberosus* Ratyńska (2001) zaliczyła do zespołu *Helianthetum tuberosi*. Ten inwazyjny gatunek osiągał w nich 5. stopień ilościowości. Fitocenozy te pozbawione były nawłoci kanadyjskiej lub notowano ją sporadycznie. W naszym przypadku oba te gatunki występowały razem. Z uwagi na znaczne pokrycie powierzchni przez liście topinamburu (D=7075) i związane z tym silne zacienienie, większość roślin pod ich okapem była w regresji. Zbiorowisko to było ubogie florystycznie, w płatach notowano od 8 do 13, średnio 10 taksonów (Ratyńska 2001). W zbiorowisku na terenie Warszewa odnotowano duży stopień stałości *Cirsium arvense* (S=IV), ale z nieco mniejszym pokryciem (D=678) oraz *Elymus repens* (S=IV i D=1685). Oprócz gatunków z klasy *Artemisietea vulgaris* obecne w fitocenozach są także taksony z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (6 gatunków), *Agropyreteae intermedio-repentis* (2 gatunki) i *Epilobietea angustifolii* (1 gatunek) – tabela 1.

Na porzuconych łąkach przyleśnych, na glebie murszowo-mineralnej, wyróżniono zbiorowisko z *Solidago canadensis* (S=V, D=8250) – tabela 2. Gatunek ten osiąga 4. i 5. stopień ilościowości i tworzy agregacyjne skupienia prawie we wszystkich płatach. W fitocenozach występują także inne gatunki zbiorowisk ruderalnych. Spośród nich najczęściej (S=III), ale niezbyt licznie występują *Anthriscus sylvestris* (D=180) i *Urtica dioica* (D=130). Płaty zbiorowiska zasiedlają również gatunki z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* – *Arrhenatherum elatius* (S=IV, D=600) i *Holcus lanatus* (S=III, D=525) – tabela 2. Fizjonomię ubogiego w gatunki zbiorowiska (średnio w zdjęciu notowano 11 taksonów)

zasadniczo tworzy *Solidago canadensis* i rzadko *S. gigantea*. Pozostałe gatunki uzupełniają skład florystyczny i zasiedlają najczęściej dno zbiorowiska, wykorzystując niewielkie luki w zwartej roślinności. W zbiorowisku odnotowano 36 taksonów, w tym połowę w I stopniu stałości.

Zbiorowiska ruderalne są podatne na wnikanie do nich nowych gatunków, zwłaszcza inwazyjnych (Matuszkiewicz 2007). Neofity mają skłonność do tworzenia w obrębie zbiorowisk agregacji jednogatunkowych i w ten sposób decydują o fizjonomii fitocenoz. To one decydują o produkcji fitomasy zbiorowiska, stają się jego dominantami ekologicznymi na poziomie producentów z racji dużych współczynników znaczenia, którym są liczba osobników i ich fitomasa. Zdaniem Matuszkiewicza (2007) wyróżnienia zespołu z facją odpowiedniego neofitu można dokonać wówczas, kiedy nie ma wątpliwości, o jaki zespół chodzi. Neofity rzadko tworzą samodzielne typy zbiorowisk, zasługujące na wyodrębnienie w randze asocjacji. Najczęściej wnikają w zbiorowiska o ustabilizowanej pozycji syntaksonomicznej i przekształcają je w różnym stopniu. W takich przypadkach, gdy nie można zidentyfikować zespołu, Matuszkiewicz (2007) uważa, iż należy mówić o agregacji odnośnego gatunku na poziomie odpowiedniego syntaksonu, np. związku lub rzędu.

W opracowaniach dotyczących zbiorowisk z udziałem *Solidago* sp. spotyka się ich różną klasyfikację fitosocjologiczną. Matuszkiewicz (2007) w charakterystyce zespołu *Rudbeckio-Solidaginetum* za gatunki charakterystyczne uznaje *Rudbeckia laciniata* i różne gatunki *Solidago*. Za siedlisko zespołu podaje doliny wielkich rzek i groble oddzielające stawy rybne. Już sama przynależność zespołu do związku *Senecion fluviatilis* wskazuje, że asocjacja ta ma charakter nitrofilnego zbiorowiska okrajkowego, występującego nad brzegami wielkich rzek i zalewów. Ziarnek (2003) badając roślinność synantropijną miasta Szczecina, tylko jeden płąt z dominacją *Solidago gigantea* zaliczyła do zespołu *Rudbeckio-Solidaginetum*. Opisała go na podmokłym terenie w kompleksie łąk. Odnotowała w nim gatunki charakterystyczne i wyróżniające dla rzędu *Convolvuletalia sepium*, gatunki łąkowe i typowe dla siedlisk wilgotnych. Natomiast płaty z dominacją nawłoci kanadyjskiej występujące na nitrofilnych nieużytkach określiła jako zbiorowisko z *Solidago canadensis*. Wskazała na znaczący w nim udział gatunków z klasy *Artemisietea vulgaris*, zwłaszcza z podklasy *Artemisienea* (16 taksonów), spośród których najczęściej notowała *Artemisia vulgaris* (S=III) i *Tanacetum vulgare* (S=II). Z klasy *Artemisietea vulgaris* odnotowała *Urtica dioica* i *Cirsium arvense* oba w III stopniu stałości. Zwróciła uwagę na udział w zbiorowisku licznych gatunków z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (23 taksony). Wyróżniła postać zbiorowiska z *Urtica dioica* i *Aegopodium podagraria* oraz postać z *Calamagrostis epigejos*. Średnio w badanych płatach zbiorowiska notowała 13 gatunków.

Z kolei Klera (2008) badając szatę roślinną przytorzy w Szczecinie, uznała zespół *Rudbeckio-Solidaginetum* za bardzo powszechny. Nie odnotowała występowania *Rudbeckia laciniata*, natomiast dominację *Solidago canadensis* (S=V, D=5048) i mniejszy udział *S. gigantea* (S=IV, D=2419). Z gatunków z klasy *Artemisietea vulgaris* najczęściej notowała *Rubus caesius* (S=V, D=574), nieco rzadziej *Urtica dioica* i *Artemisia vulgaris* (S=III). Asocjację notowała głównie na powierzchniach dobrze oświetlonych, zwłaszcza od strony południowej. Wyróżniła dwa warianty zespołu: typowy i z *Dactylis glomerata*.



Gatunki roślin występujące w zbiorowisku wyłącznie w I stopniu stałości – Plant species occurring only in I degree of phytosociological constance in plant communities:

**I:** *Aegopodium podagraria* 10 (1.2); *Arcium tomentosum* 9, 14 (+), 15, 18 (1.2); *Calystegia sepium* 1, 9 (1.2), 21 (1.3); *Capsella bursa-pastoris* 22 (+), 23 (1.2); *Hypericum perforatum* 7 (1.2); *Lamium maculatum* 12 (1.2); *Medicago lupulina* D 10 (2.3); *Melilotus alba* 19, 25 (+), 11, 12, 24 (1.2); *Rubus caesius* 5, 6 (1.2), 13 (1.3), 19, 20 (2.3); *Urtica dioica* 13 (+), 5, 17, 25 (1.2), 15 (3.4); **II:** *Alopecurus pratensis* 25 (+); *Arrhenatherum elatius* 25 (1.2), 14 (2.3); *Daucus carota* 24 (1.2); *Festuca rubra* 11 (2.1), 7, 13 (2.3); *Leontodon hispidus* 27 (+); *Plantago lanceolata* 11, 27 (1.2); *P. major* 23, 25 (1.2), 22 (2.2), 27 (2.3); *Poa annua* 27 (2.3), 22, 23 (4.4), 23; *P. pratensis* 24 (+); *Potentilla anserina* 14, 16 (1.2); *Ranunculus repens* 10, 15, 25 (1.2), 5, 24 (2.3); *Trifolium pratense* 1, 12, 26, 27 (1.2), 23 (1.3); *T. repens* 22, 23, 25 (1.2), 26 (3.4); *Vicia cracca* 27 (+), 19 (1.1), 17, 18, 25 (1.2); **IV:** *Tussilago farfara* 5 (+), 27 (1.2), 10 (2.3), 26 (4.4); *Equisetum arvense* 10 (+), 24 (1.2); **V:** *Senecio vulgaris* 23 (+), 22 (1.2); *Erigeron annuus* 10, **26 (+)**; **ChCl.** *Stellarietea mediae*: *Chenopodium album* 27 (+), 17, 23 (1.2), 7 (1.3), 18 (2.3); *Ch. rubrum* 8, 16 (+), 2, 3, 9 (1.2); *Fallopia convolvulus* 16 (+), 3, 4 (1.2), 1 (1.3), 2 (2.3); *Lamium purpureum* 1 (+); *Matricaria maritima* ssp. *inodora* 11 (+), 25 (1.1), 26 (1.2); *Polygonum aviculare* 23, 27 (1.3), 22 (2.4); *P. lapathifolium* 27 (+); **ChCl.** *Phragmitetea*: *Phragmites australis* 10 (1.1)

Objaśnienia – Explanations: kompleksy glebowo-rolnicze – soil agricultural complexes: 4 – kompleks żytni bardzo dobry – very good rye complex; 2 – kompleks pszenny dobry – good wheat complex. Typy i podtypy gleb – types and sub-types of soil: B – gleba brunatna wiaściwa – proper brown soil; Dz – czarna ziemia zdegradowana – degraded medow black earth. Gatunki gleb – Soil species: gś – glina średnia – medium loam; gl – glina lekka – light loam; pgm – piasek gliniasty mokry – heavy loamy sand; . – podłoże zalega płytko (do 50 cm) – subsoil lies shallow (up-to 50 cm)

Tabela 2  
Table 2Zbiorowisko *Solidago canadensis* na porzuconych łąkach przyleśnych  
*Solidago canadensis* community on abandoned meadows adjacent to forests

Numer kolejny zdjęcia Successive number of relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\bar{x}$
Numer zdjęcia w terenie Number of within the area	9	1	4	3	6	7	2	5	8	10	
Data – Date	08.10.2010										
Pokrycie powierzchni przez rośliny (%) Cover of herb layer	100	100	95	100	95	100	95	95	100	95	97,5
Liczba gatunków – Number of species	12	10	11	10	10	8	11	11	13	10	11
											S D
<i>Solidago canadensis</i>	5.5	5.5	4.4	4.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	V 8250
<i>Solidago gigantea</i>	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	I 100
<b>I ChCl. Artemisietea vulgaris</b>											
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1.1	+	1.1	.	.	1.2	+	.	+	.	III 180
<i>Urtica dioica</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	1.2	1.1	III 130
<i>Geum urbanum</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	1.2	+	III 90
<i>Cirsium arvense</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	+	1.1	III 90
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	.		+	.	+	+		.	III 50
<i>Galium aparine</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	II 150
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	1.1	.	.	.	+	.	1.2	.	II 110
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	II 40
<b>II ChCl. Molinio-Arrhenatheretea</b>											
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1.1	1.1	1.1	2.2	1.1	2.2	1.1	.	.	.	IV 600
<i>Holcus lanatus</i>	1.2	2.3	2.2	2.2	+	.	.	1.1	.	.	III 525
<i>Achillea millefolium</i>	+	.	.	.	+	1.1	.	+	+	1.1	III 140
<i>Rumex acetosa</i>	1.1	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II 70
<i>Taraxacum officinale</i>	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	II 30
<b>III ChCl. Stellarietea mediae</b>											
<i>Vicia hirsuta</i>	.	+	.	+	.	.	1.2	.	.	.	II 70
<b>IV ChCl. Agropyretea intermedio-repentis</b>											
<i>Equisetum arvense</i>	.	+	1.1	1.1	.	.	.	+	.	.	II 120
<b>Gatunki towarzyszące – Accompanying species</b>											
<i>Mnium hornum</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	+	1.2	.	II 110

Gatunki roślin występujące w zbiorowisku wyłącznie w I stopniu stałości – Plant species occurring only in I degree of phytosociological constance in plant communities: **I:** *Glechoma hederacea* 9 (1.2); *Melandrium album* 9 (+); **II:** *Campanula patula* 4, 10 (+); *Deschampsia caespitosa* 3 (1.1), 8 (+); *Lotus corniculatus* 8 (+); *Ranunculus repens* 8 (+); *Vicia cracca* 5 (+), 6 (1.1); *Poa pratensis* 6, 9 (1.2); *Dactylis glomerata* 9 (+); *Lathyrus pratensis* 10 (+); *Pimpinella major* 3 (+); **III:** *Stellaria media* 10 (1.2); *Myosotis arvensis* 3 (+); **V:** *Acer negundo* c 7 (+); **ChCl. Epilobietea angustifolii:** *Calamagrostis epigejos* 4, 5 (1.1); *Betula pendula* c D 10 (+); **ChCl. Trifolio-Geranietea:** *Galium verum* 5 (+); **ChCl. Nardo-Callunetea:** *Hieracium pilosella* 4 (+)

Podobnej klasyfikacji zbiorowisk z udziałem nawłoci dokonała Wróbel (2007). Wy różniła zespół *Rudbeckio-Solidaginetum* wzdłuż dróg przebiegających przez obszary nieużytków i odłogów na Nizinie Szczecińskiej. Oba gatunki nawłoci – *Solidago canadensis* i *S. gigantea* notowała na suchych i nasłonecznionych skarpach, na przydrożnych rowach i na poboczu właściwym dróg, gdzie były okresowo wykaszane. Częściej i obficiej noto-



wała *Solidago gigantea* niż *S. canadensis*. Zbiorowisko współtworzyły gatunki ruderalne z klasy *Artemisietea vulgaris* – głównie *Urtica dioica*, *Artemisia vulgaris* oraz łąkowe z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* – *Dactylis glomerata* i *Achillea millefolium*. Stałym elementem tego zbiorowiska były także gatunki z klasy *Agropyreteae intermedio-repentis*: *Elymus repens*, rzadziej *Equisetum arvense* i *Bromus inermis*. Łącznie w zbiorowisku odnotowała 47 gatunków roślin naczyniowych i 2 gatunki mszaków, średnio 17 taksonów w zdjęciu.

Ratyńska (2001) scharakteryzowała płaty zespołu *Rudbeckio-Solidaginetum* w dolinie Warty zarówno na madach nadwarciańskich aluwii, jak i na siedliskach ruderalnych. Z gatunków charakterystycznych zespołu odnotowała tylko *Solidago canadensis*. Obok gatunku charakterystycznego najliczniej wystąpiły: *Urtica dioica*, *Elymus repens* i *Artemisia vulgaris*.

Błońska i wsp. (2007) sklasyfikowali wielkopowierzchniowe płaty *Solidago canadensis* jako zbiorowisko na gruntach porolnych na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. W jego składzie florystycznym autorki odnotowały obecność gatunków rzędu *Onopordetalia acanthii* oraz łąkowych (zwłaszcza łąk świeżych) klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, a także jednostkowy udział taksonów klasy *Stellarietea mediae*. Ich obserwacje wskazują, że nawłoc kanadyjska wkracza na odłogowane pola w wyniku naturalnej sukcesji, z czasem całkowicie je porastając.

Węgrzynek i wsp. (2007) wyróżnili także zbiorowisko z *Solidago canadensis*. Fitocenozy te występowały głównie na glebach brunatnych, wytworzonych z piasku i gliny, czasem z zalegającym w podłożu wapieniem. Wartości pH gleby wahały się od 5,0 do 7,0. Wyraznym dominantem w zbiorowisku była nawłoc kanadyjska (*Solidago canadensis*), – S=V i stosunkowo duży D – 4688. Nawłoc późna (*Solidago gigantea*) występowała rzadziej i mniej licznie (S=II i D=283). Znaczący udział w zbiorowisku osiągnęły także *Equisetum arvense* (S=IV) z rzędu *Agropyretalia intermedio-repentis* oraz liczne gatunki ruderalne, wśród których wyróżniały się: *Artemisia vulgaris* (S=IV), *Cirsium arvense* (S=IV) i *Tanacetum vulgare* (S=III). Gatunki drzewiaste odgrywały znikomą rolę. Łącznie w płatach tych fitocenoz autorki odnotowały 85 gatunków, średnio w zdjęciu 23.

Woźniak i wsp. (2007) dokonali odmiennej klasyfikacji fitocenoz z dominacją *Solidago canadensis* i *S. gigantea*. Oba taksony osiągnęły w nich V stopień stałości. W większości płatów ich pokrycie wynosiło od 50 do 75%, a w niektórych sięgało nawet 100%. Fitocenozy te, pomimo tak znaczącego dominowania *Solidago* sp., jednak ze względu na stałe (S=V), choć niewielkie pokrycie *Arrhenatherum elatius* i *Pastinaca sativa*, autorki określiły je jako zbiorowisko z rzędu *Arrhenatheretalia elatioris*. Z gatunków charakterystycznych rzędu *Arrhenatheretalia* w IV stopniu stałości odnotowały *Achillea millefolium* i *Dactylis glomerata*, a w II – *Daucus carota*. Z gatunków ruderalnych z klasy *Artemisietea vulgaris* często notowały: *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *C. vulgare*, *Melandrium album* i *Eupatorium cannabinum*. Z innych klas fitosocjologicznych najwyższą stałość (S=V) osiągnął *Calamagrostis epigejos*.

Święś (1995) wykorzystał 193 zdjęcia fitosocjologiczne wykonane głównie w południowej części Polski, szczególnie w jej południowo-wschodnim obszarze, do scharakteryzowania struktury syntaksonomicznej i ekologicznej fitocenoz z *Rudbeckia laciniata*, *Solidago canadensis* i *S. gigantea*. Fitocenozy z dominacją w nich tych gatunków charakterystycznych zaliczył do następujących zespołów – *Rudbeckietum laciniatae*, *Solidaginetum canadensis* i *S. giganteae*. Stwierdził ponadto, że wymienione zespoły nie

wykazują na obszarze Polski wyraźnego zróżnicowania na trwałe podrzędne jednostki fitosocjologiczne. Wydzielone przez niego trzy zespoły przechodzą kolejne stadia sukcesyjne. W pionierskim, inicjalnym stadium rozwojowym przeważnie są one bardzo trudne do wydzielenia od sąsiadujących z nimi zbiorowiskami. W optymalnym sukcesyjnym stadium rozwojowym natomiast mogą być wypierane ze swych pionierskich stanowisk przez rozrastające się wśród nich krzewy i drzewa. Stąd też Święs (1995) wydzielił w zespole *Solidaginetum giganteae* dwa podzespoły – *S.g. aegopodietosum* i *S.g. rubetosum* reprezentujące w istocie dwa sukcesyjne stadia rozwojowe zespołu: inicjalne – zaroślowe i końcowe – zaroślowo-leśno-zioloroślowe.

Wyraźna dominacja *Solidago* sp. w zbiorowisku i jego obfita fitomasa pozwala na wykorzystanie jej jako surowca energetycznego do wyrobu peletów lub brykietów z przeznaczeniem do lokalnych ciepłowni. Według Roli, Roli (2010) wartość cieplna biomasy *Solidago* sp. jest podobna do tej, jaką mają *Salix* czy *Miskanthus*. Zaleca się pozyskiwanie łąnowo występujących gatunków z rodzaju *Solidago* na znacznych obszarach nieużytkowanych siedlisk w całej Polsce. W naszych badaniach określono fitomasę nawłoci w kg na powierzchni 1 m<sup>2</sup>. W 10 próbach uzyskano następujące wyniki: 2,6; 2,3; 2,5; 2,6; 2,7; 2,5; 2,7; 2,4; 2,5; 2,5, co w przeliczeniu na powierzchnię 1 ha wynosi około 25,3 tony. Niektórzy producenci peletów z fitomasy, głównie z województwa dolnośląskiego, planują pozyskiwanie *Solidago* sp. do celów energetycznych z powierzchni, samostnie i spontanicznie opanowanych przez te gatunki inwazyjne. Badania nad technologią zbioru biomasy *Solidago* sp. i jej przetwarzaniem do celów energetycznych zostały zapoczątkowane w Zakładzie Herbolgii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu i są obecnie kontynuowane (Biskupski i wsp. 2011).

## WNIOSKI

1. Na badanym obszarze częściej i z większym pokryciem notowano *Solidago canadensis* niż *Solidago gigantea*.
2. Na odłogowanych polach płaty z dominacją *Solidago canadensis* sklasyfikowano jako fację w obrębie zespołu *Artemisio-Tanacetetum vulgaris*, natomiast na opuszczonych łąkach określono je jako zbiorowisko z *Solidago canadensis*. W części zdjęć fitosocjologicznych dominuje także *Helianthus tuberosus*.
3. *Solidago canadensis* i *Helianthus tuberosus* są silnie konkurencyjnymi gatunkami, ograniczającymi bogactwo florystyczne zbiorowiska, co potwierdza mała liczba taksonów w poszczególnych płatach tej roślinności
4. Wielkość określonej świeżej fitomasy (25,3 t·ha<sup>-1</sup>), wskazuje, że zbiorowiska z dominacją *Solidago* sp. są atrakcyjne do pozyskiwania biomasy z przeznaczeniem do celów energetycznych. Ze względu jednak na inwazyjność *Solidago canadensis* i *S. gigantea* dotyczyć to może wyłącznie terenów spontanicznie zasiedlonych przez te gatunki. Taksony te nie powinny być celowo wprowadzane na nowe tereny, nawet w celu późniejszego wykorzystania w ciepłownictwie.



## PIŚMIENNICTWO

- Biskupski A., Rola J., Kaus A., Włodek S., Sekutowski T., 2011. Technologia zbioru biomasy *Solidago sp.* – jej przetwarzanie do celów opałowych, [w:] Mat. Konf. XXXV Krajowej Konferencji Naukowej z cyklu Rejonizacja chwastów segetalnych nt. Biologia i występowanie *Solidago sp.* w zbiorowiskach roślinnych na odłogach, 6–8 września 2011, Wrocław-Winna Góra: 21.
- Błońska A., Kompała-Bąba A., Bąba W., 2007. Zbiorowiska roślinne gruntów porolnych na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i jego obrzeżach, [w:] Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae, 4: 147–162.
- Borowiec S., 1993. Geologia i gleby rejonu Szczecina, [w:] Stan środowiska miasta i rejonu Szczecina, (red. J. Jasnowska), STN, Szczecin: 67–78.
- Czarnecka M., 1996. Współczesny stan klimatu Szczecina, [w:] Współczesne zmiany klimatyczne. Klimat Szczecina i współczesne zmiany klimatyczne w rejonie Morza Bałtyckiego, pod red. Krzysztofa Kozuchowskiego, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Dzwonko Z., 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych Wyd. Sorus. Instytut Botaniki. UJ Kraków.
- Kondracki J., 2000. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Koźmiński Cz., Czarnecka M., 1993. Klimat miasta Szczecina i okolicy, [w:] Stan środowiska miasta i rejonu Szczecina (red. J. Jasnowska), STN, Szczecin: 49–66.
- Marszałek E., 1999. Regiony Polski – Pomorze Zachodnie. WSiP, Warszawa.
- Matuszkiewicz W., 2007. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- Mazur E., 1993. Fizjografia rejonu Szczecina, [w:] Stan środowiska miasta i rejonu Szczecina (red. J. Jasnowska), STN, Szczecin: 39–43.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M., 2002. Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Inst. Bot. im. W. Szafera PAN, Kraków.
- Pawłowski B., 1972. Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania, [w:] Szata roślinna Polski. Cz. 1. Red. W. Szafer, K. Zarzycki. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa: 237–268.
- Ratyńska H. 2001. Roślinność Poznańskiego Przełomu Warty i jej antropogeniczne przemiany. Bydgoszcz, Wyd. Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz.
- Rola J., Rola H., 2010. *Solidago sp.* biowskaźnikiem występowania odłogów na gruntach rolnych. Fragm. Agron., 27(3): 122–131.
- Święś F., 1995. A survey of ruderal vegetation in Poland: phytocenoses with *Rudbeckia laciniata* L., *Solidago canadensis* L. and *S. gigantea* Aiton. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia, Sectio C, Vol. L, 9: 173–197.
- Węgrzynek B., Urbisz A., Nowak T., 2007. Zbiorowiska starszych nieużytków porolnych na Wyżynie Katowickiej (Wyżyna Śląska), [w:] Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae, 4: 253–268.
- Woźniak G., Dylewska Z., Błońska A., 2007. *Solidago canadensis* L. i *Solidago gigantea* Aiton w zbiorowiskach z dużym udziałem gatunków łąkowych, [w:] Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae, 4: 339–352.

- Wróbel M., 2007. Roślinność przydrożna w sąsiedztwie obszarów wyłączonych z użytkowania rolniczego na Nizinie Szczecińskiej, [w:] Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae, 4: 361–376.
- Ziarnek M., 2003. Zbiorowiska roślinne kompleksów użytkowania przestrzennego miasta Szczecina i ich antropogeniczne przekształcenia. Cz. I. Praca doktorska. Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody. AR, Szczecin (maszynopis).

## OCCURRENCE OF *SOLIDAGO SP.* WITHIN DIFFERENTIATED BIOTOPS IN THE OUTSKIRTS OF SZCZECIN

### Summary

The studies of plant communities with the presence of *Solidago canadensis* L. i *S. gigantea* Aiton were carried out in two differentiated biotops – on long-term fallow arable fields and on abandoned meadows adjacent to forests. A characteristic feature of the fallow arable fields is the occurrence of two types of soils – degraded black soils and proper brown soils. They are formed from light loam occurring not deep in the ground on medium loam of a slightly acid or neutral reaction. The area of meadows adjacent to forests is located in the depression and is characterised by muck-mineral soils formed from slightly loamy marsh sand, occurring not deep on loose sand. The reaction of these soils is of a slightly acid or alkaline reaction. On fallow arable fields the *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* phytocenoses are found in which two characteristic species *Tanacetum vulgare* (S=V, D=2408) and *Artemisia vulgaris* (S=V, D=1407) dominate. Most patches of this ruderal community were dominated by two kenophytes – *Solidago canadensis* and *Helianthus tuberosus*. Out of 27 releves taken, in patches of the community, *Solidago canadensis* creates aggregation clusters. On abandoned meadows adjacent to forests muck-mineral soils the community with *Solidago canadensis* (S=V, D=8250) dominates. This species reaches the 4th and 5th degree of quantity and it creates aggregation clusters in all the patches. *Solidago gigantea* was rarely observed and of small cover (S=I, D=100). In the studies, fresh phytomass on the surface of 1 m<sup>2</sup> in 10 samples was determined. Its average quantity amounted to 25.3 tons per hectare.

KEY WORDS: *Artemisio-Tanacetetum vulgaris*, invasive species, Szczecin, community with *Solidago canadensis*

**Anna Patrzalek, Katarzyna Nowińska,  
Magdalena Kokowska-Pawłowska**

**NAWŁOĆ – *SOLIDAGO SP.* W SIEDLISKACH TRUDNYCH  
JAKO POTENCJALNA ROŚLINA ENERGETYCZNA  
GOLDENROD – *SOLIDAGO SP.* IN HARD SITES AS POTENTIAL  
ENERGETIC PLANT**

*Institut Geologii Stosowanej w Gliwicach, Politechnika Śląska  
Institute of Applied Geology in Gliwice, Silesian University of Technology*

Siedliskami trudnymi nazwano takie, w których na skutek działań antropogenicznych gleby utraciły żyzność lub zostały zdewastowane. Są to także tereny bezglebowe rekultywowane ze słabo wykształconym profilem glebowym.

Siedliska te są opanowywane przez zbiorowiska roślinne, w których dominantami są *Solidago sp.* i *Calamagrostis epigejos*. Badania takich zbiorowisk przeprowadzono pod względem składu florystycznego, ich struktury i wielkości produkowanej biomasy nadziemnej. Rozpoznano wartość energetyczną tej biomasy, a także właściwości gleby. Zbiorowiska te kolonizują bardzo ubogie gleby o zróżnicowanym składzie granulometrycznym. Wielkość produkowanej biomasy nadziemnej przez te zbiorowiska może być zmienna w latach. Na badanych powierzchniach kształtowała się w zakresie od około 7 do 27 Mg·ha<sup>-1</sup> s.m. Na wartość energetyczną uzyskanej biomasy składają się ciepło spalania i wartość opałowa. Ciepło spalania dla stanu suchego i bezpopiołowego (daf) kształtowało się w zakresie od 17,75 do 19,65 MJ·kg<sup>-1</sup>; wartość opałowa od 16,49 do 18,16 MJ·kg<sup>-1</sup>. Produkcja dużej ilości biomasy wieloletnich roślin dziko rosnących, głównie nawłoci i trzcinnika piaskowego, na terenach przemysłowych skłania do wykorzystania ich do celów energetycznych.

SŁOWA KLUCZOWE: *Solidago sp.*, siedliska trudne, wartość energetyczna biomasy roślin dziko rosnących

## WSTĘP

Siedliskami trudnymi nazwano takie, w których na skutek działań antropogenicznych gleby utraciły żyzność lub zostały zdewastowane. Są to także tereny bezglebowe rekultywowane ze słabo wykształconym profilem glebowym.

Jak podaje raport Urzędu Marszałkowskiego Województwa Śląskiego, Wydział Geodezji Kartografii i Gospodarki Nieruchomościami z maja 2009 r. w województwie śląskim 1,73% w strukturze użytków gruntowych stanowiły: nieużytki, użytki ekologiczne oraz tereny zdegradowane i zdewastowane, łącznie 21 239 ha.

Tereny te są często skolonizowane zbiorowiskami roślinnymi, w których dominatem jest *Solidago canadensis* i *Solidago serotina*, które współdominują z *Calamagrostis epigejos*.

Przyjęty pakiet klimatyczno-energetyczny Unii Europejskiej zobowiązuje do realizacji planu 3x20, według którego do 2020 r. mamy zwiększyć do 20% zużycie paliw odnawialnych, obniżyć o 20% emisję CO<sub>2</sub> i w takim samym stopniu podnieść efektywność energetyczną.

Zgodnie z prawem energetycznym samorządy gminne odpowiedzialne są za planowanie i organizację zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe na obszarze Gminy. Gmina realizuje zadania zgodnie z polityką energetyczną państwa, miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego albo ustaleniami zawartymi w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Powinna także uwzględniać strategię, plany i programy wojewódzkie. Dla województwa śląskiego realizować głównie program ochrony środowiska oraz cele długoterminowe zawarte w tym programie. Uwzględniają one wykorzystanie biomas do celów energetycznych (Bujakowski i wsp. 2006).

W Polsce obowiązującą definicję biomasy podaje rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. Biomasy są to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, i części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych (Dz.U. Nr 34, poz. 182).

Najważniejszą cechą energetycznego wykorzystania biomasy jest to, że nie powoduje emisji tlenków siarki, które są wydzielane przy spalaniu oleju opałowego lub węgla ([http://www.oze.opole.pl/Energia\\_biomasy,str,459.html](http://www.oze.opole.pl/Energia_biomasy,str,459.html)).

Porównując właściwości paliw konwencjonalnych stosowanych w energetyce i biomasy, stwierdzono, że podstawowy skład pierwiastkowy tych paliw jest podobny. Różnice występują natomiast w udziałach poszczególnych pierwiastków i związków chemicznych. Biomasa zawiera średnio ok. 4-krotnie więcej tlenu, 2-krotnie mniej węgla, ale także siarki i azotu. Konsekwencją tego jest niemal dwukrotnie mniejsza wartość opałowa biomasy w stosunku do węgla kamiennego, a także wysoka zawartość części lotnych i wysoka reaktywność biomasy (Krawczyński, Świerczewska 2006).

Celem podjętych badań było określenie wpływu siedlisk trudnych na rozprzestrzenianie się *Solidago sp.*, wielkości produkowanej biomasy z jednostki powierzchni oraz jej wartości energetycznej. Zakresem badań objęto zbiorowiska roślinne z *Solidago sp.*: skład florystyczny, strukturę i wielkość biomasy nadziemnej, rozpoznanie właściwości gleby – ważnego elementu produktywnego siedliska oraz wartość energetyczną *Solidago sp.*

## MATERIAŁ I METODY

### Teren badań

W górnosląskiej aglomeracji miejsko-przemysłowej, regionie który uległ przekształceniom antropogenicznym głównie pod wpływem eksploatacji węgla kamiennego, wytypowano tereny trudne, na których przeprowadzono badania.

Zrekultywowana południowo-zachodnia skarpa centralnego zwałowiska odpadów górniczych po górnictwie węgla kamiennego Sośnica w Zabrze. Tworzą je skały karbońskie głównie ilowce, łupki węglowe, mułowce i piaskowce.

Skarpa o powierzchni 10 ha została zrekultywowana w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia przez przykrycie gruntu warstwą ziemi mineralnej, obsadzenie w gęstej więźbie drzewami i krzewami liściastymi oraz obsiew międzyrzędzi trawami. Wyszadzone drzewa i krzewy po 20 latach wyginęły. W powstałym zbiorowisku roślinnym dominował trzcinnik piaskowy oraz nawłóć.

Zdewastowany użytek zielony o powierzchni 1,5 ha w Zabrzu w zlewni rzeki Bytomki. Zmiany w gospodarce rolniczej jak i opłacalności hodowli spowodowały, że przed około 15 laty zaniechano użytkowania rolniczego tego terenu. Teren został zdegradowany i zde-wastowany. Obszar ten obecnie pokryty jest zbiorowiskiem roślinnym, w którym główny udział ma nawłóć oraz trzcinnik piaskowy.

Na zwałowisku w Zabrzu przeprowadzono porównawcze badania fitosocjologiczne według Braun-Blanqueta, podczas których sporządzono w dwóch kolejnych latach w pierwszej dekadzie września listy florystyczne. Uwzględniono w nich ilościowość i towarzyskość występujących gatunków. Na tej podstawie porównano w kolejnych latach skład florystyczny zbiorowiska roślinnego, jego strukturę oraz wskazano gatunki dominujące.

Na zdegradowanym użytku zielonym wykonano zdjęcia fitosocjologiczne oraz uproszczoną analizę botaniczną zebranych próbek biomasy. Wyróżniono w niej nawłóć, trzcinnik piaskowy i pozostałe zielne.

Wielkość biomasy zielonej na wyżej wymienionej powierzchni określono, pobierając po dwóch jej przekątnych próbki biomasy roślinnej z 0,25 m<sup>2</sup>, łącznie 24 próbki. Próbkę pobrano na przełomie października i listopada.

Jednym z ważnych elementów siedliska wpływających na jego produktywność jest gleba. Dlatego ten element siedliska objęto badaniami na zrekultywowanym zwałowisku w Zabrzu metodami stosowanymi w gleboznawstwie. Skład granulometryczny gleby – metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Odczyn gleby, stężenia jonów wodorowych – metodą potencjometryczną za pomocą elektrod szklanych. Przewodnictwo – metodą konduktometryczną. Jony Cl<sup>-</sup> – metodą nefelometryczną. Jony NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – w wyciągu 0,03N kwasu octowego. Makroskładniki P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>\*</sup> – metodą Egnera i Braya-Kurtza, natomiast K<sub>2</sub>O, MgO – metodą fotopłomieniową. C<sub>org.</sub> – metodą Tiurina, N<sub>org.</sub> – metodą Kjeldahla. Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> wymienny – w wyciągu glebowym z octanu amonu metodą fotopłomieniową, a Mg<sup>++</sup> wymienny metodą ASA. Kwasowość hydrolityczna – metodą Kappena. Suma kationów zasadowych, pojemność sorpcyjna, wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami, wysycenie kompleksu sorpcyjnego wodorem (S, T, V<sub>s</sub>, V<sub>H</sub>) – z wyliczenia.

Wartość energetyczną nawłoci oraz jej popielność określono z roślin pobranych ze zwałowiska w Zabrze. Zgodnie z normami: PN-80/G-05411 – oznaczano zawartość wilgoci, PN-80/G-04512 – oznaczano zawartość popiołu, PN-81/G-04513 – oznaczano ciepło spalania i obliczano wartość opałową, za normą PN-91/G-04510 przyjęto symbole i współczynniki przeliczeniowe. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach, które uśredniono.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Proces powstawania i rozwoju gleby na zwałowisku zainicjowano poprzez przykrycie odpadów skalnych warstwą ziemi mineralnej i wprowadzenie roślinności. Erozja wodna na skarpie zwałowiska spowodowała przemieszczanie znacznych mas ziemnych ze stoku skarpy w jego dolne partie lub w zagłębienia powstałe w czasie jej formowania.

Na podstawie 3 wykonanych odkrywek glebowych scharakteryzowano właściwości gleby. Uzyskane wyniki uśredniono. W glebie inicjalnej wyróżniono dwa poziomy, które są mało wyraziste:  $A_0$  – poziom próchniczny z nagromadzoną dużą ilością nierozłożonej materii organicznej oraz poziom B – o cechach poziomu wzbogacania. Skład granulometryczny warstw oznaczono metodą areometryczną (tab. 1).

Tabela 1  
Table 1

Skład granulometryczny gleby na zwałowisku odpadów górniczych w Zabrze  
Granulometric composition of soil on coal wastes dumping ground in Zabrze

Miejsce poboru prób/ poziom Sampling place/level	Warstwa Layer	Fracja (mm) Fraction				Grupa mechaniczna Mechanical group
		>1	1,0 – 0,1	0,1 – 0,02	< 0,02	
$A_0$	0–6	43	58	20	22	gp – III
B	7–25	4	31	19	50	gs – IV

W glebie przeważa glina piaszczysta i piasek słabogliniasty o maksymalnej pojemności wodnej 24,4%. Gleba inicjalna na zwałowisku miała odczyn obojętny przy  $pH_{KCl}$  7,3 – 7,6. Charakterystyczne było niskie przewodnictwo elektrolitów (tab. 2).

Największy udział w zasoleniu gleby mają siarczany. Wynika to z procesu wietrzenia odpadów górniczych, w wyniku którego jony te są uwalniane. Uwalniane jony chlorkowe w tym procesie ulegają szybko wymyciu (tab. 3).

Zasobność gleby w makroskładniki była zróżnicowana (tab. 4). Zawartość fosforu w klasie bardzo niskiej i niskiej, potasu i magnezu w klasie bardzo wysokiej i wysokiej. Zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego oraz charakterystyczny wąski stosunek C : N w zakresie od 6,8 do 10,0 wskazuje na ubogość w substancję organiczną, która ulega mineralizacji. Węgiel organiczny oznaczono metodą Tiurina, a azot ogólny zmodyfikowaną metodą Kieldahla.

Tabela 2  
Table 2

Właściwości fizykochemiczne gleby na zwałowisku odpadów górniczych w Zabrze  
Physical and chemical properties of soil on coal wastes dumping ground in Zabrze

Miejsce poboru prób/poziom Sampling place/ level	Warstwa (cm) Layer	pH		$\mu\text{S cm}^{-1}$
		KCl	H <sub>2</sub> O	
A <sub>0</sub>	0–6	7,3	7,3	54,8
B	7–25	7,6	7,8	70,0

Tabela 3  
Table 3

Zawartość łatwo rozpuszczalnych składników gleby inicjalnej na zwałowisku odpadów górniczych w Zabrze, wyciąg w 0,03N CH<sub>3</sub>COOH (1:10)  
Content of easy soluble initial soil components on coal wastes dumping ground in Zabrze, extract in 0,03N CH<sub>3</sub>COOH (1:10)

Miejsce poboru prób/poziom Sampling place/ level	Warstwa (cm) Layer	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
		(-)cmol kg <sup>-1</sup>			(+)cmol kg <sup>-1</sup>
A <sub>0</sub>	0–6	0,017	0,002	0,860	0,072
B	7–25	0,006	0,002	0,043	0,037

Tabela 4  
Table 4

Zawartość makroskładników w glebie inicjalnej na zwałowisku odpadów górniczych w Zabrze  
Content of microelements in initial soil on coal wastes dumping ground in Zabrze

Miejsce poboru prób/poziom Sampling place/ level	Warstwa (cm) Layer	C <sub>org.</sub>	N <sub>og.</sub>	C:N	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>*</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>**</sup>
		(%)			mg/100 g			
A <sub>0</sub>	0–6	0,89	0,13	6,8	22,7	21,7	6,5	15,2
B	7–25	0,40	0,04	10,0	28,4	15,1	2,8	10,6

\* wg metody Egnera – according to Egner method

\*\* wg metody Braya-Kurtza – according to Bray-Krutz method

Wyniki oznaczeń C i N należy uznać za orientacyjne ze względu na udział w odpadach górniczych, a tym samym w glebie inicjalnej pewnej ilości węgla kamiennego. Zdolność sorpcyjną gleby inicjalnej przedstawiono w tabeli 5. Kształtowana jest przez skład mineralny odpadów górniczych, głównie przez kaolinit i illit. Zdolność sorpcyjna tych minerałów jest niska, kształtuje się w zakresie od 5 do 15 cmol (+) kg<sup>-1</sup> (Dobrzański, Zawadzki 1995). Z kaolinitu sorbowany jest szczególnie Ca<sup>++</sup>, i Mg<sup>++</sup>, dlatego



w kompleksie sorpcyjnym przeważają głównie te jony. Ogólnie składniki wapń, magnez i potas znajdujące się w kompleksie sorpcyjnym są przyswajalne dla roślin. Ich ilość w glebie inicjalnej świadczy o zubożeniu gleby w te składniki.

Suma kationów zasadowych S jest wskaźnikiem pojemności sorpcyjnej gleby w stosunku do kationów zasadowych i zależy głównie od uziarnienia, zawartości substancji organicznej i kwasowości gleby (Ostrowska i wsp. 1991). W badanej glebie inicjalnej suma zasad jest charakterystyczna dla gleb lekkich (tab. 5).

Tabela 5  
Table 5

Właściwości sorpcyjne gleby inicjalnej na zwałowisku odpadów górniczych w Zabrze  
Sorptic properties of initial soil on coal wastes dumping ground in Zabrze

Miejsce poboru prób/poziom Sampling place/ level	Warstwa (cm) Layer	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sub>h</sub>	S	T	V <sub>s</sub>	V <sub>H</sub>
		cmol(+) kg <sup>-1</sup>								%
A <sub>0</sub>	0–6	0,15	0,27	4,00	0,72	0,49	5,13	5,62	91,32	8,68
B	7–25	0,06	0,10	3,30	0,45	0,41	3,91	4,32	90,44	9,56

H<sub>h</sub> – kwasowość hydrolityczna, S – suma kationów zasadowych, T – pojemność sorpcyjna, V<sub>s</sub> – wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami, V<sub>H</sub> – wysycenie kompleksu sorpcyjnego wodorem

H<sub>h</sub> – hydrolytic acidity, S – sum of basic cations, T – sorptive capacity, V<sub>s</sub> – base saturation of sorptive complex, V<sub>H</sub> – hydrogen saturation of sorptive complex

Na obydwu stanowiskach przeprowadzono w różnych zakresach badania florystyczne. Na zwałowisku w Zabrze zbiorowisko roślinne tworzyło w pierwszym roku badań 41 gatunków, w drugim – 42, w tym 2 gatunki roślin zarodnikowych – mchów oraz 3 gatunki drzew o słabym wzroście ze słabo wykształconymi koronami. Rośliny te w kolejnych latach w różnym stopniu uczestniczyły w pokryciu powierzchni. Charakterystyczne było zwiększanie się ilościowości *Solidago canadensis* kosztem *Calamagrostis epigejos* (tab. 6).

Zbiorowisko roślinne na zwałowisku pokrywało powierzchnię w 100%. Tworzyły je głównie: *Calamagrostis epigejos*, *Solidago canadensis*, *Hieracium pilosella* i *Festuca ovina*. Udział najważniejszych gatunków współkonkurujących w pokryciu powierzchni w kolejnych dwóch latach przedstawiono na rysunku 1. Charakterystyczne jest zwiększanie się udziału w zbiorowisku roślinnym *Solidago canadensis*.

Na zdegradowanym użytku zielonym w Zabrze zbiorowisko roślinne pokrywało powierzchnię także w 100%. Analiza botaniczna wykazała, że w zbiorowisku roślinnym nawłóć stanowiła 40%, trzcinnik piaskowy 54%. Pozostałych zielnych było około 6% (Noszczyk 2011). Nawłóć i trzcinnik tworzyły duże kolonie (tab. 7).

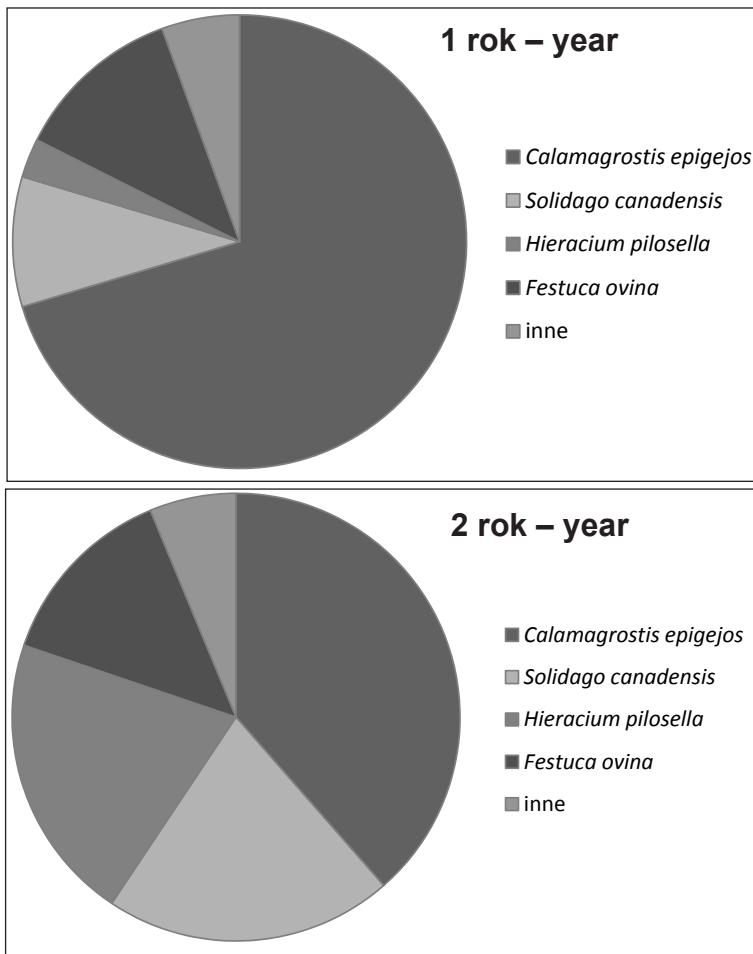


Tabela 6

Table 6

Lista florystyczna zbiorowiska roślinnego na zrehabilitowanym zwałowisku w Zabrze  
Floristic list of phytocoenosis on reclaimed coal wastes dumping ground in Zabrze

Lp. No.	Gatunek Species	Lata – Years	
		1 rok – 1 year	2 rok – 2 year
		Ilościowość/towarzyskość Abundance/sociability	
1.	<i>Achillea millefolium</i>	+1	+1
2.	<i>Agrostis capillaris</i>	+1	2,2
3.	<i>Artemisia absinthium</i>	+1	+1
4.	<i>Aster amellus</i>	+1	+1
5.	<i>Betula verrucosa</i>	+1	+1
6.	<i>Calamagrostis epigejos</i>	4,4	3,3
7.	<i>Centaurea jacea</i>	+1	+1
8.	<i>C.scabioza</i>	+1	+1
9.	<i>Cerastium arvense</i>	+1	+1
10.	<i>Chamenerion angustifolium</i>	+1	+1
11.	<i>Cirsium vulgare</i>	+1	+1
12.	<i>Cirsium arvense</i>	+1	+1
13.	<i>Conyza canadensis</i>	+1	+1
14.	<i>Dactylis glomerata</i>	+1	+1
15.	<i>Daucus carota</i>	+1	+1
16.	<i>Deschampsia caespitosa</i>	+1	+1
17.	<i>Echium vulgare</i>	+1	+1
18.	<i>Erigeron annua</i>	+1	1,1
19.	<i>Equisetum arvense</i>	+1	+1
20.	<i>Festuca ovina</i>	1,2	1,2
21.	<i>Festuca rubra</i>	+1	+1
22.	<i>Heracium pilosella</i>	1,1	2,2
23.	<i>Lathyrus pratensis</i>	2,2	+1
24.	<i>Leontodon autumnalis</i>	+1	+1
25.	<i>Linaria vulgaris</i>	–	+1
26.	<i>Lotus corniculatus</i>	2,2	+1
27.	<i>Medicago lupulina</i>	2,2	+1
28.	<i>Melilotus albus</i>	2,2	2,2
29.	<i>Oenothera biennis</i>	+1	1,1
30.	<i>Plantago lanceolata</i>	+1	+1
31.	<i>Pinus sylvestris</i>	+1	+1
32.	<i>Populus tremula</i>	+1	+1
33.	<i>Potentilla argentea</i>	+1	+1
34.	<i>Solidago canadensis</i>	2,3	3,3
35.	<i>Tanacetum vulgare</i>	+1	+1
36.	<i>Taraxacum officinale</i>	+1	+1
37.	<i>Trifolium arvense</i>	+1	+1
38.	<i>T. hybridum</i>	+1	+1
39.	<i>Tussilago farfara</i>	+1	+1
40.	<i>Vicia hirsuta</i>	2,2	+1
41.	<i>Polytrichum strictum</i>	2	2
42.	<i>Cladonia rangiferina</i>	2	2
Razem gatunków – Species sum		41	42
w tym: rośliny zarodnikowe – where: cryptogam		2	2
drzewa – trees		3	3



Rys. 1. Udział gatunków współkonkurujących w pokryciu powierzchni w kolejnych dwóch latach na zrehabilitowanym zwałowisku odpadów górniczych

Fig. 1. Participation of competing species in surface cover in following two years on reclaimed coal wastes dumping ground

Tabela 7

Table 7

Uproszczona lista florystyczna zbiorowiska roślinnego na zdegradowanym użytku zielonym w Zabrze

Simplified floristic list of phytocoenosis on degenerate grassland in Zabrze

Lp. No.	Gatunek lub ich grupy Species or its groups	Ilościowość/towarzyskość Abundance/sociability
1.	<i>Solidago sp.</i>	4,4
2.	<i>Calamagrostis epigejos</i>	4,4
3.	Pozostałe zielne Other herbaceous	+2

Zebrana biomasa roślinna w okresie późnojesiennym miała wilgotność ok. 28%. Jej wielkość oszacowano średnio z całej powierzchni na około 15 Mg/ha przy zmienności od około 7,5 do 27,5 Mg/ha s.m. (tab. 8).

Tabela 8

Table 8

Biomasa ze zbiorowiska roślin z 40% udziałem *Solidago sp.* na zwałowisku odpadów górniczych  
Biomass from phytocoenosis with 40% participation of *Solidago sp.* on coal wastes dumping ground

Zakres wartości (g m <sup>-2</sup> s.m.) Range of values	Średnia arytmetyczna (g m <sup>-2</sup> s.m.) Arithemtic average	Odchylenie standardowe Standard deviation
748–2744	1529	44

Na wartość energetyczną paliwa składają się ciepło spalania i wartość opałowa. Także istotne są wilgotność spalanego materiału oraz ilość uzyskiwanego popiołu ze spalania. Badania tych parametrów dla biomasy z nawłoci wykazały, że ciepło jej spalania w stanie powietrzno-suchym i bezpopiołowym ma wartość wysoką (tab. 9). Wartości te są porównywalne do węgla brunatnego, dla którego przy wilgotności 50% ciepło spalania wynosi 5,6–10,9 MJ/kg (Gabzdyl 1994).

Z wysokiej wartości ciepła spalania wynika wysoka wartość opałowa paliwa. Charakterystyczna jest mała popielność biomasy z nawłoci (tab. 9). Zawartość popiołu przy spalaniu węgla brunatnego wynosi od 6,5 do 11%, węgla energetycznego typu 31 od 4 do 11% (Gabzdyl 1994).

Tabela 9

Table 9

Ciepło spalania oraz wartość opałowa nawłoci *Solidago sp.* ze zwałowiska odpadów górniczych  
Heat of combustion and calorific value of *Solidago sp.* from coal wastes dumping ground

Wodór (H <sup>a</sup> ) (%) Hydrogen	Wartość opałowa (MJ kg <sup>-1</sup> ) Heat of combustion	Ciepło spalania (MJ kg <sup>-1</sup> ) Calorific value	Wilgotność (%) Moisture	Zawartość popiołu (%) Ash content
5,0	16,49 – 18,48*	17,75 – 19,65*	8,2	1,5
6,2	16,20 – 18,16*			

(\*) wartości dla stanu suchego i bezpopiołowego (daf) – values for dry ash free (daf)

H<sup>a</sup> przyjęta zawartość wodoru w próbce analitycznej – set value of hydrogen in analytical sample

## PODSUMOWANIE

Nawłoc na badanych stanowiskach rosła w zbiorowiskach z innymi roślinami. Jej udział był zmienny w latach.

Pozyskiwanie dużej ilości biomasy ze zbiorowisk roślin dziko rosnących, z dominującym udziałem nawłoci i trzcinnika piaskowego, z nieużytków przemysłowych może stanowić o jej gospodarczym wykorzystaniu.

Należy wziąć pod uwagę, że ilość biomasy z analizowanych zbiorowisk roślinnych w kolejnych latach może być zmienna. Wskazuje na to ilościowość w składzie florystycznym występowania nawłoci na zwałowisku w Zabrze. Wpływa na to duża konkurencyjność zarówno nawłoci, jak i trzcinnika w takich fitocenozach.

Zbiorowiska roślinne z dużym udziałem zarówno nawłoci, jak i trzcinnika kolonizują bardzo ubogie gleby inicjalne, jak również gleby zdegradowane i zdewastowane. Produkowana biomasa na takich stanowiskach odkłada się lub jest wypalana. Stanowi to szczególne zagrożenie pożarowe na zwałowiskach odpadów górniczych. Zagrożenie samozapalania się zwałowiska wynika ze składu petrograficznego i mineralnego składowanych odpadów, głównie z zawartości w nich pirytu. Mineral ten ulega utlenieniu z wydzielaniem dużej ilości ciepła, które powoduje palenie się części węglistych w odpadach. Proces ten inicjowany jest często przez zapalenie odłożonej biomasy na powierzchni zwałowiska.

Potencjał energetyczny biomasy można podzielić na dwie grupy: plantacje roślin uprawnych z przeznaczeniem na cele energetyczne oraz organiczne pozostałości i odpady, a w tym pozostałości roślin uprawnych (Bujakowski i wsp. 2006). Do tego potencjału można dodać trzecią grupę – rośliny dziko rosnące na porolnych terenach zdegradowanych i zdewastowanych oraz terenach składowania odpadów przemysłowych takich jak zwałowiska pogórnice. Wykazano taki potencjał energetyczny dla zbiorowisk z udziałem trzcinnika piaskowego (Patrzalek i wsp. 2011).

Najważniejszymi parametrami termofizycznymi biopaliw są ciepło spalania oraz wartość opałowa, nazywane także dolną wartością opałową. Parametry te wynikają ze składu chemicznego biopaliw, głównie z udziału węglowodanów strukturalnych takich jak celuloza, hemiceluloza, ligniny oraz wilgotność.

Jak wykazały przeprowadzone badania, nawłoc po zakończeniu okresu wegetacyjnego tworzy biomasę o dużej wartości energetycznej przy niskiej wilgotności wynoszącej około 28%. Ciepło spalania i wynikającą z niej wartość opałową porównać można do tych samych wartości dla węgla brunatnego.

Przy założeniu, że biomasa roślinna uzyskana z nawłoci będzie wykorzystana w energetyce rozproszonej, poczyniono kalkulację, w której przyjęto że 1 kWh mocy odpowiada produkcji ciepła wynoszącej 3600 kJ (Bujakowski i wsp. 2006). Jak wynika z przeliczenia ze spalania 1 kg nawłoci w stanie suchym i bezpopiołowym możemy uzyskać około 5,0 kWh.

Istotnym w pozyskiwaniu biomas energetycznych z roślin dziko rosnących jest ich koszt, który ogranicza się głównie do zbioru i transportu docelowego. Dlatego produkcja dużej ilości biomasy roślin wieloletnich, głównie nawłoci i trzcinnika piaskowego na terenach przemysłowych, skłania do wykorzystania jej do celów energetycznych.

## PIŚMIENNICTWO

- Bujakowski W., Barbacki A., Hołojuch G., Kępińska B., Pająk L., Pussak M., 2006. Program wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego. PAN. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią. Kraków-Katowice.
- Dobrzański B., Zawadzki S., 1995. Gleboznawstwo. PWRiL, Warszawa.
- Gabzdyl W., 1994. Geologia złóż węgla. Wyd. Polskiej Agencji Ekologicznej. Warszawa.
- Krawczyński M., Świerczewska A., 2006. Technologia współspalania paliw konwencjonalnych z biomasą i biogazem. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, 1: 51–57.
- Noszczyk J., 2011. Biomasa roślin na terenach zdegradowanych. Praca dyplomowa magisterska pod kierunkiem A. Patrzalek. Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii. Gliwice.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. Wyd. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa.
- Patrzalek A., Kozłowski S., Swędrzyński A., Trąba Cz., 2011. Trzcinnik piaskowy jako potencjalna roślina energetyczna. Monografia. Wyd. Politechniki Śląskiej. Gliwice.
- [http://www.oze.opole.pl/Energia\\_biomasy,str,459.html](http://www.oze.opole.pl/Energia_biomasy,str,459.html)

### **GOLDENROD – *SOLIDAGO SP.* IN HARD SITES AS POTENTIAL ENERGETIC PLANT**

#### **S u m m a r y**

Sites on which soils lost fertility or were devastated under the influence of anthropogenic activities, were called hard sites. There are also non-soil areas, reclaimed with soil profile weak formed. This sites are colonized by phytocoenosis in which dominants are *Solidago sp.* and *Calamagrostis epigejos*. Researches of this plant communities were made in respect of floristic constitution, their structure and quantity of produced biomass, and also soil characteristic. Energetic value of the biomass and soil properties were also studied.

This phytocoenosis colonize very scanty soils of diversified grain-size distribution. Quantity of overground biomass produced this plant communities may be variable in years. On researched areas this quantity was within the range from approximately 7 to 27 Mg·ha<sup>-1</sup> s.m. Energetic value consists of heat of combustion and calorific value. Heat of combustion value for dry and ashless state (daf) was within the range from 17,75 to 19,65 MJ·kg<sup>-1</sup>. Calorific value was within the range from 16,49 to 18,16 MJ·kg<sup>-1</sup>. Production of large amount of perennial wild growing plants biomass, mainly goldenrod and wood small-reed, on post-industrial areas tend to use them for energetic objectives.

KEY WORDS: *Solidago sp.*, hard sites, energetic value of wild growing plants biomass



**Zofia Rzymowska, Agnieszka Affek-Starczewska**

**WPLYW WYCIĄGÓW Z *SOLIDAGO CANADENSIS* L.  
NA KIELKOWANIE I ROZWÓJ POCZĄTKOWY WYBRANYCH  
GATUNKÓW ZBÓŻ**

**EFFECT OF EXTRACTS OF *SOLIDAGO CANADENSIS* L.  
ON GERMINATION AND INITIAL DEVELOPMENT  
OF THE SELECTED CEREAL SPECIES**

*Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
Agricultural Ecology Department, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities*

W badaniach oceniano wpływ wodnych wyciągów z liści *Solidago canadensis* na zdolność kiełkowania i rozwój początkowy pszenżyta ozimego, owsa i jęczmienia jarego. Doświadczenie przeprowadzono przy użyciu testu Phytotoxkit firmy Tigret w 6 powtórzeniach. Wodne wyciągi sporządzono z 10 g liści na 100 ml wody destylowanej. W doświadczeniu wykorzystano wyciąg 100% i rozcieńczony wodą destylowaną w stosunku 1:1, obiekt kontrolny stanowiły płytki podlane wodą destylowaną. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Różnice między średnimi oceniano testem Tuckeya.

Reakcja analizowanych gatunków zbóż na zastosowane wyciągi była zróżnicowana. Najbardziej negatywnie działały one na jęczmień jary, ograniczając kiełkowanie oraz rozwój korzeni i pierwszego liścia. Jednak istotny wpływ na kiełkowanie miał tylko 100% wyciąg. Zastosowane wyciągi w niższym stężeniu stymulowały kiełkowanie owsa, a w wyższym ograniczały je, natomiast na pszenżyto działały pozytywnie w obu stężeniach. Wpływały one również pozytywnie na rozwój korzeni zarodkowych pszenżyta, ale w niewielkim stopniu ograniczały rozwój koleoptyla. Analizowane wyciągi istotnie ograniczały rozwój pierwszego liścia owsa, natomiast negatywny wpływ na rozwój początkowy systemu korzeniowego był nieistotny statystycznie.

SŁOWA KLUCZOWE: allelopatia, wyciągi wodne, *Solidago canadensis*, pszenżyto ozime, owies, jęczmień jary

---

Do cytowania – For citation: Rzymowska Z., Affek-Starczewska A., 2012. Wpływ wyciągów z *Solidago canadensis* L. na kiełkowanie i rozwój początkowy wybranych gatunków zbóż. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 63–68.

## WSTĘP

Zjawisko allelopatii odgrywa rolę w produkcji roślinnej (Bastek i wsp. 1962), dlatego jego poznanie może mieć znaczenie praktyczne (Stupnicka-Rodzyńkiewicz 1970). Wiele gatunków chwastów może być potencjalnym źródłem biologicznie aktywnych substancji, które mogą hamować lub stymulować kiełkowanie i wzrost roślin uprawnych (Duer 1996). Jak wynika z badań Duer (1996), chwasty dwuliścienne cechują się wyższym potencjałem allelopatycznym w stosunku do jednoliściennych. Potencjał allelopatyczny zależy od wieku rośliny, wyższy jest u młodych roślin i maleje wraz z osiągnięciem przez nie pełnej dojrzałości. Za najbogatsze źródło związków allelopatycznych uważa się liście roślin (Wójcik-Wojtkowiak i wsp. 1998). Wiele obcych gatunków inwazyjnych zawdzięcza swój sukces właśnie zdolnościom allelopatycznego oddziaływania (Gwiazdowska 2005, Ren, Zhang 2009). Do tej grupy należy *Solidago canadensis*, zaliczany przez Instytut Ochrony Przyrody PAN do najgroźniejszych gatunków inwazyjnych w Polsce. Gatunek ten mocno rozprzestrzenił się zarówno w Polsce (Guzikow, Maycock 1986), jak i w innych krajach Europy (Weber, Schmid 1998, Weber i wsp. 1998). W literaturze znane są doniesienia na temat allelopatycznego oddziaływania tego gatunku na rośliny i mikroflorę glebową (Abilasha i wsp. 2008, Zhang i wsp. 2009). Generalnie rozprzestrzenia się on w różnych siedliskach ruderalnych, na nieużytkach, poboczach dróg i linii kolejowych oraz w dolinach rzek i na brzegach lasów. W granicach miasta Siedlce i na terenach bezpośrednio przyległych obserwowano wnikanie *Solidago canadensis* na pola uprawne. W związku z tym, mając na uwadze doniesienia o zdolnościach allelopatycznych, podjęto próbę oceny takich oddziaływań na zboża.

Celem pracy było poznanie wpływu wodnych wyciągów z liści *Solidago canadensis* na zdolność kiełkowania i początkowy wzrost pszenżyta ozimego, owsa i jęczmienia jarego.

## MATERIAŁ I METODY

Badając wpływ wodnych wyciągów z liści *Solidago canadensis* na kiełkowanie oraz rozwój początkowy jęczmienia jarego, owsa i pszenżyta ozimego, przeprowadzono doświadczenie przy użyciu testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin – Phytotoxkit firmy Tigret. Nasiona zbóż do badań pochodziły z gospodarstwa rolnego położonego w niedalekim sąsiedztwie nieużytku, z którego pobierano liście nawłoci kanadyjskiej do badań, rosły więc w podobnych warunkach klimatycznych. Zboża zbierano kombajnem w fazie dojrzałości pełnej. Pochodziły z pól zlokalizowanych na glebach brunatnych wylugowanych kompleksu żytniego bardzo dobrego.

Do badań użyto wodnych wyciągów z liści *Solidago canadensis*, które sporządzono z 10 g świeżej masy na 100 ml wody destylowanej. Po 24 godzinach moczenia rozdrobionych liści uzyskany roztwór przecedzono przez bibułę filtracyjną. W eksperymencie stosowano roztwór 100% i rozcieńczony wodą destylowaną w stosunku 1:1. Obiekt kontrolny stanowiły płytki zalane wodą destylowaną. Płytki testu napełniano wyprażonym piaskiem, na który aplikowano 25 ml wody destylowanej (kontrola) lub roztworu wyciągu z liści *Solidago canadensis*.



Na każdą płytkę wysiewano po 12 nasion, które przed wysiewem zaprawiano preparatem Orius 02 WS, zgodnie z zaleceniami producenta. Badanie wykonano w 6 powtórzeniach. Tak przygotowane mikrobiotesty inkubowano w pozycji pionowej bez dostępu światła przez okres 7 dni. Po tym czasie określano kiełkowanie zbóż oraz długość pierwszego liścia i długość korzeni. Pomiarów długości liści i korzeni dokonano przy użyciu programu analizy obrazu „Image Tools” po uprzednim zeskanowaniu płytek. Sposób przeprowadzenia testu był zgodny z opisaną procedurą (Phytotoxkit 2004).

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Różnice między średnimi oceniano testem Tuckeya.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Oddziaływanie wodnych wyciągów z liści *Solidago canadensis* było zróżnicowane w odniesieniu do poszczególnych gatunków zbóż. Podobnie różną reakcję siewek jęczmienia jarego i pszenicy jarej na wodne wyciągi *Galium aparine* obserwował Jaskulski (1999). Zróżnicowane reakcje testowanych gatunków zbóż mogą wynikać z niejednakowego oddziaływania substancji biologicznych występujących w wodnych roztworach na analizowane gatunki (Jaskulski 1997, Kwiecińska-Poppe i wsp. 2011).

Najbardziej negatywne działanie stwierdzono w przypadku jęczmienia, gdyż zastosowane wyciągi istotnie hamowały zarówno kiełkowanie, jak i rozwój korzeni oraz pierwszego liścia (tab. 1). Jednak kiełkowanie ograniczało szczególnie tylko zastosowanie 100% wyciągu. Natomiast oba stężenia wyciągów z liści *Solidago canadensis* istotnie ograniczały rozwój jęczmienia jarego, zarówno części nadziemnych, jak i korzeni (tab. 1). Nie stwierdzono istotności różnic w tym oddziaływaniu w zależności od stężenia wyciągu. Podobne wyniki uzyskał Polcyn (1999), w których to badaniach pszenica jara reagowała istotnym zmniejszeniem kiełkowania na wyciągi wodne z komosy białej. Hamowały one u niej również rozwój korzeni zarodkowych i koleoptyla.

Nieco inaczej działały zastosowane wyciągi na owies. Niższe stężenie wyciągu wpływało stymulująco na kiełkowanie owsa, a wyższe je ograniczało, jednak różnice te nie okazały się istotne statystycznie (tab. 1). Podobne zależności obserwowali Kwiecińska-Poppe i wsp. (2011) w reakcji żyta i pszenżyta ozimego na wodny wyciąg ze świeżej masy *Galium aparine* i *Matricaria maritima* subsp. *inodora*. Taka reakcja odmiennego działania wyciągów w zależności od stężenia rzadko była notowana w literaturze. Najczęściej obserwowano ich negatywny wpływ lub brak reakcji, a znacznie rzadziej pozytywny wpływ. Analizowane wyciągi w obu stężeniach istotnie różnicowały długość pierwszego liścia u owsa (tab. 1). Większe stężenie bardziej ograniczało początkowy wzrost części nadziemnych, jednak różnice między stężeniami nie były istotne. Użyte wyciągi ograniczały rozwój początkowy systemu korzeniowego owsa, ale różnice w ich działaniu w stosunku do kontroli były nieistotne.

Odmienna była reakcja badanych wyciągów z liści *Solidago canadensis* na rozwój początkowy pszenżyta. Ograniczały one w niewielkim stopniu rozwój koleoptyla, ale stymulowały rozwój korzeni tego gatunku (tab. 1). Większy dodatni wpływ na rozwój korzeni obserwowano przy stężeniu 50%. Różnice zarówno w przypadku korzeni, jak i części nadziemnych okazały się nieistotne. Podobną reakcję zbóż chlebowych na wy-

dzielniny podziemnych części perzu stwierdzili Świętochowski i Gonetowa (1960) oraz Świętochowski i Sońta-Łoziuk (1964).

Wpływ badanych wyciągów na kiełkowanie pszenżyta okazał się również pozytywny. Stymulowane ono było przez oba stężenia, ale bardziej pozytywny wpływ miało niższe stężenie. Nie udowodniono jednak istotności tych różnic (tab. 1).

Tabela 1

Table 1

Wpływ wodnych wyciągów z liści *Solidago canadensis* na kiełkowanie oraz rozwój początkowy wybranych gatunków zbóż

Effect of water extracts of *Solidago canadensis* leaves on germination and initial development of the selected cereal species

Badana cecha Studied feature	Stężenie wyciągu Extract con- centration	Pszenżyto ozime Winter triticale	Owies Oats	Jęczmień jary Spring barley
Zdolność kiełkowania (%) Germination capacity	A	79,17	80,56	76,39
	B	91,67	83,33	63,89
	C	86,11	61,11	50,00
NIR <sub>(0,05)</sub> – LSD <sub>(0,05)</sub>		n. s	n. s	25,05
Średnia długość korzeni zarodkowych Mean length of embryonic roots	A	26,96	27,48	44,75
	B	35,83	23,00	34,08
	C	30,45	19,36	26,33
NIR <sub>(0,05)</sub> – LSD <sub>(0,05)</sub>		n. s	n. s	9,58
Średnia długość pierwszego liścia Mean length of the first leaf	A	18,66	21,81	30,66
	B	14,64	11,47	16,91
	C	10,09	7,57	10,86
NIR <sub>(0,05)</sub> – LSD <sub>(0,05)</sub>		n. s	4,89	10,15

A – kontrola – control, B – stężenie 50% – concentration 50%,

C – stężenie 100% – concentration 100%, n. s – różnice nieistotne – no significant differences

Do doświadczenia użyto liści z dojrzałych, kwitnących osobników nawłoci kanadyjskiej. Nie testowano liści z młodych siewek, być może reakcja na nie byłaby większa, gdyż jak podają Wójcik-Wojtkowiak i wsp. (1998), potencjał allelopatyczny u młodych roślin jest wyższy.

## WNIOSKI

1. Wodne wyciągi z liści *Solidago canadensis* wykazywały działanie allelopatyczne na testowane gatunki zbóż. Ich reakcja na nie była zróżnicowana.

2. Najbardziej negatywnie na zastosowane wyciągi reagował jęczmień jary. Allelopatyny ograniczały jego kiełkowanie oraz wpływały hamująco na rozwój korzeni zarodkowych i pierwszego liścia.

3. Zastosowane wyciągi w niższym stężeniu stymulowały wschody owsa, natomiast w stężeniu wyższym je hamowały. Działy też negatywnie na wzrost początkowy siewek.

4. Pszenżyto reagowało na badane wyciągi większą zdolnością kiełkowania i intensywniejszym wzrostem korzeni. Natomiast rozwój koleoptyla był hamowany.

## PIŚMIENNICTWO

- Abilasha D., Quintana N., Vivanco J., Joshi J., 2008. Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora. *Journal of Ecology*, 96: 993–1001.
- Bastek A., Kosik J., Rut O., Ślebodzińska A., 1962. Badania nad allelopatią roślin uprawnych i znaczenie tego zjawiska w uprawie roślin. *Zesz. Nauk. WSR Wrocław*, XV, 46: 109–115.
- Duer I., 1996. Potencjał allelopatyczny biomasy niektórych gatunków chwastów w stosunku do siewek pszenicy ozimej. *Fragm. Agronom.*, XIII, 2(50): 6–56.
- Gwiazdowska A., 2005. Oddziaływania allelopatyczne – „nowa broń” roślin inwazyjnych. *Probl. Nauk Biol. Kosmos*, 54(2-3): 221–226.
- Guzikowa M., Maycock P.F., 1986. The invasion and expansion of three North American species of goldenrod (*Solidago canadensis* L. sensu lato, *S. gigantea* Ait. and *S. graminifolia* (L.) Salisb.) in Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 55: 367–384.
- Jaskulski D., 1997. Allelopatyczne oddziaływanie niektórych chwastów na kiełkowanie i początkowy wzrost jęczmienia i pszenicy. *Rocz. Nauk. Roln. T.* 112, 3–4: 73–80.
- Jaskulski D., 1999. Allelopatyczne oddziaływanie wodnych ekstraktów z nadziemnej masy chwastów na kiełkowanie jęczmienia jarego i pszenicy jarej. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rol.* 43: 7–15.
- Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E., 2011. The influence of water extracts from *Galium aparine* L. and *Matricaria maritima* subsp. *inodora* (L.) Dostál on germination of winter rye and triticale. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 10(2): 75–85.
- Phytotoxkit, 2004. Seed germination and early growth microbiotest with higher plants. Standard Operational Procedure. Nazareth, Belgium: MicroBioTest Inc.
- Polcyn J., 1999. Potencjał allelopatyczny wyciągu wodnego z części nadziemnej komosy białej w stosunku do siewek pszenicy jarej „Igna”. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, 217, Rol. (43): 25–29.
- Ren M-X, Zhang Q-G., 2009. The relative generality of plant invasion mechanisms and predicting future invasive plants. *Weed Research*, 49: 449–460.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., 1970. Zjawiska allelopatii między niektórymi roślinami uprawnymi i chwastami. *Acta Agraria Silv. X/2*: 75–105.
- Świętochowski B., Gonetowa I., 1960. Studia nad wzajemnym oddziaływaniem roślin segetalnych i roślin uprawnych. Cz. I. Wpływ wyciągów i wydzielin korzeniowych perzu na kiełkowanie nasion zbóż chlebowych. *Zesz. Nauk. WSR Wroc.*, 11(32): 97–111.
- Świętochowski B., Sońta-Łoziuk W., 1964. Studia nad wzajemnym oddziaływaniem roślin segetalnych i roślin uprawnych. Cz. II. Dalsze badania nad oddziaływaniem allelopatycznym perzu na żyto i pszenice. *Zesz. Nauk. WSR Wrocław*, 17(51): 247–249.
- Weber E., 1998. The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography*, 25: 147–154.
- Weber E., Schmid B., 1998. Latitudinal population differentiation in two species of *Solidago* (Asteraceae) introduced into Europe. *Amer. J. Bot.*, 85(8): 1110–1121.

Wójcik-Wojtkowiak D., Politycka B., Weyman-Kaczmarkowa W., 1998. Allelopatia. Wyd. AR, Poznań.

Zhang S., Jin Y., Tang J., Chen X., 2009. The invasive plant *Solidago canadensis* L. suppresses local soil pathogens through allelopathy. *Applied Soil Ecology*, 41: 215–222.

## **EFFECT OF EXTRACTS OF *SOLIDAGO CANADENSIS* L. ON GERMINATION AND INITIAL DEVELOPMENT OF THE SELECTED CEREAL SPECIES**

### **S u m m a r y**

Effect of water extracts from *Solidago canadensis* leaves on germination and initial development of winter triticale, oats and spring barley was examined. The experiment was performed in 6 runs, using Phytotoxkit test (Tigret firm). Water extracts were prepared from 10 g of leaves per 100 ml of distilled water. In the experiment were used 100% extract and its solution, diluted with distilled water in proportion 1:1. Control samples were moistening with distilled water. The obtained results were analysed statistically using the method of variation analysis. Differences between the mean values were determined according to Tuckey's test.

The response of the analysed cereal species to the applied extracts was different. It was demonstrated, that the extracts had the most negative effect on growth of spring barley. They inhibited both germination and development of root and first leaf. However, the significant effect on germination was only observed using 100% extract. Application of solutions in low concentration stimulated oats germination, in higher concentration inhibited it. Differently, the positive effect of both extract concentrations on triticale was observed. The extracts stimulated growth of embryonic roots of triticale, however a slight negative effect on development of coleoptile was noted. The analysed extracts significantly inhibited growth of the first leaf of oats, whereas negative effect on development of root system was statistically insignificant.

**KEY WORDS:** allelopathy, water extracts, *Solidago canadensis*, winter triticale, oats, spring barley

**Teresa Skrajna, Maria Ługowska, Zbigniew Pawlonka**

**WYBRANE CECHY MORFOLOGICZNE I BIOLOGIA  
*SOLIDAGO CANADENSIS* L. NA ODŁOGACH ŚRODKOWEJ  
CZĘŚCI NIZINY POŁUDNIOWOPODLASKIEJ**

**SELECTED MORPHOLOGICAL FEATURES AND BIOLOGY  
OF *SOLIDAGO CANADENSIS* L. IN FALLOW LANDS  
OF THE MIDDLE PART OF THE NIZINA  
POŁUDNIOWOPODLASKA LOWLAND**

*Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
Agricultural Ecology Department, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities*

Praca przedstawia wyniki badań występowania, rozwoju i zmienności morfologicznej *Solidago canadensis* L. na gruntach porolnych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych i długości okresu odłogowania. Badania terenowe prowadzono w latach 2009–2011. Zmiany pokrycia *S. canadensis* w zbiorowiskach określano metodą Braun-Blanqueta. Natomiast badania populacyjne przeprowadzono metodą kartowania. Obejmowały one liczbę kęp na badanych powierzchniach, liczbę pędów generatywnych i wegetatywnych w kępie, wysokość pędów, długość kwiatostanu, liczbę odgałęzień w kwiatostanie i liczbę koszyczków na pędzie. Zgromadzone wyniki poddano analizie wariancji dwuczynnikowej.

*Solidago canadensis* na badanym obszarze porasta grunty porolne w różnych warunkach troficznych i wilgotnościowych. Najbardziej dynamicznie *S. canadensis* rozwija się na 2–4-letnich odłogach, natomiast najwyższe pokrycie osiąga na 5–6-letnich nieużytkach. Wyraźnie wycofuje się ze zbiorowisk najstarszych 17-letnich.

Populacje rozwijające się na glebach kompleksu pszennego dobrego charakteryzowały się najwyższymi wartościami analizowanych cech morfologicznych. Badane cechy *S. canadensis* różniły się istotnie na poszczególnych stanowiskach. Różnice w morfologii *S. canadensis* były istotne w zależności od stanowiska i okresu badań, z wyjątkiem wysokości roślin. Stwierdzono też interakcje pomiędzy stanowiskami a okresami badań z wyjątkiem długości kwiatostanu, a także pomiędzy badanymi czynnikami.

SŁOWA KLUCZOWE: *Solidago canadensis* L., odłóg, badania biometryczne, Nizina Południowopodlaska

---

Do cytowania – For citation: Skrajna T., Ługowska M., Pawlonka Z., Wybrane cechy morfologiczne i biologia *Solidago canadensis* L. na odłogach środkowej części Niziny Południowopodlaskiej. 2012. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 69–78.

## WSTĘP

Jednym z czynników zagrażających bioróżnorodności są gatunki obcego pochodzenia, które w przypadku przenikania do środowiska mogą zagrażać przede wszystkim florze rodzimej (Tokarska-Guzik i wsp. 2010, Śliwiński 2008). W projekcie rozporządzenia Ministra Środowiska z 2010 r. za takie uznano 16 gatunków. Do niedawna na tej liście znajdował się również *Solidago canadensis*, gatunek pochodzący z Ameryki Północnej. Do Europy został introdukowany w połowie XVII w. do angielskich ogrodów botanicznych jako roślina ozdobna. Na teren Polski został wprowadzony pod koniec XIX w. Obecnie *Solidago canadensis* obejmuje swoim zasięgiem teren całej Europy, natomiast w Europie Środkowej jest uznawany za gatunek potencjalnie wysokiej inwazyjności (Kowarik 2003, Priede 2008, Kabuce, Priede 2010). Głównymi czynnikami szybkiego rozprzestrzeniania się tego gatunku są szeroka jego amplituda ekologiczna oraz cechy biologiczne. Rozprzestrzenianie się populacji *Solidago canadensis* na nowe tereny wynika z szybkiego rozmnażania wegetatywnego, wysokiej plenności oraz konkurencyjności poprzez przewagę fizyczną i chemiczną nad innymi gatunkami. Populacje tego gatunku rozwijają się na glebach zróżnicowanych pod względem troficznym i wilgotnościowym. Na terenie kraju omawiany gatunek spotykany jest na obszarach miejskich, opuszczonych polach, wzdłuż szlaków komunikacyjnych, na skrajach lasów, jak również w zbiorowiskach półnaturalnych (Guzikowa, Maycock 1993, Weber 2000). Uznawany jest jako bio wskaźnik odłogowania pól (Rola, Rola 2010).

Celem badań było:

- Ocena wpływu okresu odłogowania na rozrastanie się kęp *Solidago canadensis*.
- Analiza wybranych cech morfologicznych *Solidago canadensis* na powierzchniach stałych w różnych okresach odłogowania gruntu.
- Określenie zmian pokrycia gatunków towarzyszących *Solidago canadensis* na badanych powierzchniach.

## MATERIAŁ I METODY

Obserwacje terenowe rozwoju *Solidago canadensis* na gruntach porolnych prowadzono w środkowej części Niziny Południowopodlaskiej w latach 2009–2011. W pierwszym roku badań spenetrowano liczne odłogi z udziałem *Solidago canadensis*. Z nich do dalszych badań wybrano 5 obiektów zróżnicowanych pod względem siedliskowym, wielkości powierzchni, otoczenia jak i czasu odłogowania (tab. 1). Obserwacje prowadzono przez trzy sezony wegetacyjne, notowano zmiany pokrycia *Solidago canadensis* i gatunków mu towarzyszących metodą Braun-Blanqueta. Nazwy gatunków podano za Mirkiem i wsp. (2002). Na każdej z tych powierzchni do oceny zmian liczebności populacji *S. canadensis* zastosowano metodę kartowania (Falińska 1995). W tym celu w każdym płacie założono po 3 stałe powierzchnie obserwacyjne o wymiarach 5x5 m<sup>2</sup>, które następnie podzielono na poletka o wielkości 1 m<sup>2</sup>. Na wyznaczonych powierzchniach w siatce kwadratów przez trzy sezony wegetacyjne zbierano dane dotyczące liczby kęp, liczby pędów wegetatywnych i generatywnych w kępie nawłoci kanadyjskiej. Wyniki zebrane z trzech powtórzeń zostały uśrednione dla każdej z pięciu badanych powierzchni.

Z każdej powierzchni losowo pobrano po 30 okazów do badań biometrycznych, które obejmowały: wysokość kępy, liczbę pędów w kępie (wegetatywnych i generatywnych), długość pędów generatywnych, długość kwiatostanu, liczbę odgałęzień w kwiatostanie oraz średnią liczbę koszyczków w kwiatostanie. Zgromadzone wyniki zweryfikowano statystycznie metodą analizy wariancji dwuczynnikowej, gdzie badanymi czynnikami były: nieużytki i okresy badań. Do porównania średnich wykorzystano test Tukey'a przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Tabela 1  
Table 1

Charakterystyka stanowisk *Solidago canadensis* na gruntach porolnych  
Characteristics of *Solidago canadensis* localities on formerly arable lands

Lp. No.	Okres odłogowania w latach Fallow period in years	Jednostka glebowa Soil unit	Powierzchnia (ha) Area	Otoczenie Surrounding type
1.	2	8 Bw	0,5	grunty orne, zagroda, miejsce ruderalne arable land, farm, ruderal area
2.	4	2 Bw	2,5	grunty orne, miejsca ruderalne arable land, ruderal area
3.	5	7Bw	2	grunty orne, las arable land, forest
4.	6	6Bw	3	miejsca ruderalne, grunty orne ruderal area, arable land
5.	17	5A	1	grunty orne, zagroda arable land, farm

## WYNIKI I OMÓWIENIE

*Solidago canadensis* w środkowej części Niziny Południowopodlaskiej występuje często na gruntach porolnych. Porasta odłogi w różnym okresie od zaprzestania uprawy. Podobnie jak na południu kraju (Rola, Rola 2010) może być barwnym biowskaźnikiem odłogowanych gruntów w terenie. Występuje w szerokiej amplitudzie siedliskowej od gleb najuboższych – kompleks żytni bardzo słaby po zasobne troficznie i dobrze uwilgotnione – kompleks pszenno-dobry i zbożowo-pastewny mocny. Jak podaje Werner (1983), sukces kolonizacyjny ubogich siedlisk jest możliwy dzięki stosowaniu przez ten gatunek wewnętrznego obiegu azotu, dochodzącego niekiedy nawet do 50%.

Najbardziej dynamiczny wzrost pokrycia *S. canadensis* na badanym terenie obserwowano na najmłodszych 2- i 4-letnich odłogach (tab. 2), na których w ciągu trzech lat badań pokrycie nawłoci kanadyjskiej wzrosło odpowiednio od 5 do 35% i od 35 do powyżej 80% (rys. 1, 2, 3). W kolejnych latach odłogowania maleje tempo kolonizowania terenu przez ten gatunek i najwyższe pokrycie osiąga w 6. roku na glebach zasobnych (kompleks pszenno-dobry) i w 8. na glebach piaszkowych (kompleks żytni słaby). Obserwacje te są zgodne z wynikami innych autorów (Rola, Rola 2010, Woźniak i wsp. 2007). Natomiast na najstarszym 17-letnim nieużytku występuje w niskim ok. 5% pokryciu. Według Zarzyckiego i wsp. (2002) *S. canadensis* jest gatunkiem o dużych wymaganiach



świetlnych i to jest prawdopodobnie główna przyczyna ustępowania tego gatunku z tych siedlisk. Analogicznie wraz z ze wzrostem czasu odlogowania ubożeje skład gatunkowy płatów z udziałem *S. canadensis* (tab. 2). Do gatunków występujących w wyższym pokryciu należały między innymi: *Elymus repens*, *Agrostis gigantea*, *Tanacetum vulgare*, *Achillea millefolium*, *Artemisia vulgaris* i na najstarszym nieużytku *Betula pendula*.

Badania Webera (1998) dowodzą, że *S. canadensis* występująca w Europie charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem cech morfologicznych. Na badanym terenie populacje najmniejszej średniej wysokości osobników *S. canadensis* występowały na 5-letnim odłogu – 122,2 cm na kompleksie żytnim bardzo słabym oraz na najmłodszym 2-letnim – 128,1 cm, na którym nawłóć kanadyjska miała najmniejsze pokrycie. Natomiast istotnie wyższe były rośliny na odłogu 6-letnim 145,3 cm i 17-letnim – 152,5 cm, a także na 4-letnim na glebie kompleksu pszennego dobrego, na którym osiągnęły największe rozmiary średnio – 162,1 cm.

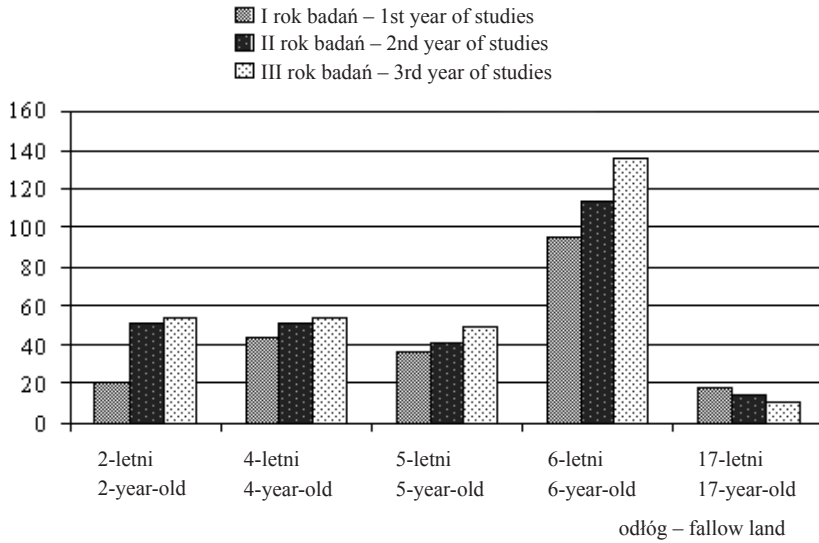
Tabela 2

Table 2

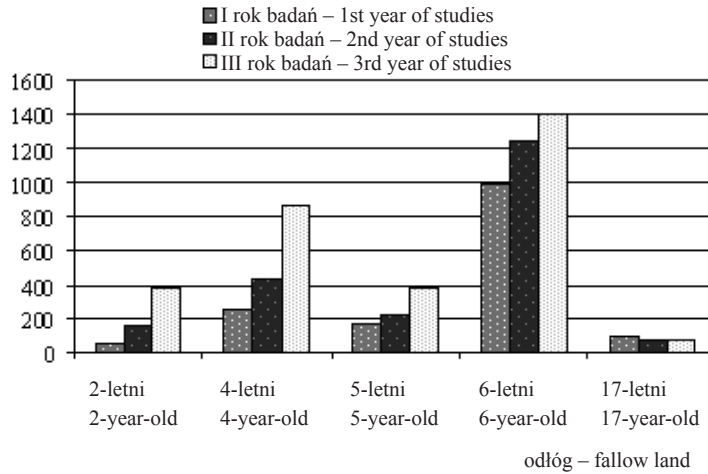
Stopnie ilościowości dominujących gatunków w zbiorowiskach z udziałem *Solidago canadensis* na gruntach porolnych  
Degrees of abundance dominant species in communities with participation of *Solidago canadensis* on formerly arable lands

Czas odlogowania w latach Fallow period in years	2			4			5			6			17		
Kompleks glebowo-rolniczy Soil-agricultural complex	8Bw			2Bw			7Bw			6Bw			5A		
Okres badań Period of studies	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Liczba gatunków Number of species	32	30	26	16	14	10	20	21	15	13	13	6	17	14	18
<b><i>Solidago canadensis</i></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<i>Elymus repens</i>	3	3	2	1	1	1	1	+	+	+	+	+	1	1	+
<i>Agrostis gigantea</i>	2	3	1	+		+				+			1	+	1
<i>Epilobium parviflorum</i>	1	2	2	1	+					+	1		+	1	1
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	+	1	1	+	+	1	1	+	1	2	+	1	+	+
<i>Achillea millefolium</i>	+	1	+	1	+	+	2	2	1	1	1	+	+	+	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	+	1	1	+	+	+	1	1	1	2	1	+	1	+	
<i>Erigeron annua</i>	+	+		+	1	+	+	+		1	+		+	+	+
<i>Cirsium arvense</i>	1	1	1	+	+	+				1	+		+	+	+
<i>Hypochoeris radicata</i>	+	1	+	+						+				+	
<i>Oxalis fontana</i>	1	1	+	+	+								+		
<i>Holcus lanatus</i>							3	2	2	1	1	+	1	+	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>							1	1	+	+	+				
<i>Rumex acetosella</i>							2	1	+	1	+		+	1	+
<i>Betula pendula</i>							+	+	1	+			3	3	3

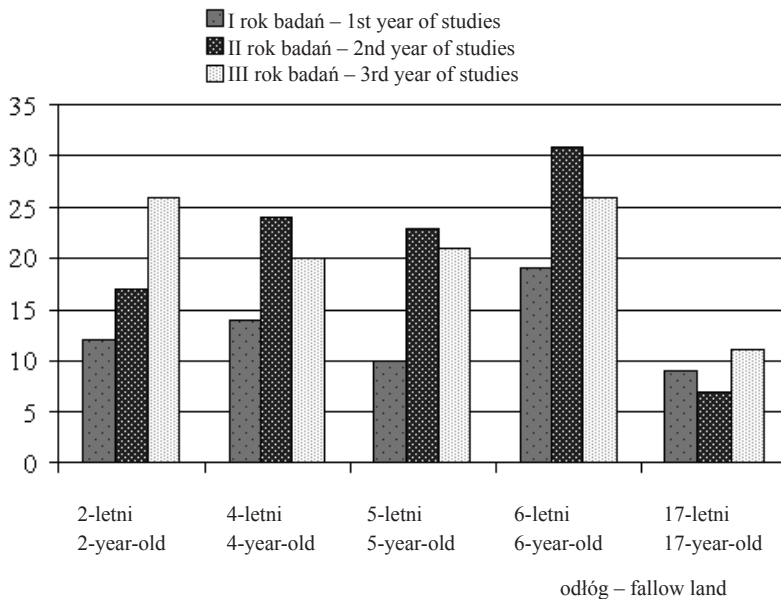




Rys. 1. Liczba kęp *Solidago canadensis* L. na powierzchni 25 m<sup>2</sup>  
 Fig. 1. The number of *Solidago canadensis* L. clusters in the area of 25 m<sup>2</sup>



Rys. 2. Liczba pędów generatywnych *Solidago canadensis* L. na powierzchni 25 m<sup>2</sup>  
 Fig. 2. The number of generative shoots of *Solidago canadensis* L. in the area of 25 m<sup>2</sup>



Rys. 3. Liczba pędów wegetatywnych *Solidago canadensis* L. na powierzchni 25 m<sup>2</sup>  
 Fig. 3. The number of vegetative shoots of *Solidago canadensis* L. in the area of 25 m<sup>2</sup>

Analiza wariancji wykazała, że wysokość roślin zależała od czasu odłogowania pól. Natomiast w okresach prowadzonych badań rośliny na poszczególnych stanowiskach szczególnie się nie różniły. Istotna okazała się interakcja stanowisk i badanych okresów (tab. 3).

Populacje *S. canadensis* występujące na 4-letnim odłogu wytwarzały najdłuższe kwiatostany – 40,1 cm i różniły się zdecydowanie od pozostałych. Znacznie krótsze, ale także istotnie różniące się wiechy miały osobniki na 6-letnim odłogu, których średnia długość wynosiła – 29,5 cm. Natomiast wyraźnie najkrótsze kwiatostany, mające średnio jedynie 19,8 cm, wytwarzały populacje rosnące na najstarszym 17-letnim stanowisku (tab. 4). Analiza długości kwiatostanu na poszczególnych odłogach oraz okresów badań wykazała istotne różnice. Natomiast interakcja tych czynników okazała się statystycznie nieistotna.

W pierwszym okresie badań na wszystkich stanowiskach liczba odgałęzień w kwiatostanie była wyraźnie niższa niż w dwóch następnych. Istotnie najmniejszą liczbę odgałęzień wytwarzały osobniki rosnące w skrajnych warunkach, na najstarszym 17-letnim nieużytku i 5-letnim odłogu położonym na kompleksie żytnym bardzo słaby, średnio 22,5 i 23,1 sztuk na jednym pędzie. Liczba odgałęzień w pozostałych populacjach wyraźnie się różniła, ale najwięcej odgałęzień miały osobniki populacji rosnącej na 4-letnim odłogu – średnio 43,3.

Analiza liczby odgałęzień w kwiatostanie wykazała istotne różnice dla stanowisk, okresów badań, a także istotna była interakcja pomiędzy tymi czynnikami (tab. 5). Podobne zależności obserwowano w odniesieniu do liczby koszyczków (tab. 6). Liczba koszyczków wzrastała wraz z latami badań, istotnie najwyższa była u osobników na

4-letnim odłogu – średnio 9410,9 sztuk na pędzie. Liczba ta była znacznie wyższa niż podawana przez Kabuce i Priede (2010) ale niższa od obserwowanej przez Webera (2000), Meyera i Schmida (1991).

Natomiast najmniej koszyczków – średnio 122,2 i 1483,0 sztuk wytwarzały egzemplarze rosnące na najstarszym i najuboższym troficznie siedlisku i różniły się istotnie od pozostałych.

Tabela 3

Table 3

Średnia wysokość pędów *Solidago canadensis* L na badanych powierzchniach  
The average height of *Solidago canadensis* L. shoots in the studied localities

Okres odlogowania Fallow period	I okres badań I period of studies	II okres badań II period of studies	III okres badań III period of studies	Średnio Average
2 lata	117,6000	125,7667	141,0000	128,1222
4 lata	156,8000	162,5333	166,9333	162,0889
5 lat	120,4333	122,0000	123,9333	122,1222
6 lat	144,7000	143,9000	147,5667	145,3889
17 lat	162,3000	150,1000	144,2667	152,2222
Średnio Average	140,37	140,86	144,74	141,99
NIR <sub>(0,05)</sub> okresów badań – between periods of studies = n.i. NIR <sub>(0,05)</sub> dla nieużytków – between examined wastelands = 7,21 NIR <sub>(0,05)</sub> dla interakcji lata x nieużytki – interaction yers x fallow lands = 12,50				

Tabela 4

Table 4

Średnia długość kwiatostanów *Solidago canadensis* L na badanych powierzchniach  
The average length of *Solidago canadensis* L. inflorescences in the studied localities

Okres odlogowania Fallow period	I okres badań I period of studies	II okres badań II period of studies	III okres badań III period of studies	Średnio Average
2 lata	23,4333	28,1667	30,1333	27,24
4 lata	38,5000	40,6667	41,0667	40,07
5 lat	23,5000	24,0333	25,2000	24,24
6 lat	28,5000	29,1667	31,1000	29,59
17 lat	20,3667	18,4000	20,8000	19,86
Średnio Average	26,86	28,09	29,66	28,20
NIR <sub>(0,05)</sub> okresów badań – between periods of studies = 2,12 NIR <sub>(0,05)</sub> dla nieużytków – between periods of studies = 3,20 NIR <sub>(0,05)</sub> dla interakcji lata x nieużytki – interaction yers x fallow lands) = n.i.				

Tabela 5  
Table 5

Średnia liczba odgałęzień *Solidago canadensis* L na badanych powierzchniach  
The average number of *Solidago canadensis* L ramifications in the studied localities

Okres odłogowania Fallow period	I okres badań I period of studies	II okres badań II period of studies	III okres badań III period of studies	Średnio Average
2 lata	22,7000	41,1000	42,0000	35,26667
4 lata	41,4000	44,4000	44,3667	43,38889
5 lat	22,3333	23,0000	24,0333	23,12222
6 lat	27,3000	27,1667	29,7333	28,06667
17 lat	23,2667	20,6333	23,5667	22,48889
Średnio Average	27,40000	31,26000	32,74000	30,47
NIR <sub>(0,05)</sub> okresów badań – between periods of studies = 2,04 NIR <sub>(0,05)</sub> dla nieużytków – between examined wastelands = 3,08 NIR <sub>(0,05)</sub> dla interakcji lata x nieużytki – interaction yers x fallow lands = 5,33				

Tabela 6  
Table 6

Średnia liczba koszyczków w kwiatostanie *Solidago canadensis* L na badanych powierzchniach  
The average number of flower heads in *Solidago canadensis* L inflorescence  
in the studied localities

Okres odłogowania Fallow period	I okres badań I period of studies	II okres badań II period of studies	III okres badań III period of studies	Średnio Average
2 lata	1329,8333	5069,1333	6018,5000	4139,16
4 lata	8573,8000	9291,9000	10367,0000	9410,90
5 lat	954,5333	1068,2333	1650,0000	1224,26
6 lat	2353,9000	2384,0667	2679,0667	2472,34
17 lat	1583,0333	1409,9000	1456,2333	1483,06
Średnio Average	2959,02	3844,65	4434,16	3745,94
NIR <sub>(0,05)</sub> okresów badań – between periods of studies = 288,49 NIR <sub>(0,05)</sub> dla nieużytków – between examined wastelands = 434,52 NIR <sub>(0,05)</sub> dla interakcji lata x nieużytki – interaction yers x fallow lands = 752,61				

## WNIOSKI

1. *Solidago canadensis* na odłogach centralnej części Niziny Południowopodlaskiej występuje w różnych warunkach troficznych i wilgotnościowych siedlisk.
2. Najwyższe pokrycie osiąga na odłogach 5–6-letnich, ponad 80%.

3. Najszybciej rozrasta się na gruntach najkrócej odłogowanych (2- i 4-letnich), natomiast na najstarszych (17-letnim) wyraźnie zanika ze składu florystycznego badanych zbiorowisk.

4. Największą wysokość pędów, długość kwiatostanów, liczbę odgałęzień w wieszce i liczbę koszyczków osiągały populacje rosnące na 4-letnim odłogu, na glebie bardzo żyznej.

## PIŚMIENNICTWO

- Falińska K., 1995. Genet disintegration in *Filipendula ulmaria*: Consequences for population dynamics and vegetation succession. *J. Ecol.*, 82: 865–877.
- Guzikowa M., Maycock P.F., 1993. Badania porównawcze biologii i ekologii północnoamerykańskich ekspansywnych gatunków nawłoci (*Solidago* spp.). *Wiad. Bot.*, 37(3/4): 221–223.
- Kabuce N., Priede N., 2010. Nobanis – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Solidago canadensis* – Nobanis [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org).
- Kowarik I. 2003. Biologische invasion: Neophyten und Neozoen In Mitteleuropa. Ulmer, Stuttgart. 380.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M., 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist, [in:] Z. Mirek (ed.) Biodiversity of Poland 1, s. 442. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Meyer A.H., Schmid B., 1991. Experimentelle demografia von pflanzen: *Solidago altissima*, [in:] Stöcklin J. (ed.) Populationsbiologie der pflanzen: 123–146. Birkhauser Verlag, Basel.
- Priede A., 2008. Invasive non-native *Solidago* species In Latvia expansion history and current distribution. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B*, vol. 62, nr ½ (654/655): 78–83.
- Rola J., Rola H., 2010. *Solidago* spp. biowskaźnikiem występowania odłogów na gruntach rolnych. *Fragm. Agron.*, 27(3): 122–131.
- Śliwiński M., 2008. Selected antropophytes of Bystrzyca riversides of the section Krasków-Jarnałtów. *Acta Bot. Silesiana*, 3: 121–136.
- Tokarska-Guzik B., Węgrzynek B., Urbisz A., Urbisz A., Nowak T., Brzdęga K., 2010. Alien vascular plant In the Silesian Upland of Poland: distribution, patterns, impacts and threats. *Biodiv. Res. Conserv.*, 19: 33–54.
- Weber E., 1998. The dynamic of plants invasion: a case study of the three exotic goldenrod species (*Solidago* L. ) in Europa. *Jurnal of Biogeography*, 25: 147–154.
- Weber E., 2000. Biological flora of Central Europe: *Solidago altissima* L. *Flora*. 195, Switzerland. 123–134.
- Werner W., 1983. Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt einiger Pflanzenbestände. *Scripta Geobot.*, 16: 1–95.
- Woźniak G., Dylewska Z., Błońska A., 2007. *Solidago canadensis* L. i *Solidago gigantea* Aiton w zbiorowiskach z dużym udziałem gatunków łąkowych, [w:] Spontaneous flora and vegetation in land used for non-agricultural purposes. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae*, 4: 339–352.
- Zarzycki K., Trzczińska-Tacik H., Różański W., Szelać Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland – W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków.

**SELECTED MORPHOLOGICAL FEATURES AND BIOLOGY OF *SOLIDAGO CANADENSIS* L. IN FALLOW LANDS OF THE MIDDLE PART OF THE NIZINA POŁUDNIOWOPODLASKA LOWLAND**

**S u m m a r y**

The paper presents the results of studies on occurrence, development and morphological diversity of *Solidago canadensis* L. on formerly arable lands depending on different habitat conditions and length of fallow period. Field studies were carried out between 2009 and 2011. Changes of *S. canadensis* cover were determined according to Braun-Blanquet method. Population studies were performed by mapping method. Such parameters, as, a number of clusters in each plot, the number of generative and vegetative shoots in a cluster, height of shoot, length of inflorescence, number of branches in the inflorescence and number of inflorescences on one shoot were investigated. The obtained results were subjected to two-way analysis of variance.

In the study area, *S. canadensis* occurs on formerly arable lands, in different trophic and moisture conditions. It develops most dynamically on 2–4-year-old fallow lands, however its highest coverage was noted at 5–6 year-old wastelands. The species clearly withdraws from the oldest, 17-year-old communities. Populations growing on soils of good wheat complex were characterized by the highest values of analyzed morphological features. The examined parameters of *S. canadensis* varied significantly among localities. Differences in morphology of *S. canadensis* were significant, depending on the stand and period of study, with the exception of plant height. Some interactions between localities and periods of study were also noted, with the exception of the length of the inflorescence as well as between the studied factors.

KEY WORDS: *Solidago canadensis* L., fallow, biometric studies, Południowopodlaska Lowland

**Janina Skrzyczyńska, Piotr Stachowicz**

***SOLIDAGO* L. W ZBIOROWISKACH ODŁOGÓW  
PODLASKIEGO PRZEŁOMU BUGU**

***SOLIDAGO* L. IN FALLOW LAND COMMUNITIES  
OF THE PODLASKI PRZEŁOM BUGU MESOREGION**

*Katedra Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach  
Agricultural Ecology Department, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities*

Badania przeprowadzono w latach 2001–2003 i 2011 r. na odłogach Podlaskiego Przełomu Bugu. Zbadano 310 płatów roślinnych o powierzchni 100 m<sup>2</sup>, w 77 miejscowościach należących do 18 gmin. Wyróżniono cztery grupy wiekowe zbiorowisk wykształconych po zaprzestaniu uprawy: zbiorowiska 1–2-letnich odłogów, zbiorowiska 3–6-letnich, odłogów, zbiorowiska 7–10-letnich odłogów i zbiorowiska ponad 10-letnich odłogów. Przy klasyfikacji zbiorowisk przyjęto zasady zaproponowane przez Matuszkiewicza (2001).

W zbiorowiskach roślinnych Podlaskiego Przełomu Bugu stwierdzono występowanie trzech gatunków z rodzaju *Solidago* L.: *S. virgaurea*, *S. gigantea* i *S. canadensis*. Najczęściej i najliczniej występowały osobniki *Solidago virgaurea*. W zbiorowiskach 1–2-letnich odłogów należących do klasy *Stellarietea mediae Solidago* sp. występuje rzadko. Wzrost pokrycia i liczby płatów *Solidago virgaurea* i *Solidago gigantea* nastąpił w zbiorowiskach 3–6-letnich odłogów należących do klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, *Koelerio-Corynephoretea* i *Artemisietea vulgaris*. Na odłogach 7–10-letnich i starszych wytworzyły się zbiorowiska należące do *Koelerio-Corynephoretea* i *Molinio-Arrhenatheretea*, w ponad połowie tych fitocenoz licznie występowały osobniki *Solidago virgaurea*, pozostałe gatunki z rodzaju *Solidago* rosły bardzo rzadko.

SŁOWA KLUCZOWE: *Solidago* L., zbiorowiska roślinne, odłogi, Podlaski Przełom Bugu

## WSTĘP

Rodzaj *Solidago* L. obejmuje około 130 gatunków (Weber, Jacobs 2005), które cechuje duża zmienność będąca skutkiem mutacji, rekombinacji i poliploidyzacji (Szymura, Wolski 2005). W Polsce wyróżnia się cztery gatunki *Solidago* L.: *S. gigantea* Aiton, *S. canadensis* L., *S. virgaurea* L. i *S. graminifolia* (L.) Elliott oraz odmianę nawłoci kanadyjskiej – *S. altissima*. Gatunkiem rodzimym dla Europy jest *Soldago virgaurea*, zaś trzy pozostałe pochodzą z Ameryki Północnej (Me Neil 1976). W Polsce nawłocie początkowo sadzone były przy pasiekach jako źródło nektaru dla pszczół. Pierwsze rośliny poza uprawą pojawiły się jeszcze w XIX w. w miejscach ruderalnych, na zrębach lasów i w zaroślach łągowych, a ich rozprzestrzenianie na dużą skalę obserwuje się od lat 40. XX w. Nawłocie są uważane za jedno z najbardziej niepożądanych gatunków we florze naszego kraju, gdyż wykazują negatywny wpływ na bioróżnorodność, skutecznie zagłuszając i wypierając gatunki rodzime (Kołaczkowska 2008, Moroń i wsp. 2009). Odłogi, które przez dłuższy czas były nieuprawiane, porosły chwastami, uległy zadarnieniu lub zadrzewieniu, są bardzo podatne na wkraczanie gatunków inwazyjnych (Rola, Rola 2010). Tworzą się na tych obszarach wielkopowierzchniowe nawłociowiska, z których żółto kwitnące byliny rozprzestrzeniają się na okoliczne tereny.

### Cele pracy:

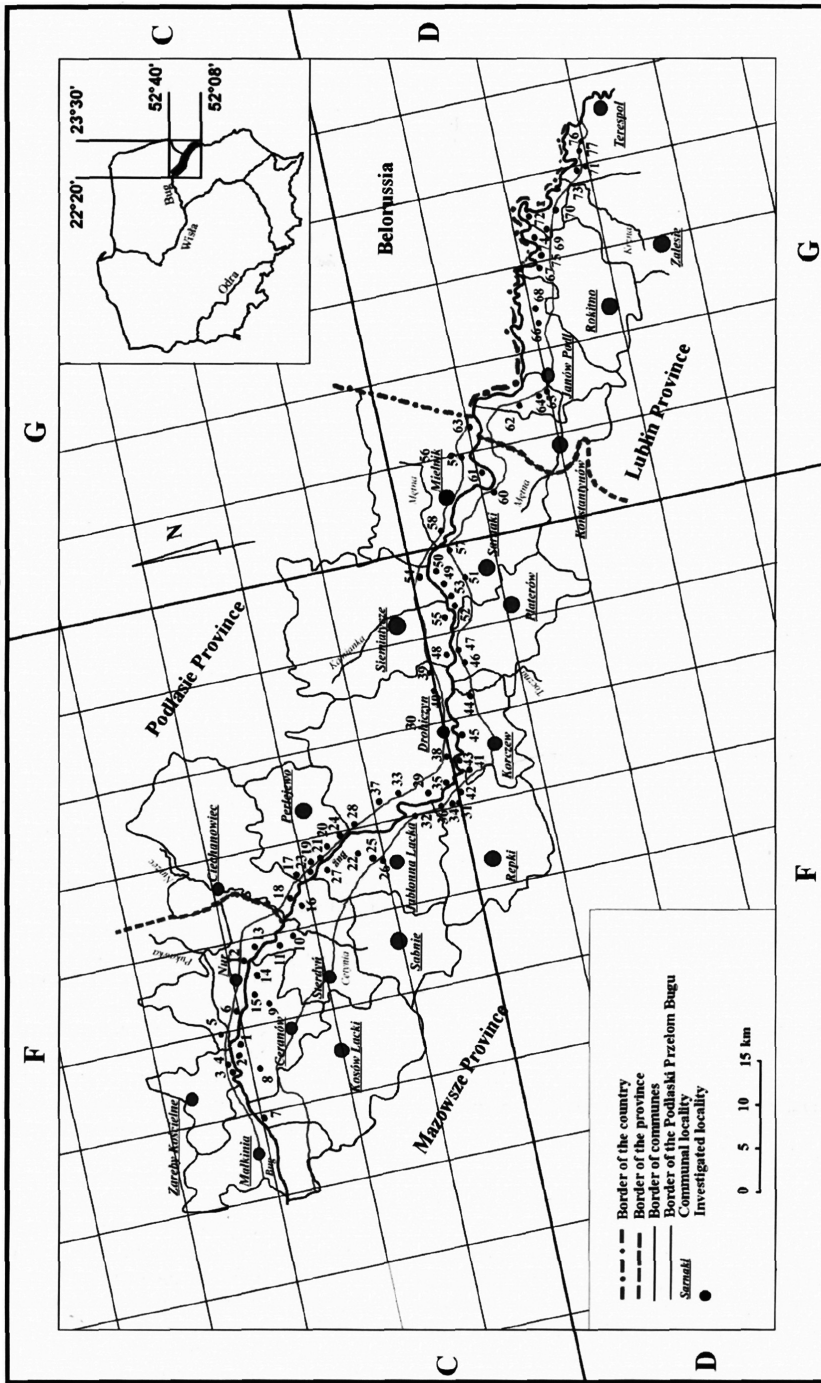
- ocena nasilenia występowania gatunków z rodzaju *Solidago* L. na odłogach Podlaskiego Przełomu Bugu w zależności od okresu od zaprzestania uprawy,
- określenie udziału poszczególnych gatunków z rodzaju *Solidago* L. w zbiorowiskach roślinnych odłogów,
- charakterystyka fitosocjologiczna zbiorowisk z udziałem *Solidago* sp. i wyróżnienie gatunków dominujących w tych zbiorowiskach.

## MATERIAŁ I METODY

### Teren badań

Teren badań położony jest we wschodniej Polsce. W podziale fizjograficznym Kondraciego (2000) znajduje się w mezoregionie Podlaski Przełom Bugu, który należy do Niziny Południowopodlaskiej. Badania przeprowadzono w dolinie Bugu na około 155 km odcinku pomiędzy Polesiem Lubelskim koło Terespoła i Niziną Środkowomazowiecką koło Małkini Górnej (rys. 1). Szerokość doliny na tym terenie wynosi około 5 km. W dolinie Bugu występują dobrze wykształcone tarasy; zalewowy i nadzalewowy. Taras zalewowy wytworzył się 1–2 m nad poziomem rzeki i zbudowany jest głównie z piasków średnioziarnistych pokrytych osadami popowodziowymi w postaci piaszczystych mułów i piasków pylastych. Miejscami występują starorzecza wypełnione osadami organicznymi i namułami. Taras nadzalewowy sięga 3–5 m nad poziom rzeki. W jego granicach występują nieliczne wydmy, pagórki i pola piasków przewianych. Wysoczyzny morenowe zajmują znaczną część badanego terenu poza doliną rzeki, zbudowane są z utworów piaszczysto-żwirowych z fragmentami skalnymi i przewarstwieniami glin zwałowych (Galon 1972, Dylikowa 1973).





Rys. 1. Teren badań  
Fig. 1. Investigated area

Według podziału Gumińskiego (1948) badany obszar należy do dzielnicy podlaskiej. Klimat tego obszaru ma charakter przejściowy od klimatu oceanicznego do kontynentalnego. Obszar ten jest zdecydowanie chłodniejszy niż centralna Polska. Suma rocznych opadów kształtuje się na poziomie 550–600 mm. Na terenie Podlaskiego Przełomu Bugu przeważają gleby słabe, około 86% gruntów ornych należy do żyznych kompleksów przydatności gleb. W gminach terenu badań szacunkowa powierzchnia odłogów wynosi 10 tys. ha (7,9% gruntów ornych). Odłogowanie gleb Podlaskiego Przełomu Bugu ma najczęściej podłoże ekonomiczne i wynika z małych możliwości produkcyjnych tych gleb. Zbiorowiska odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu są bogate florystycznie, zinventoryzowana flora liczy 442 gatunków, wśród których występuje 25 gatunków zagrożonych wyginięciem na Nizinie Południowopodlaskiej (Skrzyczyńska, Stachowicz 2007).

Badania terenowe prowadzono w latach 2001–2003 i 2011 r. na odłogach Podlaskiego Przełomu Bugu. W losowo wybranych płatach roślinnych o powierzchni 100 m<sup>2</sup> wykonano zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta. Określono pH gleby metodą kolorymetryczną Heliga. Zbadano 310 płatów roślinnych, w 77 miejscowościach należących do 18 gmin (rys. 1). Czas, który upłynął od momentu zaprzestania uprawy poszczególnych parceli, określono na podstawie obserwacji własnych i wywiadu z mieszkańcami terenu badań. Wyróżniono cztery grupy wiekowe wykształconych zbiorowisk po zaprzestaniu uprawy: zbiorowiska 1–2-letnich odłogów, zbiorowiska 3–6-letnich odłogów, zbiorowiska 7–10-letnich odłogów i zbiorowiska ponad 10-letnich odłogów. Przy opisie jednostek glebowych posłużono się mapami glebowo-rolniczymi w skali 1:5 tys. Klasyfikacji fitosocjologicznej zbiorowisk dokonano na podstawie „Przewodnika do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski” Matuszkiewicz (2001), a nomenklaturę gatunków podano według Mirka i wsp. (2002).

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Bezpośrednio po zaprzestaniu zabiegów agrotechnicznych na odłogach utrzymują się zbiorowiska z klasy *Stellarietea mediae*. W grupie odłogów 1–2-letnich ponad 80% płatów zaliczono do tej klasy (Stachowicz 2005). Analiza fitosocjologiczna zdjęć wykazała przynależność 46 płatów roślinnych do związku *Panico-Setarion* związanego z uprawami okopowych na ubogich i średnio żyznych glebach piaskowych (tab. 1). Zbiorowiska te budowało 213 gatunków roślin, wśród których odnotowano *Solidago virgaurea* i *Solidago gigantea*. *Solidago virgaurea* wystąpiła w 9 płatach (20% zdjęć), pokrywając glebę od 1 do 10%, zaś *Solidago gigantea* w 3 płatach w pokryciu około 10%. Fitocenozy te wyróżnia występowanie w V klasie stałości: *Stellaria media* (D=350), *Setaria viridis* (D=342), *Conyza canadensis* (D=2036) i *Rumex acetosella* (S=IV, D=665). Zbiorowiska należące do związku *Aperion spicae-venti* utrzymywały się na ubogich glebach wytworzonych z piasków luźnych, słabogliniastych i gliniastych lekkich. Gatunkami decydującymi o ich przynależności fitosocjologicznej były: *Apera spica-venti*, *Scleranthus annuus* i inne. W zbiorowiskach tych wystąpiło 190 gatunków. Z rodzaju *Solidago* odnotowano tylko *Solidago virgaurea* (9% zdjęć) w niewielkim pokryciu (tab. 1). W fitocenozach najmłodszych odłogów dominowały: *Conyza canadensis*, *Elymus repens* i inne.

Dominację gatunków segetalnych na odłogach 1–3-letnich potwierdzają w swych badaniach Kutyna (1997) oraz Duer (1998).

Tabela 1

Table 1

Zbiorowiska 1–2-letnich odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu z udziałem *Solidago sp.*  
(gatunki dominujące)

Communities of 1–2-year-old fallow lands of the Podlaski Przełom Bugu mesoregion with participation of *Solidago sp.* (dominant species)

Klasa – Class	<i>Stellarietea mediae</i> R.Tx., Lohm. et Prsg 1950			
Związek – Alliance	<i>Aperion spicea-venti</i>		<i>Panico-Setarion</i>	
Liczba zdjęć ogółem Number of relevés, in total	34		46	
Liczba zdjęć z udziałem: Number of relevés with participation of:				
<i>Solidago virgaurea</i>	3		9	
<i>Solidago gigantea</i>			3	
Jednostka glebowa – Soil unite	7Bw pl, 6A pgl:pl, 6F ps.pglp		7Bw ps:pl, 6Bw ps.pl, 6F psp.pl	
pH	4,0–6,5		4,0–6,0	
Pokrycie – Cover				
<i>Solidago virgaurea</i>	+		+1,1	
<i>Solidago gigantea</i>			1,1	
Srednia liczba gatunków w zdjęciu Mean number of species in relevé	25		24	
Srednia liczba gat. w zdjęciu z udziałem: Mean number of species in relevé with participation of:				
<i>Solidago virgaurea</i>	33		27	
<i>Solidago gigantea</i>			34	
Liczba gatunków – Number of species	190		213	
Gatunki dominujące: – Dominant species	S	W	S	W
<b><i>Aperion spicae-venti</i></b>				
<i>Apera spica-venti</i>	III	475		*
<i>Scleranthus annuus</i>	III	82		*
<b><i>Panico-Setarion</i></b>				
<i>Setaria pumila</i>		*	V	350
<i>Setaria viridis</i>		*	V	342
<i>Rumex acetosella</i>	III	253	IV	665
<b><i>Centaurealia cyani</i></b>				
<i>Centaurea cyanus</i>	III	143	IV	105
<b><i>Cl. Stellarietea mediae</i></b>				
<i>Conyza canadensis</i>	V	1922	V	2036
<i>Rumex acetosella</i>	III	253	IV	666
<i>Fallopia convolvulus</i>	III	76	III	138
<i>Chenopodium album</i>	III	71	III	150
<i>Viola arvensis</i>	III	59		*
<b><i>Cl. Artemisietea vulgaris</i></b>				
<i>Convolvulus arvensis</i>	IV	157	III	202
<i>Artemisia vulgaris</i>	III	179	III	178
<i>Oenothera biennis</i>	III	179		*
<i>Melandrium album</i>	III	59		*
<b><i>Cl. Koelerio-Corynephoretea</i></b>				
<i>Agrostis capillaris</i>	IV	726	III	638
<i>Hypochoeris radicata</i>	III	156		*
<i>Artemisia campestris</i>	III	56		*
<b><i>Cl. Molinio-Arrhenatheretea</i></b>				
<i>Elymus repens</i>	IV	1731	III	766
<i>Achillea millefolium</i>	IV	289	IV	176
<i>Taraxacum officinale</i>	III	41		*
<b>Inne – Other</b>				
<i>Secale cereale</i>	III	346	III	222
<i>Equisetum arvense</i>	III	331	III	197
<i>Hieracium pilosella</i>	III	137	III	204

\* gatunek występuje w I lub II klasie stałości – species occurs in I and II class of constancy

Na odłogach 3-6-letnich znacząco zmniejsza się udział zbiorowisk ze *Stellarietea mediae*, jednocześnie zwiększa się udział płatów z innych klas fitosocjologicznych: *Artemisietea vulgaris*, *Koelerio glaucae-Corynephoretea canascentis*, *Molinio-Arrhenatheretea*. Częściej rozwijają się również zbiorowiska o charakterze pośrednim, których jednoznaczna klasyfikacja fitosocjologiczna jest niemożliwa (tab. 2). W prezentowanych 156 płatach roślinnych *Solidago virgaurea* występuje w 47 (30% płatów), *Solidago gigantea* odnotowano w 6 płatach, a *Solidago canadensis* w 4 płatach. W porównaniu z odłogami 1-2-letnimi pokrycie analizowanych gatunków wzrasta, w tym głównie *Solidago virgaurea*, który został zaliczony do gatunków dominujących w zbiorowiskach 3-6-letnich odłogów (tab. 2).

Zbiorowiska zakwalifikowane do wyróżnionych klas fitosocjologicznych budowało od 134 gatunków (*Koelerio-Corynephoretea*) do 255 gatunków (*Molinio-Arrhenatheretea*). Na 3-6-letnich odłogach do grupy dominantów zaliczono 40 gatunków, od 15 w zbiorowiskach z klasy *Artemisietea vulgaris* i w zbiorowiskach pośrednich do 21 gatunków w zbiorowiskach z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*.

Z badań Dubiel (1984) nad przemianami roślinnymi odłogów Doliny Wierzbanówki wynika, że w piątym roku odłogowania zaznacza się dominacje wysokich bylin takich, jak: *Solidago virgaurea*, *Hieracium umbelatum* i inne.

Wśród 49 płatów roślinnych 7-10-letnich odłogów nie występują już zbiorowiska segetalne. Notowane są chwasty polne, lecz ich skład gatunkowy w tych zbiorowiskach nie wskazuje jednoznacznie na przynależność do klasy *Stellarietea mediae*. Zmniejsza się również udział zbiorowisk pośrednich w porównaniu z tymi, które wykształciły się na młodszych odłogach. Wzrasta natomiast udział zbiorowisk z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* i *Koelerio-Corynephoretea* (tab. 3). Spostrzeżenia te potwierdzają Malicki i wsp. (2002), Dubiel (1984), Faliński (1986). Zbiorowiska 7-10-letnich odłogów budowało od 118 gatunków (klasa *Koelerio-Corynephoretea*) do 152 (klasa *Molinio-Arrhenatheretea* i zbiorowiska pośrednie). W badanych zbiorowiskach znacząco wzrósł udział i pokrycie *Solidago virgaurea*, notowany był w 51% płatów i *Solidago gigantea*, który stwierdzono w 27% płatów (rys. 2). Wyróżniono 26 gatunków dominujących, wśród których *Solidago virgaurea* osiąga najwyższe pokrycie ( $D = \text{od } 648 \text{ do } 1614$ ). Częstymi składnikami zbiorowisk 7-10-letnich odłogów są fanerofity *Pinus sylvestris* i *Betula pendula*, które tworzą częściowo zwarte zapusty.

Na odłogach starszych niż 10 lat najczęściej rozwijają się zbiorowiska łąkowo-pastwiskowe z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* i zbiorowiska muraw psamofilnych *Koelerio-Corynephoretea*, zmniejsza się udział fitocenoz o nieustalonej przynależności fitosocjologicznej. W zbadanych 28 płatach roślinnych wystąpiło od 78 gatunków w zbiorowiskach należących do *Koelerio-Corynephoretea* do 147 gatunków w zbiorowiskach z *Molinio-Arrhenatheretea* (tab. 4). W ponad 54% płatów odnotowano występowanie *Solidago virgaurea*, którego pokrycie w fitocenozach było zróżnicowane od pojedynczych osobników do dużych skupisk zajmujących znaczne powierzchnie. *Solidago gigantea* rośla w 21% płatów roślinnych, tworząc skupiska osobników na niewielkich powierzchniach. W zbiorowiskach ponad 10-letnich odłogów wyróżniono 28 gatunków dominujących. Wysoką stałość występowania i współczynnik pokrycia we wszystkich zbiorowiskach miały: *Hieracium pilosella*, *Equisetum arvense*, *Betula pendula* i *Pinus sylvestris*, pozostałe 24 przeważały w zbiorowiskach klasy *Molinio-Arrhenatheretea* lub w zbiorowiskach należących do klasy *Koelerio-Corynephoretea*.

Tabela 2  
Table 2

Zbiorowiska 3–6-letnich odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu z udziałem *Solidago sp.* (gatunki dominujące)  
Communities of 3–6-year-old fallow lands of the Podlaski Przełom Bugu mesoregion with participation of *Solidago sp.* (dominant species)

Klasa Class	Zbiorowiska pośrednie – Intermediate community				
	<i>Stellarietea mediae</i> R.Tx., Lohm. et Prsg 1950	<i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm., Prsg et R. Tx. in R. Tx. 1950	<i>Koelerio glaucae-Corynephoretea canescens</i> Klika in Klika et Novak 1941	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> R. Tx. 1937	<i>Stellarietea mediae</i> R. Tx., Lohm. et Prsg 1950, <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> R. Tx. 1937, <i>Koelerio glaucae-Corynephoretea canescens</i> Klika in Klika et Novak 1941, <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohm., Prsg et R. Tx. in R. Tx. 1950
1	2	3	4	5	6
Liczba zdjęć ogółem Number of relevés, in total	23	18	22	24	43
Liczba zdjęć z udziałem: Number of relevés with participation of:					
<i>Solidago virgaurea</i>	3	5	10	4	17
<i>Solidago gigantea</i>		2	3		
<i>Solidago canadensis</i>		2	2		
Jednostka glebowa Soil unit	6 F pgl.pl, 6Bw pgl.ps, 7 Bw ps.pl	7 Bw ps.pl, 6F pglp.pl, 5D pgl.gl	7Bw ps.pl, 6Bw pglp, 6Bw ps.pl, 6F ps.plz	7Bw ps.pl, 6Bw ps. pl	7Bw ps.pl, 6Bw ps.pl, 4B pgmp
pH	4–6	4–7	4–5	4–7	4–6
Pokrycie – Cover					
<i>Solidago virgaurea</i>	+	+; 1,1	+; 1,1; 2,2	+; 1,1; 3,3	+; 1,1
<i>Solidago gigantea</i>		+; 2,2	+; +,2		
<i>Solidago canadensis</i>		+ - 1,1	+		
Średnia liczba gatunków w zdjęciu Mean number of species in relevé	30	28	25	29	26
					6F pgl.pl, 7Bw ps.pl, 6Bw ps.pl
					4–6,5
					+; 2,2; 3,3
					+
					24

Tabela 2 cd.  
Table 2 cont.

1	2		3		4		5		6		7	
	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
Średnia liczba gatunków w zdjęciu z udziałem: Mean number of species in relevé with participation of:												
<i>Solidago virgaurea</i>	34		27	29	32	28						27
<i>Solidago gigantea</i>			23	34								26
<i>Solidago canadensis</i>			36	32								
Liczba gatunków Number of species	194		163	134	255	199						162
Gatunki dominujące: Dominant species	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
<i>Cl. Stellarietea mediae</i>												
<i>Centaurea cyanus</i>	IV	104		*	*	*						*
<i>Setaria pumila</i>	III	326	*	*	*		III		III	398		*
<i>Setaria viridis</i>	III	113	*	*	*		III		III	121		*
<i>Chenopodium album</i>	IV	172	*	*	*		*		*			*
<i>Rumex acetosella</i>	IV	154	*	IV	570		III		III	500		*
<i>Coryza canadensis</i>	V	957	*	IV	466	III	254		V	1492	III	915
<i>Fallopia convolvulus</i>	IV	91	*	*	*		*		III	100		*
<i>Mairicaria maritima</i> spp. <i>inodora</i>	III	226	*	*	*		*		*			*
<i>Viola arvensis</i>	*			III	82				III	119		
<i>Cl. Artemisietea vulgaris</i>												
<i>Artemisia vulgaris</i>	IV	202	IV	1286	III	199			III	739	III	511
<i>Convolvulus arvensis</i>	IV	96	III	345	IV	223			IV	162	IV	140
<i>Oenothera biennis</i>	III	115	III	467	*				IV	446	III	457
<i>Cirsium arvense</i>	III	104	III	550	III	115			III	*	III	365
<i>Hypericum perforatum</i>	*		III	200	III	76			III	120		*
<i>Berteroa incana</i>	*		III	283	*				*		III	768
<i>Melandrium album</i>	*			III	59	III	63		*		III	537
<i>Veronica chamaedrys</i>	*		III	44	*				*		*	*





Tabela 3  
Table 3

Zbiorowiska 7–10-letnich odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu z udziałem *Solidago sp.*  
(gatunki dominujące)  
Communities of 7–10-year-old fallow lands of the Podlaski Przełom Bugu mesoregion  
with participation of *Solidago sp.* (dominant species)

Klasa Class	<i>Koelerio glaucae- Coryneporetea canescentis</i> Klika in Klika et Novak 1941		<i>Molinio- Arrhenatheretea</i> R.Tx. 1937		<i>Koelerio glaucae- Coryneporetea canescentis</i> Klika in Klika et Novak 1941 <i>Molinio- Arrhenatheretea</i> R.Tx. 1937 <i>Artemisiete a vulgaris</i> Lohm., Prsg et R. Tx. in R.Tx. 1950	
1	2		3		4	
Liczba zdjęć ogółem Number of relevés, in total	18		15		16	
Liczba zdjęć z udziałem Number of relevés with participation of:						
<i>Solidago virgaurea</i>	7		11		7	
<i>Solidago gigantea</i>	5		2		6	
Jednostka glebowa Soil unite	7 Bw pl, 6 Bw ps:pl:gl, 6 F plz, 5 Bw pgl:ps		7 Bw ps.pl, 6 F pgl.pl 5 Bw pglp: gl, 4 F pglp:plz		7 Bw ps.pl, 6 Bw ps.pl, 5 Bw pglp . gl, 4 A pgl.gs	
pH	4 – 5.5		4.5 – 7		4 – 6.5	
Pokrycie – Cover						
<i>Solidago virgaurea</i>	+, 1,1; 2,2; 3,3		+, 1,1; 2,2; 3,3		+, 2,2; 3,3	
<i>Solidago gigantea</i>	+, 2,2		+, 2; 2,2		+, 1,1; +,2	
Średnia liczba gatunków w zdjęciu Mean number of species in relevé	22		27		27	
Średnia liczba gatunków w zdjęciu z udziałem: Mean number of species in relevé with participation of:	28		28		28	
<i>Solidago virgaurea</i>						
<i>Solidago gigantea</i>						
Liczba gatunków Number of species	118		152		152	
Gatunki dominujące: Dominant species:	S	W	S	W	S	W
<i>Cl. Koelerio glaucae- Coryneporetea canescentis</i>						
<i>Jasione montana</i>	V	376	*		IV	209
<i>Agrostis capillaris</i>	IV	800	IV	538	V	1487
<i>Corynephorus canescens</i>	IV	676			*	
<i>Solidago virgaurea</i>	III	1493	IV	648	III	1614
<i>Rumex acetosella</i>	IV	294			*	
<i>Artemisia campestris</i>	IV	291	*		*	
<i>Helichrysum arenarium</i>	IV	182	*		*	



Tabela 3 cd.  
Table 3 cont.

1	2		3		4	
<i>Hypochoeris radicata</i>	III	82	III	54	*	
<i>Carlina vulgaris</i>	III	47				
<i>Trifolium arvense</i>	*		*		III	769
<i>Cl. Stellarietea mediae</i>						
<i>Conyza canadensis</i>	IV	359	*		III	778
<i>Cl. Artemisietea vulgaris</i>						
<i>Berteroa incana</i>	III	144	*		III	150
<i>Oenothera biennis</i>	III	418	*		*	
<i>Convolvulus arvensis</i>	III	47	III	77	IV	140
<i>Melandrium album</i>	*		IV	62	III	100
<i>Artemisia vulgaris</i>	*		*		III	189
<i>Hypericum perforatum</i>	*		*		III	157
<i>Cl. Molinio-Arrhenatheretea</i>						
<i>Achillea millefolium</i>	III	368	IV	985	IV	345
<i>Rumex acetosa</i>	III	365	V	496		
<i>Elymus repens</i>	*		III	488	III	972
<i>Plantago lanceolata</i>	*		III	77		
<i>Knautia arvensis</i>			III	46	*	
<b>Inne – Other</b>						
<i>Hieracium pilosella</i>	V	1047	III	400	IV	679
<i>Equisetum arvense</i>	IV	71	III	77	III	417
<i>Betula pendula</i>	III	644	III	988	IV	1432
<i>Pinus sylvestris</i>	V	474	*		V	592

\* gatunek występuje w I lub II klasie stałości – species occurs in I and II class of constancy

## WNIOSKI

1. W zbiorowiskach roślinnych odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu występują trzy gatunki z rodzaju *Solidago L.*: *S. virgaurea*, *S. gigantea* i *S. canadensis*.

2. Spośród gatunków *Solidago L.* na badanych siedliskach najczęściej i najliczniej rosną osobniki populacji *Solidago virgaurea*.

3. Zbiorowiska 1–2-letnich odłogów należą do klasy *Stellarietea mediae* i różnicują się na niższe jednostki syntaksonomiczne w obrębie tej klasy. W płatach tych zbiorowisk *Solidago sp.* występuje rzadko w małym pokryciu.

4. Ze zbiorowisk 3–6-letnich odłogów ustępują gatunki związane z polami uprawnymi, wzrasta zaś udział gatunków charakterystycznych dla półnaturalnych zbiorowisk łąkowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, muraw piaszkowych z klasy *Koelerio-Corynepherea* i ruderalnych należących do klasy *Artemisietea vulgaris*. Wzrasta też liczba płatów z *Solidago virgaurea* i *Solidago gigantea* oraz ich pokrycie.

5. Na odłogach 7–10-letnich i starszych układ oraz strukturę zbiorowisk kształtują gatunki drzewiaste przede wszystkim *Pinus sylvestris* i *Betula pendula*. Tworzące się zbiorowiska należą do klas *Koelerio-Corynepherea* i *Molinio-Arrhenatheretea*. W ponad połowie tych fitocenoz występują liczne populacje *Solidago virgaurea*.

6. Największy udział w pokryciu odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu mają *Elymus repens* i *Coryza canadensis*, najczęściej i najliczniej występują one na odłogach 1–2-letnich. Na odłogach 3–6-letnich dołącza do nich *Agrostis capillaris*. Na starszych odłogach największe pokrycie mają *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Hieracium pilosella* i *Solidago virgaurea*.

## PIŚMIENNICTWO

- Dubiel E., 1984. Dolina Wierzbanówki: 5. Rozwój roślinności na odłogach. Zesz. Nauk. UJ Prace Bot., 12: 97–112.
- Duer I., 1998. Zachwaszczenie w życie ozimym po jednorocznym ugorowaniu. Fragm. Agronom., 5, 98: 137–144.
- Dylikowa E., 1973. Geografia Polski – krainy geograficzne. Warszawa: 434–484.
- Faliński J., 1986. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Wiad. Bot., 30, 1: 25–50, 2: 115–126.
- Galon R., 1972. Geografia Polski. T. II, PWN, Warszawa.
- Gumiński R., 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych Polski. Prz. Meteorol. i Hydrolog., 1.
- Kołaczowska E., 2008. Inwazja obcych gatunków roślin – problem naukowy i praktyczny. Prz. Geogr., 80, 1: 55–73.
- Kondracki J., 2000. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa: 322–324.
- Kutyna I., 1997. Stałość fitosocjologiczna i współczynnik pokrycia gatunków w zbiorowiskach roślinnych na odłogach jednorocznych i trzyletnich. Zesz. Nauk. AR. Szczecin, Rol., 68: 163–177.
- Malicki L., Kurus J., Pałys E., Podstawka-Chmielewska E., 2002. Fitocenoza odłogu na glebie lekkiej i ciężkiej jako element krajobrazu rolniczego. Fragm. Agron., 1/2002: 32–40.
- Me Neil J., 1976. *Solidago* L., [in:] Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Weeb D.A.: Flora Europea. Vol. 4. Cambridge University Press.
- Matuszkiewicz W., 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa: 21–418.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M., 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland – a checklist. – [in:] Z. Mirek (ed.) Biodiversity of Poland 1, s. 442 W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków.
- Moroń D., Lenda M., Skórka P., Szentyörgui H., Settele J., Wojciechowski M., 2009. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. Biological Conservation. 142: 1322–1332.
- Rola J., Rola H., 2010. *Solidago* spp. biowskażnikiem występujących odłogów na gruntach rolnych. Fragm. Agron., 27(3): 122–131.
- Skrzyczyńska J., Stachowicz P., 2007. Flora of fallow lands of the Podlaski Przełom Bugu. Acta Agrobot., 60(1): 175–190.
- Stachowicz P. 2005. Roślinność odłogów Podlaskiego Przełomu Bugu. Praca doktorska (mskr): 5–117.
- Szymura M., Wolski K., 2005. Zagrożenia naturalnych ekosystemów przez ekspansywne byliny północnoamerykańskie na przykładzie *Solidago* L. Inż. Ekol., 12: 162–164.

Weber E., Jakobs G. 2005. Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. Flora 2000(2005): 109–118.

## **SOLIDAGO L. IN FALLOW LAND COMMUNITIES OF THE PODLASKI PRZEŁOM BUGU MESOREGION**

### **S u m m a r y**

Filed studies were carried in years 2001–2003 and in 2011 in fallow lands of the Podlaski Przełom Bugu mesoregion. The aim of the study was to compare the share of species of genus *Solidago* in different communities, depending on the fallow period as well as to assess the occurrence of other species. In addition, the phytosociological characteristics of communities with presence of *Solidago* species was presented and dominant species were identified.

In total, 310 plots of agrophytocenoses from 77 localities were examined. Period of time since the cessation of cultivation was stated. The following age-groups of fallow lands were distinguished: 1–2 years, 3–6 years, 7–10 years and over 10-year-old. Occurrence of three species of genus *Solidago* (*Solidago virgaurea*, *S. gigantea*, *S. canadensis*) in fallow lands of the Podlaski Przełom Bugu mesoregion was observed. *Solidago virgaurea* was noted the most frequently and abundantly. Communities of 1–2-year-old fallow lands were included to the class *Stellarietea mediae*. The share of species of genus *Solidago* in these communities was low. *Solidago virgaurea* was noted in 15% of them (with a little cover), whereas *Solidago gigantea* was recorded only in 4% of plots. The share of segetal species in communities of 3–6-year-old fallow lands decreased. As a result, developing phytocenoses were mainly classified as seminatural meadow and psammophilous communities (classes *Molinio-Arrhenatheretea* and *Koelerio-Corynephoretea*) as well as ruderal phytocenoses of class *Artemisietea vulgaris*. The share of *Solidago virgaurea* was higher in them. The species was noted in 40% of the studied plots. *Solidago gigantea* and *S. canadensis* were also observed in communities of 3–6-year-old fallow lands, however their abundance was low. In the oldest fallow lands, the increase of the role of arborescent plants was observed, especially of *Pinus sylvestris* and *Betula pendula*. The developing communities belong to the class *Koelerio-Corynephoretea* and *Molinio-Arrhenatheretea*. The higher share of *Solidago virgaurea* and *S. gigantea* in their floristic composition was recorded.

*Elymus repens* and *Coryza canadensis* were the most abundantly noted in the studied phytocenoses. They were noted the most frequently in 1–2-year-old fallow lands. In 3–6-year-old fallow lands in addition *Agrostis capillaris* was very common. In the oldest ones a high cover of *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Hieracium pilosella* and *Solidago virgaurea* was observed.

KEY WORDS: *Solidago* L., plant community, fallows, Podlaski Przełom Bugu



**Krystyna Snarska**

**CHWASTY SEGETALNE ZBÓŻ OZIMYCH GMINY  
DOBRZYNIOWO DUŻE W WOJEWÓDZTWIE PODLASKIM**  
**SEGETAL WEEDS OF WINTER CEREALS DISTRICT  
DOBRZYNIOWO DUŻE IN THE PODLASKIE VOIVODSHIP**

*Institut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu*  
*Terenowa Stacja Doświadczalna w Białymstoku*  
*Institute of Plant Protection – National Research Institute in Poznan*  
*Regional Experimental Station in Białystok*

Od 2004 r. Terenowa Stacja Doświadczalna IOR – PIB prowadzi monitoring zachwaszczenia zbóż w gminie Dobrzyniewo Duże. Posługując się metodą Braun-Blanqueta, oceniono łącznie ponad 8,2 ha upraw (824 zdjęcia fitosocjologiczne o powierzchni 10x10 m). W zbożach ozimych obserwowano 376 punktów. Zdjęcia wykonano głównie na glebach: piasek słabogliniasty, piasek luźny, piasek gliniasty lekki, które łącznie stanowiły 77% badanej powierzchni. W kolejnych latach zaobserwowano spadek upraw zbóż ozimych (w 2004 r. stanowiły one 57%, a w 2010 r. 37% w stosunku do ogólnej liczby wykonanych zdjęć w zbożach).

Celem przeprowadzonych badań była ocena zachwaszczenia zbóż ozimych uprawianych w gminie Dobrzyniewo Duże w województwie podlaskim.

Po analizie wszystkich zdjęć stwierdzono, że w zbożach ozimych wystąpiło 129 gatunków chwastów. W kolejnych latach stwierdzono średnio 77 gatunków chwastów. Najczęściej występowały: *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis*, *Conyza canadensis*, *Matricaria inodora*, *Elymus repens*, *Myosotis arvensis* w stopniu stałości V i IV i w III stopniu stałości *Setaria glauca*, *Equisetum arvense*, *Erodium cicutarium*, *Veronica arvensis*, *Vicia hirsuta*. Monitoring zachwaszczenia zbóż będzie kontynuowany w następnych latach.

SŁOWA KLUCZOWE: chwasty segetalne, zboża ozime, Dobrzyniewo Duże

## WSTĘP

Warunki klimatyczno-glebowe w północno-wschodniej Polsce charakteryzuje krótszy okres wegetacyjny, surowszy (o wpływach kontynentalnych) klimat o mroźnych i śnieżnych zimach i suchych okresach letnich. Gleby z przewagą lekkich, słabych i zakwaszonych (dane zaczerpnięte z opracowań Stacji Chemiczno-Rolniczej w Białymstoku oraz map rolniczo-glebowych) ograniczają zestaw roślin, a umożliwiają uprawę zbóż, które zajmują około 75-80%. (Urząd Statystyczny w Białymstoku)

Północno-wschodni region kraju ze względu na dużą lesistość i zachowanie znacznego obszaru w stanie naturalnym stanowi „Zielone Płuca Polski”. Jego znaczną część objęto ochroną prawną Natura 2000, z parkami narodowymi, krajobrazowymi, pomnikami przyrody, unikatową florą i fauną. W takim otoczeniu prowadzenie gospodarki rolnej wymaga szczególnej troski o środowisko. Zachowanie bioróżnorodności przy jednoczesnym wprowadzaniu nowoczesnych technologii w uprawie wymaga szczegółowych informacji na temat stanu środowiska. Takiej informacji dostarcza między innymi monitoring zachwaszczenia pól uprawnych. Określenie składu gatunkowego roślin niepożądanych na danym polu umożliwi zastosowanie właściwych herbicydów w odpowiednich dawkach. Stwarza to możliwości ekonomicznego działania i jednoczesną ochronę środowiska na terenach cennych przyrodniczo.

O zachwaszczeniu zbóż ozimych pisali m.in. Jaskulski i Piasecka (2009). W przeprowadzonym doświadczeniu polowym oceniono i porównano zachwaszczenie ozimych form jęczmienia, pszenicy, pszenżyta i żyta uprawianych na stanowiskach po zbożach jarych i ugorze. Stwierdzono, że zachwaszczenie zbóż ozimych w stanowisku po ugorze jest znacznie większe niż po zbożach jarych, a najsilniej zachwaszczającym się gatunkiem jest pszenica ozima.

Według danych statystycznych w województwie podlaskim spada udział zbóż ozimych w strukturze zasiewów. Spowodowane jest to między innymi wzrostem udziału mieszanek zbóż jarych oraz kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę (Rolnictwo w województwie podlaskim w 2004–2010).

80% udział zbóż w strukturze zasiewów w woj. podlaskim przyczynia się do rozprzestrzeniania i wzrostu znaczenia niektórych gatunków chwastów.

Na zachwaszczenie zbóż ozimych w rejonie Podlasia wpływają: tradycyjny system uprawy roli, zbyt rzadko odnawiany materiał siewny, ograniczanie zabiegów mechanicznych i chemicznych. Badania prowadzone w Suwalskim Parku Krajobrazowym i opracowane przez Korniaka i Hołdyńskiego (2006) wykazały, że we florze segetalnej w ciągu dwudziestu lat nastąpił zanik dwudziestu jeden gatunków rodzimych chwastów związanych z sąsiedztwem pastwisk i muraw kserotermicznych. Jak wykazują prowadzone w innych ośrodkach kilkudziesięcioletnie badania nad dynamiką występowania chwastów w agrocenozach, zmiany jakościowe obserwowane są bardzo rzadko. Częściej zachodzą zmiany ilościowe (Rola 2002).

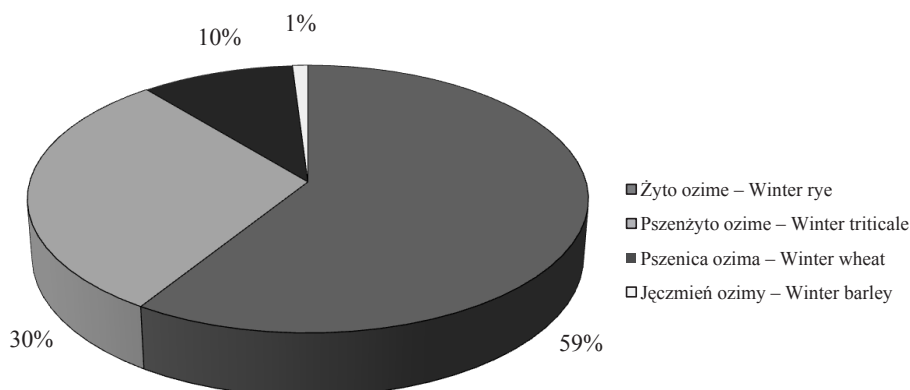
Celem przeprowadzonych badań była ocena składu florystycznego zbóż ozimych uprawianych w gminie Dobrzyniewo Duże w województwie podlaskim.

## MATERIAŁ I METODY

Analizę stanu zachwaszczenia przeprowadzono na podstawie zdjęć fitosocjologicznych, wykonanych w zbożach ozimych w okresie wegetacji. Zdjęcie fitosocjologiczne wykonywano na powierzchni 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m), w którym opisano: warunki siedliskowe, gatunek rośliny uprawnej, jej zwarcie, powierzchnię pola, które zajmuje, gatunki chwastów oraz ich ilościowość według skali Braun-Blanqueta. Ustalono stopnie stałości dla każdego występującego gatunku chwastu (stopnie od I–V, gdzie I oznacza wystąpienie danego gatunku w przedziale od 0,0...1 do 20% zdjęć fitosocjologicznych, II 20,0...1–40%, III 40,0...1–60, IV 60,0...1–80, a V w przedziale od 80,0...1 do 100%) (Pawłowski 1972). W badaniach wykorzystano mapy rolniczo-glebowe w skali 1:5000 i 1:10000. Na ich podstawie wytyczono punkty obserwacji oraz określono gleby, na których uprawiano zboża w gminie Dobrzyniewo Duże. Dane meteorologiczne uzyskano ze Stacji Oceny Odmian COBORU w Łyskach k. Białegostoku.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

W latach 2004–2010 (Snarska 2004, 2009a, 2010, Snarska, Rogało 2006, Snarska, Łozowicka 2009,) w gminie Dobrzyniewo Duże w woj. podlaskim wykonano 824 zdjęcia fitosocjologiczne (łącznie stanowi to powierzchnię 8,24 ha). W zbożach ozimych wykonano 376 zdjęć: w życie ozimym 220 (Snarska 2009b), w pszenżycie ozimym 114, w pszenicy ozimej 38 i w jęczmieniu ozimym.



Rys. 1. Udział (%) poszczególnych gatunków zbóż ozimych  
Fig. 1. Share (%) of each species of winter cereals

W latach 2004–2010 w zbożach ozimych stwierdzono 129 gatunków chwastów. W kolejnych latach zanotowano występowanie średnio 77 gatunków (tab. 1). Najczęściej występującymi gatunkami chwastów są: *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis*, *Conyza canadensis*, *Matricaria inodora*, *Elymus repens*, *Myosotis arvensis*. Znaczna część roślin niepożądanych (79%) występowała w I stopniu stałości (poniżej 20% zdjęć) (tab. 3).

Tabela 1  
Table 1

Liczba zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w latach 2004–2010 w zbożach ozimych  
Phytosociological analysis of revelers taken in the years 2004–2010 in winter cereals

Liczba zdjęć fitosocjologicznych w zbożach ogółem Phytosociological analysis of revelers taken in cereals	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Razem Total
	79	92	101	115	116	151	170	824
Liczba zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w zbożach ozimych Phytosociological analysis of revelers taken in winter cereals	45 (57%)	49 (53%)	51 (52%)	55 (48%)	49 (42%)	65 (43%)	62 (37%)	376 (46%)
Żyto ozime Winter rye	32	32	25	43	25	30	33	220
Pszenżyto ozime Winter triticale	5	12	21	3	18	31	24	114
Pszenica ozima Winter wheat	7	5	5	9	4	4	4	38
Jęczmień ozimy Winter barley	1	–	–	–	2	–	1	4

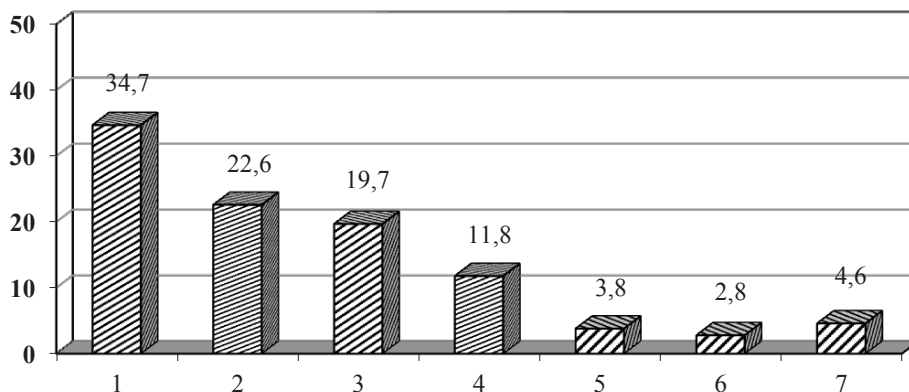
Tabela 2  
Table 2

Liczba gatunków chwastów w latach 2004–2010 w zbożach ozimych  
Number of weed species in the years 2004–2010 in winter cereals

Liczba gatunków chwastów Number of weed species	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Ogólna liczba gatunków chwastów Total number of weed species
	77	78	73	73	65	86	91	129

Zboża ozime w wykonanych zdjęciach uprawiano głównie na glebach lekkich, o znacznym udziale piasku słabogliniastego (rys. 2).





1. ps – piasek słabogliniasty – weakly loamy sand  
 2. pl – piasek luźny – loose sand  
 3. pgl – piasek gliniasty lekki – light loamy sand  
 4. pgm – piasek gliniasty mocny – loamy sand strong  
 5. gl – glina lekka, light clay  
 psp – piasek słabogliniasty pylasty – weakly loamy sand dusty  
 pozostałe – other

Rys. 2. Liczba zdjęć fitosocjologicznych wykonanych na określonym rodzaju gleby (%)

Fig. 2. Number of phytosociological reliefs on a specific type of soil

Tabela 3

Table 3

Gatunki chwastów występujące w zbożach ozimych w okresie 2004–2010

Weed species occurring in winter cereals in the period 2004–2010

Gatunek chwastu Weed species	Liczba wystąpień The number of instances	(%)	Stopień stałości The degree of constancy
1	2	3	4
<i>Centaurea cyanus</i>	306	81,4	V
<i>Apera spica-venti</i>	305	81,1	V
<i>Fallopia convolvulus</i>	295	78,5	IV
<i>Viola arvensis</i>	291	77,4	IV
<i>Conyza canadensis</i>	275	73,1	IV
<i>Matricaria maritima sp. inodora</i>	260	69,1	IV
<i>Elymus repens</i>	251	66,8	IV
<i>Myosotis arvensis</i>	242	64,4	IV
<i>Setaria glauca</i>	218	58	III
<i>Equisetum arvense</i>	182	48,4	III
<i>Erodium cicutarium</i>	177	47,1	III
<i>Veronica arvensis</i>	174	46,3	III
<i>Vicia hirsuta</i>	154	41	III
<i>Rumex acetosella</i>	145	38,6	II
<i>Vicia cracca</i>	143	38	II
<i>Consolida regalis</i>	137	36,4	II
<i>Vicia angustifolia</i>	131	34,8	II

Tabela 3 cd.  
Table 3 cont.

1	2	3	4
<i>Convolvulus arvensis</i>	122	32,4	II
<i>Scleranthus annuus</i>	111	29,5	II
<i>Spergula arvensis</i>	106	28,2	II
<i>Chenopodium album</i>	104	27,7	II
<i>Lapsana communis</i>	101	26,9	II
<i>Sonchus arvensis</i>	94	25	II
<i>Polygonum aviculare</i>	81	21,5	II
<i>Stellaria media</i>	78	20,7	II
<i>Achillea millefolium</i>	77	20,5	II
<i>Galium aparine</i>	77	20,5	II
<i>Agrostemma githago</i>	75	19,9	I
<i>Cirsium arvense</i>	73	19,4	I
<i>Galeopsis tetrahit</i>	73	19,4	I
<i>Artemisia vulgaris</i>	68	18,1	I
<i>Papaver rhoeas</i>	67	17,8	I
<i>Raphanus raphanistrum</i>	67	17,8	I
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	65	17,3	I
<i>Artemisia campestris</i>	64	17	I
<i>Anchusa arvensis</i>	56	14,9	I
<i>Trifolium arvense</i>	49	13	I
<i>Geranium pusillum</i>	44	11,7	I
<i>Trifolium repens</i>	41	10,9	I
<i>Vicia villosa</i>	38	10,1	I
<i>Myosotis stricta</i>	36	9,6	I
<i>Polygonum lapathifolium</i>	36	9,6	I
<i>Polygonum persicaria</i>	36	9,6	I
<i>Melandrium album</i>	35	9,3	I
<i>Arthemis arvensis</i>	33	8,8	I
<i>Avena fatua</i>	31	8,2	I
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	30	8	I
<i>Plantago major</i>	29	7,7	I
<i>Echinochloa crus-galli</i>	27	7,2	I
<i>Trifolium hybridum</i>	26	6,9	I
<i>Vicia tetrasperma</i>	26	6,9	I
<i>Arabidopsis Thaliana</i>	24	6,4	I
<i>Medicago lupulina</i>	24	6,4	I
<i>Rumex crispus</i>	22	5,9	I
<i>Bromus secalinus</i>	21	5,6	I
<i>Taraxacum officinale</i>	20	5,3	I
<i>Anagallis arvensis</i>	18	4,8	I
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	18	4,8	I
<i>Sinapis arvensis</i>	18	4,8	I
<i>Juncus bufonius</i>	17	4,5	I
<i>Rumex obtusifolius</i>	17	4,5	I

Tabela 3 cd.  
Table 3 cont.

1	2	3	4
<i>Mentha arvensis</i>	16	4,3	I
<i>Verbascum nigrum</i>	16	4,3	I
<i>Veronica persica</i>	16	4,3	I
<i>Galinsoga parviflora</i>	15	4	I
<i>Poa annua</i>	15	4	I
<i>Senecio vulgaris</i>	15	4	I
<i>Plantago media</i>	13	3,5	I
<i>Crepis tectorum</i>	12	3,2	I
<i>Alopecurus myosuroides</i>	11	2,9	I
<i>Echium vulgare</i>	11	2,9	I
<i>Lithospermum arvense</i>	11	2,9	I
<i>Oenothera biennis</i>	11	2,9	I
<i>Digitaria ischaemum</i>	10	2,7	I
<i>Plantago lanceolata</i>	10	2,7	I
<i>Rumex acetosa</i>	10	2,7	I
<i>Daucus carota</i>	9	2,4	I
<i>Veronica triphyllos</i>	9	2,4	I
<i>Thlaspi arvense</i>	8	2,1	I
<i>Urtica dioica</i>	8	2,1	I
<i>Cerastium holosteoides</i>	7	1,9	I
<i>Ranunculus repens</i>	7	1,9	I
<i>Tussilago farfara</i>	7	1,9	I
<i>Lotus corniculatus</i>	6	1,6	I
<i>Setaria viridis</i>	6	1,6	I
<i>Achillea ptarmica</i>	5	1,3	I
<i>Digitaria sanguinalis</i>	5	1,3	I
<i>Euphorbia helioscopia</i>	5	1,3	I
<i>Euphorbia exigua</i>	4	1,1	I
<i>Poa pratensis</i>	4	1,1	I
<i>Solanum tuberosum</i>	4	1,1	I
<i>Veronica chamaedrys</i>	4	1,1	I
<i>Agrostis gigantea</i>	3	0,8	I
<i>Allium vineale</i>	3	0,8	I
<i>Barbarea vulgaris</i>	3	0,8	I
<i>Fumaria officinalis</i>	3	0,8	I
<i>Hieracium pilosella</i>	3	0,8	I
<i>Lamium purpureum</i>	3	0,8	I
<i>Melilotus alba</i>	3	0,8	I
<i>Phleum pratense</i>	3	0,8	I
<i>Stachys annua</i>	3	0,8	I
<i>Stachys palustris</i>	3	0,8	I
<i>Vicia sativa</i>	3	0,8	I
<i>Cerastium arvense</i>	2	0,5	I
<i>Chamomilla suaveolens</i>	2	0,5	I

Tabela 3 cd.  
Table 3 cont.

1	2	3	4
<i>Descurainia sophia</i>	2	0,5	I
<i>Equisetum sylvaticum</i>	2	0,5	I
<i>Linaria vulgaris</i>	2	0,5	I
<i>Myosurus minimus</i>	2	0,5	I
<i>Ranunculus acris</i>	2	0,5	I
Samosiewy zbóż	2	0,5	I
<i>Solidago virgaurea</i>	2	0,5	I
<i>Tanacetum vulgare</i>	2	0,5	I
<i>Trifolium aureum</i> Pollich	2	0,5	I
<i>Trifolium pratense</i>	2	0,5	I
<i>Acer platanoides</i> juv.	1	0,3	I
<i>Crepis capillaris</i>	1	0,3	I
<i>Dactylis glomerata</i>	1	0,3	I
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	1	0,3	I
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	0,3	I
<i>Lamium amplexicaule</i>	1	0,3	I
<i>Lathyrus tuberosus</i>	1	0,3	I
<i>Lolium perenne</i>	1	0,3	I
<i>Lolium temulentum</i>	1	0,3	I
<i>Oxalis stricta</i>	1	0,3	I
<i>Papaver argemone</i>	1	0,3	I
<i>Sonchus asper</i>	1	0,3	I
<i>Symphytum officinale</i>	1	0,3	I
<i>Teesdalea nudicaulis</i>	1	0,3	I

Zaobserwowano zwiększoną liczbę gatunków roślin niepożądanych w uprawach zbóż ozimych w sezonach wegetacyjnych 2009 i 2010. Analizując warunki środowiskowe (w tym rozkład i sumę opadów), stwierdzono zwiększone opady w tych okresach (633 mm w 2009 i 728 mm w 2010) (dane meteorologiczne pozyskano ze Stacji Oceny Odmian COBORU w Łyskach K. Białegostoku, opracowanie autora).

## WNIOSKI

1. W latach 2004–2010 w zbożach ozimych uprawianych w gminie Dobrzyniewo Duże stwierdzono występowanie 129 gatunków chwastów.

2. Najczęściej występującymi gatunkami chwastów, o stopniu stałości V i IV były: *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis*, *Conyza canadensis*, *Matricaria inodora*, *Elymus repens*, *Myosotis arvensis* i w III stopniu stałości *Setaria glauca*, *Equisetum arvense*, *Erodium cicutarium*, *Veronica arvensis*, *Vicia hirsuta*. Chwasty występujące w V i IV stopniach stałości stanowią 6,2%, w stopniu I 79% obserwowanych gatunków.

3. W latach 2009–2010 nasilone opady w okresie wegetacji prawdopodobnie spowodowały wzrost liczby zarejestrowanych gatunków chwastów.

4. Zaobserwowano spadek procentowego udziału zbóż ozimych w strukturze zasiewów na terenie powyższej gminy w okresie obserwacji w latach 2004–2010.

## PIŚMIENNICTWO

- Jaskulski D., Piasecka J., 2009. Zachwaszczenie zbóż ozimych w stanowisku po zbożach jarych i ugorze. *Annales UMCS. Agricultura* 64(4): 71–80.
- Korniak T., Hołdyński C., 2006. Zmiany we florze segetalnej upraw zbożowych Suwalskiego Parku Krajobrazowego. *Pam. Puł.*, 143: 106–111.
- Pawłowski B., 1972. Skład i budowa zbiorowisk roślinnych oraz metody ich badania. W. Szafer, K. Zarzycki. *Szata roślinna Polski T. I*. PWN, Warszawa: 237–279.
- Rola H., 2002. Ekologiczne i produkcyjne aspekty ochrony roślin przed chwastami. *Pam. Puł.*, 130: 635–645.
- Rolnictwo w województwie podlaskim w 2004–2010. Urząd Statystyczny w Białymstoku.
- Snarska K., 2004. Monitoring zachwaszczenia – czynnikiem ekologicznego ograniczenia liczebności chwastów w zbożach. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 44(2): 1099–1101.
- Snarska S., Rogala R., 2006. Analiza składu gatunkowego chwastów na przykładzie jednej gminy woj. podlaskiego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 46(2): 277–280.
- Snarska K., Łozowicka B., 2009. Zachwaszczenie zbóż na terenie jednej z gmin woj. podlaskiego. *Pam. Puł.*, 150: 293–305.
- Snarska K., 2009a. Dynamika występowania chwastów w uprawach rolniczych wybranej gminy woj. podlaskiego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 49(4): 1827–1831.
- Snarska K. 2009b. Skład gatunkowy chwastów w uprawie żyta ozimego w wybranej gminie województwa podlaskiego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 49(4): 1832–1837.
- Snarska K., 2010. Zachwaszczenie zbóż bylicą pospolitą (*Artemisia vulgaris*) i owsem głuchym (*Avena fatua*) w wybranej gminie województwa podlaskiego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 50(3): 1400–1404.

## SEGETAL WEEDS OF WINTER CEREALS DISTRICT DOBRZYNIOWO DUŻE IN THE PODLASKIE VOIVODSHIP

### Summary

Since 2004 Regional Experimental Station IOR-PIB has monitored cereal weed in the municipality of Dobrzyniewo Duże. Over 8,2 ha (824 phytosociological relives area 10x10 m) has been rated using the Braun-Blanquet method. In winter cereals 376 points were observed. Phytosociological relevés were taken mainly on the following soils: weakly loamy sand, loose sand, light loamy sand, which together accounted for 77% of the surface. In subsequent years a decline in winter cereal crops has been observed (in 2004 they accounted for 57% and in 2010 37% of the total acreage of cereals).

The aim of this study was to evaluate winter cereals weed growth in the municipality of Dobrzyniewo Duże in Podlasie Province.

Having analyzed all the images it was found that 129 species of weeds occurred in winter cereals. In subsequent years an average of 77 species of weeds were found. The most common were: *Centaurea cyanus*, *Apera spica-venti*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis*, *Erigeron canadensis*, *Matricaria inodora*, *Agropyron repens*, *Myosotis arvense* in V and IV degree of constancy and III degree of constancy of *Setaria glauca*, *Equisetum arvense*, *Erodium cicutarium*, *Veronica arvensis*, *Vicia hirsuta*. Monitoring of weeds in cereals will be continued in subsequent years.

KEY WORDS: segetal weeds, winter cereals, Dobrzyniewo Duże

Magdalena Szymura

**OCENA ZDOLNOŚCI DO ROZMNAŻANIA GENERATYWNEGO  
I WEGETATYWNEGO NAWŁOCI WYSTĘPUJĄCYCH  
W POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ POLSCE**

**EVALUATION OF ABILITY FOR GENERATIVE  
AND VEGETATIVE REPRODUCTION OF GOLDENRODS  
OCCURRED IN POLAND**

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu*

*Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University  
of Environmental and Life Sciences*

Przedmiotem niniejszej pracy jest analiza zdolności rozmnażania generatywnego i wegetatywnego nawłoci. Doświadczenia obejmowały określenie siły i energii kiełkowania nasion oraz zdolności do rozmnażania wegetatywnego. Przy analizie zdolności kiełkowania nasion badano wpływ takich czynników jak: zróżnicowanie gatunkowe, zróżnicowanie pomiędzy populacjami w obrębie gatunku, wiek nasion, termin siewu oraz typ podłoża. Porównano także liczbę pędów otrzymanych z jednej rośliny, wysokość roślin i procent roślin kwitnących otrzymanych z rozmnażania wegetatywnego i generatywnego. Pomiarów wykonano po 2 sezonach wegetacyjnych.

Taksonem, który charakteryzuje się największą liczbą skiełkowanych nasion we wszystkich analizowanych terminach oraz warunkach kiełkowania, jest *Solidago canadensis*. Najslabiej kiełkują nasiona *S. virgaurea*, u tego gatunku stwierdzono również najwięcej nasion zaatakowanych przez patogeny grzybowe. U wszystkich gatunków nawłoci istotny spadek zdolności kiełkowania zaobserwowano już po pierwszym roku przechowywania nasion. Odnotowano istotny wzrost zdolności kiełkowania nasion *S. graminifolia* w ciągu ostatnich 6 lat. *S. graminifolia* wytworzyła także najwięcej potomnych pędów, średnio 8 pędów z 1 sadzonki. Gatunek ten charakteryzuje się również największym procentem kwitnących roślin.

---

Projekt współfinansowany z grantu MNiSW nr N N305 401438

Do cytowania – For citation: Szymura M., 2012. Ocena zdolności do rozmnażania generatywnego i wegetatywnego nawłoci występujących w południowo-zachodniej Polsce. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 103–112.

Uzyskane wyniki potwierdzają tezę, że potencjalny zasięg występowania północnoamerykańskich nawłoci w Europie jest znacznie większy niż rzeczywisty. Dotyczy to głównie *S. graminifolia*, która znajduje się w fazie adaptacji (*lag phase*) lub jej zasięg ograniczony jest przez inne czynniki, niż klimatyczne.

SŁOWA KLUCZOWE: *Solidago*, kiełkowanie nasion, rozmnażanie wegetatywne, rozmnażanie generatywne

## WSTĘP

W Polsce występują cztery gatunki z rodzaju *Solidago* L.: *Solidago gigantea* Aiton (nawłoc późna), *S. canadensis* L. s.l. (n. kanadyjska), *S. graminifolia* (L.) Elliott. (n. wąskolistna) oraz *Solidago virgaurea* L. (n. pospolita), która jest jedynym gatunkiem rodzimym dla Europy. Pozostałe trzy gatunki były sprowadzone jako rośliny ozdobne, z Ameryki Północnej do Londynu, w drugiej połowie XVII w. i zostały przewiezione do ogrodów w różnych częściach Europy (Hitchmough i wsp. 2004). Po niedługim czasie rośliny „uciekły” z hodowli i rozprzestrzeniły się na siedliskach ruderalnych. W ciągu ostatnich kilku dekad znacząco zwiększyły swój zasięg występowania w Polsce (Szymura, Wolski 2006). Obecnie nawłoc późna występuje częściej niż nawłoc kanadyjska, szczególnie w Polsce południowo-zachodniej (Tokarska-Guzik 2003). Nawłoc wąskolistna nie wykazuje takiej ekspansywności jak wymienione wyżej taksony, zasięg tego gatunku obejmuje niewielki, zwarty obszar na Śląsku Opolskim (Guzikowa, Maycock 1986, Dajdok, Nowak 2007), jednak w okresie ostatnich 5 lat zaobserwowano pojawianie się populacji tego gatunku na nowych, odległych stanowiskach.

Kluczowym czynnikiem umożliwiającym ekspansję jest efektywność rozmnażania, w tym zdolność nasion do kiełkowania, a także rozrost wegetatywny (Lambdon i wsp. 2008). Informacji dotyczących tych cech u nawłoci w Europie jest bardzo mało. Dlatego celem niniejszej pracy jest: a) poznanie wpływu różnych czynników na kiełkowanie nasion nawłoci oraz b) określenie różnic we wzroście i rozwoju pomiędzy osobnikami pochodzenia generatywnego a sadzonkami pochodzenia wegetatywnego.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na populacjach 4 gatunków nawłoci (*Solidago canadensis* s.l., *S. gigantea*, *S. graminifolia* i *S. virgaurea*), na terenie południowo-zachodniej Polski. W obrębie *Solidago canadensis* wyróżniane są dwie odmiany: *canadensis* (o liściach cienkich, o owłosieniu występującym tylko na nerwach odśrodkowej strony liścia) i *scabra* (o liściach grubszych, o gęstym owłosieniu odosiowej strony liścia). Rutkowski (2006) w kluczu do oznaczania roślin traktuje ten takson jako osobny gatunek – *Solidago altissima* L., jednak w praktyce rozróżnienie tych taksonów w terenie jest trudne (Weber 2000) i dlatego w tej pracy będą traktowane jako jeden gatunek – *Solidago canadensis*.



## Kielkowanie nasion

Każdy gatunek reprezentowany był przez 3–5 populacji, zależnie od celu poszczególnych analiz i dostępności materiału. We wszystkich populacjach pobierano nasiona z 3 osobników, nasiona z każdego egzemplarza stanowiły pojedynczą próbę. Zgodnie z zaleceniami Webera (2000) nasiona poddano stratyfikacji. W celu poznania wpływu różnych czynników prowadzono doświadczenia lub cykle doświadczeń w okresie 2005–2011 z wykorzystaniem nasion zbieranych w latach 2004–2010. Analizy kiełkowania przeprowadzano w temperaturze pokojowej na bibule, dla 100 nasion na szalce, po 3 powtórzenia dla każdej próby. Do analiz wymagających porównania kiełkowania nasion zebranych w różnym czasie (różne lata zbioru, różne pory roku) nasiona pobierano z tych samych populacji. Przeprowadzono badania następujących czynników:

- Różnice pomiędzy gatunkami: doświadczenia prowadzono w okresie 2005–2010, analizowano tylko nasiona przechowywane nie dłużej niż rok. Określono energię (liczbę nasion skielkowanych po 3 dniach) oraz siłę (liczbę nasion skielkowanych po 21 dniach) kiełkowania. Określono także udział procentowy nasion porażonych przez grzyby.
- Wpływ wieku nasion na ich kiełkowanie. Badano nasiona 1-, 2-, 3- i 4-letnie. Przed wysiewem – nasiona zebrane w różnych latach były przechowywane przez odpowiedni okres czasu w nie ogrzewanym pomieszczeniu.
- Zmiana zdolności kiełkowania badanych gatunków w różnych latach. Porównano wyniki kiełkowania nasion zebranych w listopadzie w 2004 oraz 2010 r. i poddanych próbie kiełkowania odpowiednio w marcu 2005 oraz 2011 r.
- Różnice pomiędzy nasionami opadłymi jesienią i wiosną. Porównano kiełkowanie nasion nawłoci zebranych w listopadzie (jesień) oraz w marcu (wiosna) i poddanych próbie kiełkowania odpowiednio w styczniu i maju.
- Zróznicowanie pomiędzy populacjami w obrębie poszczególnych gatunków. Analizowano populacje rozwijające się w różnych siedliskach (opuszczone pola uprawne, zarastające łąki, lasy).
- Wpływ różnego typu podłoża na kiełkowanie nasion. Porównanie zdolności kiełkowania nasion na bibule, na szalkach oraz w glebie, w doniczkach. Nasiona w doniczkach przysypano 0,5 cm warstwą gleby.

W doświadczeniach opisanych w podpunktach od b do f obliczano tylko procent skielkowanych nasion.

## Porównanie wzrostu i rozwoju sadzonek wegetatywnych oraz osobników pochodzenia generatywnego

Aby określić, czy rośliny otrzymane drogą rozmnażania wegetatywnego i generatywnego różnią się pod względem: wysokości, liczby pędów i kwitnienia, posadzono do doniczek wiosną (kwiecień) 2009 r. pobrane z populacji terenowych młode rośliny mające 3–4 liście (rozmnażanie wegetatywne) oraz siewki otrzymane z nasion posianych na glebie w listopadzie 2008 (rozmnażanie generatywne). Dla każdego gatunku analizowano po 10 siewek i sadzonek. Pomiaru wykonano we wrześniu 2010 r.

Przy wszystkich analizach różnice pomiędzy badanymi parametrami określano za pomocą analizy wariancji oraz testu NIR.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Jedną z hipotez tłumaczących silne rozprzestrzenianie się gatunków obcego pochodzenia na nowym terytorium jest hipoteza „ucieczki od wrogów” (Blossey, Noetzold 1995, Shea, Chesson 2002). Według tej hipotezy antropofity w nowym zasięgu występowania charakteryzują się lepszą zdrowotnością, osiągają większe rozmiary, produkują lepszej jakości nasiona, ponieważ nie muszą inwestować energii w obronę przed naturalnymi wrogami. Wyniki wskazują, że gatunki obcego pochodzenia – *Solidago canadensis*, *S. gigantea* i *S. graminifolia* produkują nasiona o większej zdolności kiełkowania niż gatunek rodzimy (*S. virgaurea*), którego nasiona w największym stopniu są zaatakowane przez grzyby (15,3%). Największą siłę i energię kiełkowania odnotowano w przypadku nasion *Solidago canadensis*. Gatunek ten wykazuje zarówno największą liczbę nasion skielkowanych po 3, jak po 21 dniach (tab. 1). Różnice między taksonami są istotne statystycznie.

Tabela 1  
Table 1

Procent nasion nawłoci skielkowanych po 3, 7, 14 i 21 dniach od siewu oraz procent nasion zakażonych grzybami  
Percent of germinated seeds after 3, 7, 14 and 21 days from sowing and percent of seeds infected by fungus

Gatunek Species	N	3 dni 3 days		7 dni 7 days		14 dni 14 days		21 dni 21 days				Zakażone Infected	
		SR	OS	SR	OS	SR	OS	SR	OS	min	max	SR	OS
<i>S. canadensis</i>	64	18,9	24,0	30,2	25,2	36,7	26,6	40,2	27,4	0,0	93,0	7,5	12,1
<i>S. gigantea</i>	75	9,1	14,0	21,2	20,8	30,8	26,2	34,3	28,3	0,0	85,0	4,1	11,8
<i>S. graminifolia</i>	32	5,0	12,7	12,5	17,3	24,0	19,1	25,5	20,4	0,0	73,0	1,1	2,7
<i>S. virgaurea</i>	31	2,4	7,7	6,4	10,6	7,3	11,7	7,3	11,8	0,0	46,0	15,3	19,6

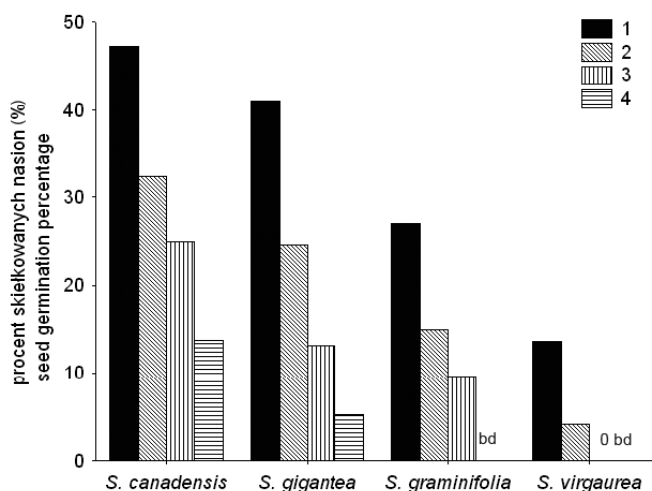
N – liczba prób SR – średnia, OS – odchylenie standardowe, min – minimum, max – maksimum

N – number of measurements, SR – mean, OS – standard deviation, min – minimum, max – maximum

Wiele gatunków chwastów tworzy trwałe bank nasion w glebie, którego skład zmienia się w kolejnych latach na skutek procesów: kiełkowania, starzenia się i śmierci, zjadania nasion przez zwierzęta lub dopływu nowych porcji nasion (Wilson 1988, Simpson i wsp. 1989, Falińska i wsp. 1994, Radosevich i wsp. 1997). Nasiona niektórych chwastów zachowują zdolność kiełkowania do kilkudziesięciu lat. W przypadku wszystkich gatunków nawłoci nie wydaje się, aby były one zdolne tworzyć trwałe bank nasion: istotny spadek zdolności kiełkowania zaobserwowano już po 1 roku przechowywania nasion (rys. 1). Tendencja ta zachowuje swoją istotność w następnych latach.

W ostatnich dwóch dekadach obserwowane jest zwiększanie się zarówno zasięgu, jak i liczebności populacji nawłoci w Europie (Guzikowa, Maycock 1986, Pyšek 1998, Tokarska-Guzik 2003, Chytrý i wsp. 2005, Lambdon i wsp. 2008, Chytrý i wsp. 2009). Dotyczy to zwłaszcza *S. graminifolia*, gatunku którego zasięg przez okres blisko 150 lat, które upłynęły od jej introdukcji, obejmował zwarty obszar w okolicach Niemodlina. W ciągu ostatnich dziesięciu lat obserwowane są liczne, nowe stanowiska tego gatunku (Dajdok, Nowak 2007). Analiza kiełkowania nasion *S. graminifolia* zebranych w 2010 r. wykazała istotnie wyższą wartość niż w przypadku nasion zebranych 6 lat wcześniej

(rys. 2), co może wskazywać, że ten gatunek pokonał kolejną barierę w procesie inwazji (Pyšek, Richardson 2008) – barierę rozprzestrzeniania się. Różnice w kiełkowaniu nasion innych gatunków nawłoci zebranych w 2004 i 2010 r. nie są istotne statystycznie.

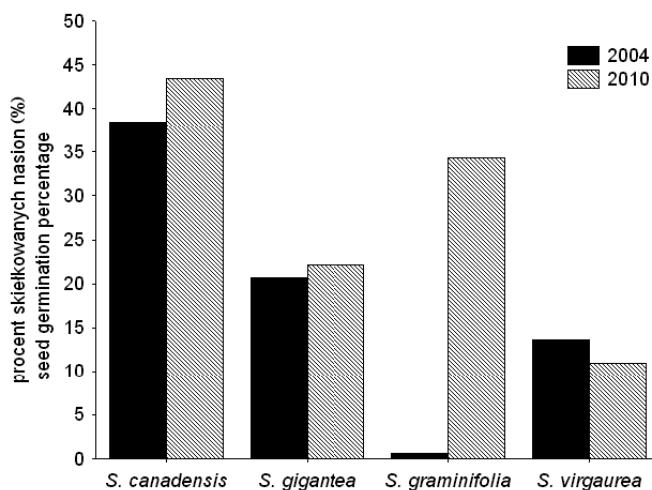


1, 2, 3, 4 – liczba lat przechowywania nasion, bd – brak danych.

1, 2, 3, 4 – number of years of storage the seeds, bd – no data available

Rys. 1. Kiełkowanie nasion nawłoci w zależności od czasu przechowywania nasion

Fig. 1. Germination of goldenrods seeds in relation to time of storage the seeds



Rys. 2. Kiełkowanie nasion nawłoci zebranych w 2004 i 2011 roku

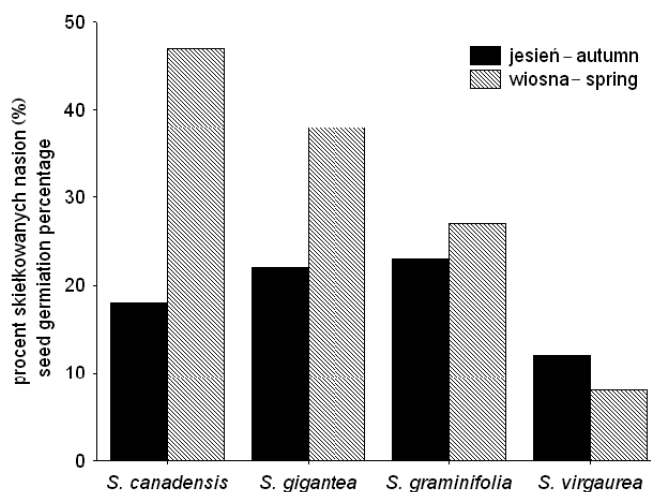
Fig. 2. Germination of goldenrods seeds collected in 2004 and 2011 year

Nawłocie produkują bardzo dużą liczbę nasion (od 1100 do 25 000 na pędzie (Moravcová i wsp. 2010), a znaczna część z nich pozostaje na pędach do wiosny. Wyniki porównania zdolności kiełkowania nasion zebranych jesienią i wiosną wykazały, że na-

siona *S. canadensis* i *S. gigantea* zebrane wiosną kiełkują lepiej (rys. 3) i są w mniejszym stopniu porażone przez grzyby niż nasiona zebrane jesienią. W przypadku *S. graminifolia* i *S. virgaurea* różnice są nieistotne statystycznie.

Badane gatunki, z wyjątkiem *Solidago graminifolia*, charakteryzują się szerokim zasięgiem występowania. W ich przypadku różnice w kiełkowaniu nasion pobranych z różnych stanowisk na Dolnym Śląsku są istotne: *S. canadensis* ( $F=14,08229$ ,  $p=0,000052$ ), *S. gigantea* ( $F=11,66615$ ,  $p=0,000069$ ) i *S. virgaurea* ( $F=27,23526$ ,  $p=0,001593$ ). Różnice nie były istotne w przypadku *S. graminifolia* ( $F=4,042695$ ,  $p=0,058324$ ). Brak zróżnicowania pomiędzy populacjami u tego ostatniego taksonu można powiązać z jego zwartym, ograniczonym zasadniczo do Śląska Opolskiego zasięgiem.

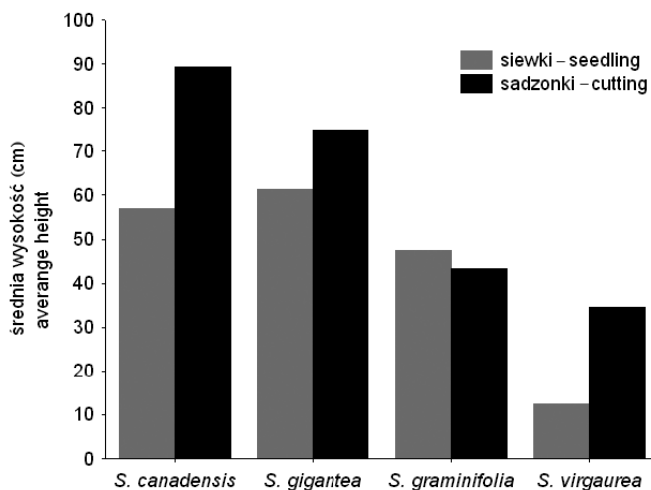
Podłoże użyte do próby kiełkowania ma wpływ na zdolność kiełkowania nasion wielu gatunków roślin. Zdolność kiełkowania w warunkach laboratoryjnych (na bibule) była wyższa od liczby wschodów nasion posianych w glebie (Dąbrowski, Pawluśkiewicz 2011, Domaradzki, Korpala 2009), jednakże skład granulometryczny podłoża nie miał już istotnego wpływu na liczbę wschodów *Lolium perenne* (Dąbrowski, Pawluśkiewicz 2011). W przypadku nawłoci zdolność kiełkowania nasion na szalkach (na bibule) i w doniczkach (gleba) nie różniły się istotnie u wszystkich gatunków (szczegółowe wyniki testów nie pokazane).



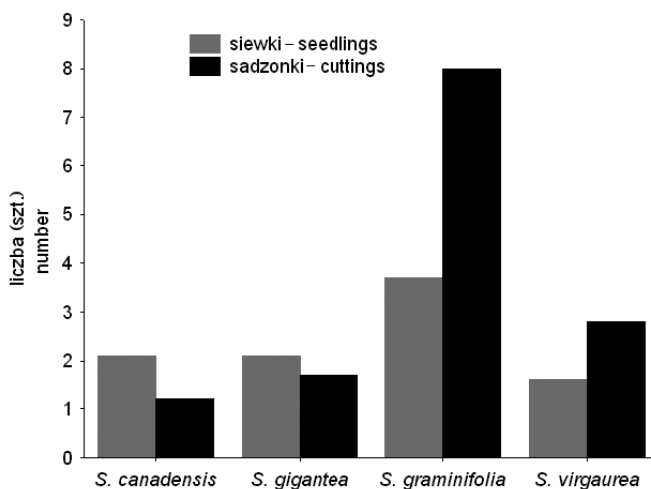
Rys. 3. Kielkowanie nasion nawłoci zebranych jesienią i wiosną  
Fig. 3. Germination of goldenrods seeds collected in autumn and spring

W doświadczeniu dotyczącym zdolności do rozrostu wegetatywnego i rozmnażania generatywnego wszystkie rośliny, zarówno otrzymane z nasion, jak i z sadzonek, przeżyły dwa sezony wegetacyjne (od kwietnia 2009 r. do września roku 2010). Odnotowano większą wysokość pędów *S. canadensis* i *S. virgaurea* w przypadku egzemplarzy pochodzenia wegetatywnego (rys. 4), u pozostałych gatunków różnice nie były istotne statystycznie. Najwięcej pędów otrzymano z 1 rośliny *S. graminifolia*, zarówno w przypadku siewek (średnio 8 pędów), jak i sadzonek (średnio 3,7) (rys. 5). Różnice pomiędzy

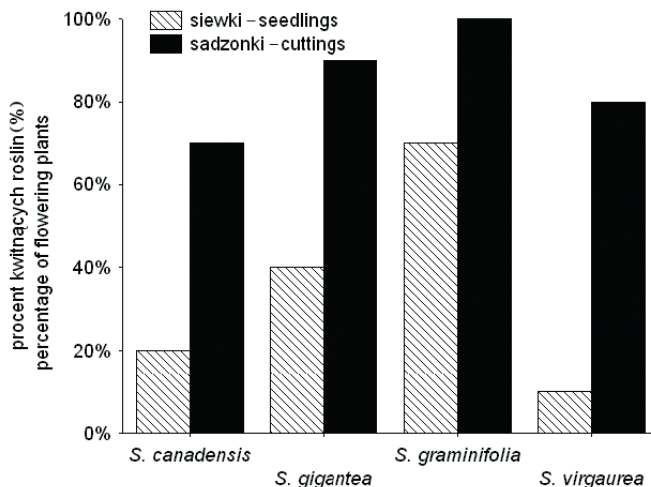
liczbą pędów uzyskanych z siewek i sadzonek u tego gatunku są istotne statystycznie, u pozostałych gatunków różnice nie są istotne. Rośliny pochodzenia wegetatywnego kwitły częściej niż siewki w przypadku wszystkich gatunków nawłoci, z wyjątkiem *S. graminifolia*. U tego gatunku odnotowano także 100% kwitnących roślin, pochodzących z rozmnażania wegetatywnego (rys. 6).



Rys. 4. Wysokość pędów nawłoci otrzymanych z siewek i sadzonek  
Fig. 4. Height of goldenrods shoots obtained out of seedlings and cuttings



Rys. 5. Liczba pędów nawłoci otrzymanych z siewek i sadzonek  
Fig. 5. Number of shoots of goldenrods obtained out of seedlings and cuttings



Rys. 6. Kwitnienie nawłoci otrzymanych z siewek i sadzonek  
 Fig. 6. Flowering of goldenrods obtained out of seedlings and cuttings

## WNIOSKI

1. Największą zdolnością kiełkowania nasion charakteryzuje się *Solidago canadensis*, zaś najniższą *S. virgaurea*, u tego gatunku stwierdzono także największy procent nasion zarażonych grzybami.

2. U wszystkich gatunków nawłoci zdolność kiełkowania nasion maleje wraz z czasem ich przechowywania.

3. W przypadku *Solidago graminifolia* zaobserwowano istotnie większą zdolność kiełkowania nasion w roku 2010 w porównaniu z rokiem 2004. Zjawiska tego nie obserwowano u innych taksonów. Wzrost zdolności kiełkowania można wiązać z obserwowanym ostatnio poszerzeniem zasięgu występowania nawłoci wąskolistnej.

4. Nasiona *S. canadensis* i *S. gigantea* zebrane wiosną kiełkują lepiej, od nasion zebranych jesienią, zaś u gatunków *S. graminifolia* i *S. virgaurea* różnice są nieistotne.

5. W przypadku *S. canadensis*, *S. gigantea* i *S. virgaurea* populacje różnią się istotnie zdolnością kiełkowania nasion. Różnic nie stwierdzono u *S. graminifolia*.

6. Nasiona nawłoci kiełkują równie dobrze na szalkach (na bibule), jak i w doniczkach (gleba).

7. Rośliny pochodzenia wegetatywnego charakteryzują się większą wysokością gatunków *Solidago canadensis* i *S. virgaurea* oraz większą liczbą pędów w przypadku *S. graminifolia* od siewek pochodzących z nasion. Rośliny pochodzenia wegetatywnego kwitły częściej niż siewki w przypadku wszystkich gatunków nawłoci, z wyjątkiem *S. graminifolia*.

## PIŚMIENNICTWO

- Blossey B., Noetzold R., 1995. Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *Journal of Ecology*, 83: 887–889.
- Chytrý M., Pyšek P., Wild J., Pino J., Maskell L.C., Vilá M., 2009. European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. *Diversity and Distributions*, 15: 98–107.
- Chytrý M., Pyšek P., Tichý L., Knollová I., Danihelka J., 2005. Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. *Preslia*, 77: 339–354.
- Dajdok Z., Nowak A., 2007. *Solidago graminifolia* in Poland: spread and habitat preferences, [in:] *Plant Invasions: Human perception, ecological impacts and management*, Tokarska-Guzik B., Brock J.H., Brundu G., Child, L., Daehler C.C., Pyšek P. (red.) 101–116. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Dąbrowski P., Pawluśkiewicz B., 2011. Wpływ warstwy wierzchniej podłoża o różnej zawartości piasku na rozwój wybranych odmian *Lolium perenne* L. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 51: 27–35.
- Domaradzki M., Korpala W., 2009. Analiza kiełkowania nasion otoczonych rzodkiewki z zastosowaniem czterech wybranych rodzajów podłoża. *Inż. Rol.*, 2(111): 27–33.
- Falińska K., Jankowska-Błaszczuk M., Szydłowska J. 1994. Bank nasion w glebie a dynamika roślinności. *Wiad. Bot.*, 38(1/2): 35–46.
- Guzikowa M., Maycock P.F., 1986. The invasion and expansion of three North American species of goldenrod (*Solidago canadensis* L. *sensu lato*, *S. gigantea* Ait. and *S. graminifolia* (L.) Salisb. in Poland. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 55(3): 367–384.
- Hitchmough J., de la Fleur M., Findlay C. 2004. Establishing North American prairie vegetation in urban parks in northern England. Part 1. Effect of sowing season, sowing rate and soil type, *Landscape and Urban Planning*, 66: 75–90.
- Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu J., Celesti-Grappo L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vilá M., Zikos A., Roy D., Hulme P., 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*, 80: 101–149.
- Moravcová L., Pyšek P., Jarošík V., Havlíčková V., Zákavský P., 2010. Reproductive characteristics of neophytes in the Czech Republic: traits of invasive and non-invasive species. *Preslia*, 82: 365–390.
- Pyšek P., 1998. Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison. *Journal of Biogeography*, 25: 155–163.
- Pyšek P., Richardson D.M., 2008. *Invasive Plants*, [w:] *Ecological Engineering*. S.E. Jorgensen, B.D. Fath (red.) Vol. [3] of *Encyclopedia of Ecology: 2011–2020*. Oxford: Elsevier.
- Radosevich S., Holt J., Ghersa C. 1997. *Weed ecology: implications for management*. John Wiley and Sons, Inc.
- Rutkowski L., 2006. *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*. PWN, Warszawa.
- Shea K., Chesson P. 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 17: 170–176.
- Simpson R.L., Allessio Leck M., Parker V.T., 1989. *Seed Banks: General Concepts and Methodological Issues*, [w:] *Ecology of Soil Seed Banks*, Allessio Leck M., Parker V.T., Simpson R.L. (red.), Academic Press, Inc.: 3–8.



- Szymura M., Wolski K., 2006. Zmiany krajobrazu pod wpływem ekspansywnych bylin północno-amerykańskich z rodzaju *Solidago* L. Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe, Problemy Ekologii Krajobrazu, Warszawa, tom XVI/1: 451–460.
- Tokarska-Guzik B., 2003. The expansion of some alien plant species (neophytes) in Poland, [in:] Child L.E., Brock J.H., Brundu G., Prach K., Pyšek P., Wade P.M., Williamson M. (red.), Plant Invasions: Ecological Treats and Management Solutions. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands: 147–167.
- Weber E., 2000. Biological flora of Central Europe: *Solidago altissima* L. Flora, 195: 123–134.
- Wilson R.G. 1988. Biology of weed seeds in the soil. [in:] Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches, Altieri M.A., Liebman M. (ed.), CRC Press, Inc., 3: 25–39.

## EVALUATION OF ABILITY FOR GENERATIVE AND VEGETATIVE REPRODUCTION OF GOLDENRODS OCCURRED IN POLAND

### Summary

The subject of this paper is to present relationships between reproduction ways and areas of occurrence of individual *Solidago* taxa. The experiment included to the term energy and power of germination of seeds and vegetative propagation ability of goldenrods taxa. In analysis the germination of seeds there were examined: the time elapsed since the collection of seeds, the term of sowing and substrate on percentage of germinated seeds. The number of shoots received from one plant shoot's height and percent of flowering plants obtained from vegetative and generative reproduction after two vegetation seasons.

Taxon, which characterized of the highest number of germinated seeds in all analyzed terms and conditions is *Solidago canadensis*. The least germination ability was observed in *S. virgaurea* seeds, this species had also the most seeds attacked by fungal pathogens. There was a significant increase in germination if seeds of *S. graminifolia* in last 6 years. The most shoots out of one plant after two vegetation seasons produced *S. graminifolia*. This species characterized also the highest percent of flowering plants. The significant decrease of the seeds germination were observed for all *Solidago* species after first year of storage the seeds.

Presented results confirm the thesis, that the potential range of the North American goldenrods in Europe is much larger than the actual. This refers mainly to *S. graminifolia*, what species is in the adaptation phase (lag phase) or its range is limited by other factors than climate.

KEY WORDS: *Solidago*, seed germination, vegetative reproduction, generative reproduction



Czesława Trąba<sup>1</sup>, Paweł Wolański<sup>1</sup>, Jan Majda<sup>2</sup>

**WYSTĘPOWANIE *SOLIDAGO GIGANTEA* AITON  
W ZBIOROWISKACH ROŚLINNYCH TOWARZYSZĄCYCH  
PLANTACJOM *SALIX VIMINALIS* L. I *SALIX CORDATA*  
'*AMERICANA*' HORT W WOJEWÓDZTWIE PODKARPACZYM  
NA TLE NIEKTÓRYCH CZYNNIKÓW EKOLOGICZNYCH**

**OCCURRENCE OF *SOLIDAGO GIGANTEA* AITON IN PLANT  
COMMUNITIES ACCOMPANYING PLANTATIONS OF *SALIX*  
*VIMINALIS* L. I *SALIX CORDATA* '*AMERICANA*' HORT  
IN PODKARPACIE PROVINCE VS. SELECTED  
ECOLOGICAL FACTORS**

<sup>1</sup>*Katedra Agroekologii i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Rzeszowski  
Department Agroecology and Landscape Architecture, University of Rzeszów*

<sup>2</sup>*Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski  
Department of Plant Production, University of Rzeszów*

W latach 2005–2009 prowadzono badania geobotaniczne na różnowiekowych plantacjach *Salix viminalis* i *Salix cordata* '*Americana*' założonych na różnych stanowiskach (po polu uprawnym, po łące) i na różnych rodzajach gleb województwa podkarpackiego (południowo-wschodnia Polska). Na podstawie 163 zdjęć fitosocjologicznych wykonanych na plantacjach *Salix viminalis* i 78 *Salix cordata* '*Americana*' przedstawiono udział *Solidago gigantea* w zbiorowiskach towarzyszących obu gatunkom wiklin. Z kolei zdjęcia, w których występowała *Solidago gigantea* (49 wykonanych w *Salix cordata* '*Americana*' i 86 w *Salix viminalis*), stanowiły podstawę obliczeń średnich wartości wskaźników ekologicznych L, T, F, R i N. Zwrócono uwagę na zakres i przedziały optymalne poszczególnych wskaźników dla zdjęć, w których występowała *Solidago gigantea*.

Udział *Solidago gigantea* w badanych zbiorowiskach roślinnych zależał od gatunku wikliny, stanowiska, w jakich zostały założone plantacje, rodzaju gleby i czynników ekologicznych ocenionych metodą fitoindykacyjną, a w niewielkim stopniu od wieku plantacji. Niezależnie od stanowiska

---

Do cytowania – For citation: Trąba Cz., Wolański P., Majda J., 2012. Występowanie *Solidago gigantea* Aiton w zbiorowiskach roślinnych towarzyszących plantacjom *Salix viminalis* L. i *Salix cordata* '*Americana*' hort w województwie podkarpackim na tle niektórych czynników ekologicznych, Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 113–126.

i rodzaju gleby *Solidago gigantea* liczniej występowała na plantacjach *Salix cordata* 'Americana' niż *Salix viminalis*. Wyniki analiz fitoindykacyjnych opracowane statystycznie potwierdzają preferencje *Solidago gigantea* co do nasłonecznienia, warunków termicznych i edaficznych, ustalone przez Ellenberga i Zarzyckiego. Wyjątek stanowi odczyn gleby, wobec którego omawiany gatunek zachowuje się niejednoznacznie.

SŁOWA KLUCZOWE: *Solidago gigantea*, *Salix viminalis*, *Salix cordata* 'Americana', fitoindykacja, siedlisko polne, siedlisko łąkowe, płat roślinny

## WSTĘP

Wnikanie gatunków obcych do rodzimych zbiorowisk roślinnych jest zjawiskiem częstym (Adamowski i wsp. 1998). Najłatwiej osiedlają się one na siedliskach antropogenicznych. Około 300 gatunków obcych przybyło na teren Polski już po XV w. Spośród nich ponad 20% to taksony inwazyjne. Proces synantropizacji najslabiej zaznacza się w północno-wschodnich regionach Polski (Mazury i Suwalszczyzna), a najmocniej w południowych i południowo-zachodnich, głównie wzdłuż dolin Odry i Wisły (Tokarska-Guzik 2003).

Gatunkiem inwazyjnym pochodzącym z Kanady i USA, zadomawiającym się w Polsce od XIX w., jest nawłóć późna *Solidago gigantea*. Występuje ona na terenie całego kraju (Zajac, Zajac 2001). Okazało się, że populacje tego taksonu osiadłe w odmiennych szerokościach geograficznych różnią się między sobą, co wynika z ich adaptacji do warunków istniejących w nowym siedlisku (Weber, Schmid 1998).

Europejskie populacje *Solidago gigantea* należą do tetraploidalnego podgatunku ssp. *serotina*. Gatunek ten, obok *Solidago canadensis*, jest charakterystyczny dla zespołu *Rudbeckio-Solidaginetum*. Poza tym występuje także licznie i z wysoką stałością w wielu innych ugrupowaniach roślinnych (Woźniak 2001). Zdaniem autorki ciągle niewiele wiadomo o zmianach, jakie *Solidago gigantea* i *S. canadensis* wywołują w zbiorowiskach naturalnych i półnaturalnych. Ponadto gatunki te rzadko można spotkać wśród pionierskich, nawet na siedliskach nieużytków przemysłowych.

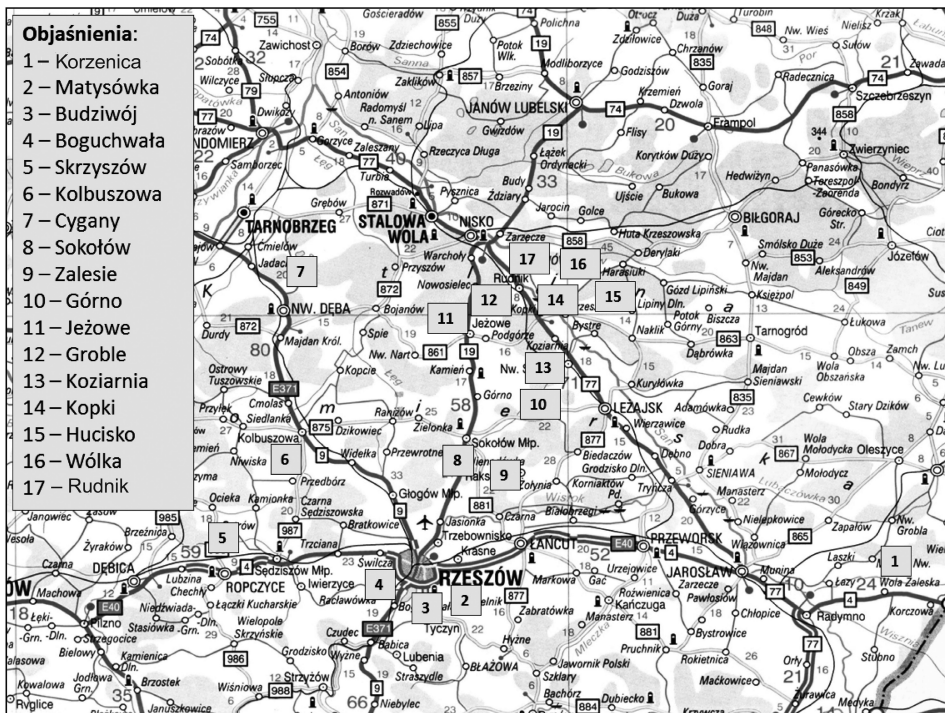
Badania nad dynamiką rozprzestrzeniania się w Europie gatunków z rodzaju *Solidago* prowadził Weber (1998), który podjął się także próby opracowania modeli ich inwazji.

W ostatnich dziesięcioleciach wzrasta liczebność *Solidago gigantea*, która zajmuje nowe stanowiska w różnych regionach Polski (Zarzycki i wsp. 2002). Razem z *Solidago canadensis* opanowują zarówno grunty orne, jak i łąki wyłączone z użytkowania rolniczego (Błońska i wsp. 2007, Węgrzynek i wsp. 2007, Woźniak i wsp. 2007). Znajdują się także wśród gatunków zachwaszczających plantacje *Salix viminalis* (Anioł-Kwiatkowska i wsp. 2009, Trąba i wsp. 2007, 2009, Rola i wsp. 2007, Skrajna i wsp. 2009) oraz *Salix cordata* 'Americana' (Trąba i wsp. 2007).

W niniejszej pracy zwrócono uwagę na występowanie *Solidago gigantea* w zbiorowiskach roślinnych towarzyszących uprawom wiklin w zależności od gatunku wikliny, wieku plantacji, stanowiska w jakim założono plantacje, rodzaju gleby i niektórych czynników ekologicznych ocenionych metodą fitoindykacji.

## MATERIAŁ I METODY

Badania fitosocjologiczne metodą Brauna-Blanqueta prowadzono w latach 2005–2009 na różnowiekowych plantacjach *Salix viminalis* i *Salix cordata* ‘Americana’ położonych w niektórych regionach województwa podkarpackiego (Podgórze Rzeszowskie, Płaskowyż Kolbuszowski, Równina Tarnobrzewska i Równina Biłgorajska) (rys. 1). W województwie tym panują dobre warunki do zakładania plantacji wierzb, zarówno do celów plecionkarskich, jak i energetycznych. Występują tu bowiem znaczne obszary odłogów polnych i łąkowych oraz odpowiednie gleby. Region charakteryzuje się długim okresem wegetacji i łagodnymi temperaturami (Błażej, Błażej 2005).



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów badań

Fig. 1. Location of study points

Najczęściej plantacje zakładane były na polach i łąkach wyłączonych z użytkowania, w różnorodnych warunkach glebowych (płowe wytworzone z piasków i pyłów, brunatne wytworzone z lessów i glin oraz mady pyłowe). W sąsiedztwie badanych plantacji często występowały odłogi, na których licznie rosła *Solidago gigantea*. Plantacje *Salix viminalis* zakładane w celach energetycznych były przeważnie nawożone osadami ściekowymi.

Plantacje *Salix cordata* ‘Americana’ były przeważnie niewielkie, najczęściej nie przekraczały powierzchni 1 ha. *Salix viminalis* uprawiano na powierzchni od kilkunastu arów (dla przemysłu wikliniarskiego) do kilkunastu hektarów (do celów energetycznych).

Wykonano łącznie 163 zdjęcia fitosocjologiczne w uprawach *Salix viminalis* i 78 w uprawach *Salix cordata* 'Americana'. Na ich podstawie opisano zbiorowiska roślinne towarzyszące wiklinom, w zależności od gatunku uprawianej wikliny, składu granulometrycznego gleby oraz stanowiska (polne lub łąkowe). Za polne uznano stanowisko wówczas, jeśli znajdowało się wśród pól uprawnych i odłogów polnych, a za łąkowe jeśli zlokalizowane było wśród użytkowanych lub odługujących łąk (Trąba i wsp. 2007, 2009). Niniejsza praca oparta jest na tym samym materiale badawczym, ale nadano mu nową jakość. Skupiono się na *Solidago gigantea* – jednym z gatunków zachwaszczających plantacje wiklin, co wyraźnie wyartykułowano w celu pracy.

Na podstawie składu florystycznego wszystkich zdjęć, w których występowała *Solidago gigantea* (niezależnie od gatunku wikliny), obliczono metodą Ellenberga i wsp. (1992) średnie wartości niektórych wskaźników ekologicznych: klimatycznych (nasłonecznienie i warunki termiczne) oraz edaficznych (uwilgotnienie gleby, odczyn i trofizm), uwzględniając nie tylko obecność gatunku, ale i stopnie ilościowości. Zwrócono uwagę na zakres średnich liczb L, T, F, R i N, w jakich w ogóle występowała *Solidago gigantea* i przedziały optymalne, przy których osiągała najwyższe stopnie ilościowości. Wyniki analiz fitoindykacyjnych opracowano statystycznie.

## WYNIKI

Obecność *Solidago gigantea* w uprawach wikliny amerykańki odnotowano w 49 płatach na 78, co stanowiło ok. 63%. W uprawie wierzby wiciowej gatunek ten występował w 86 zdjęciach fitosocjologicznych, co w stosunku do wszystkich 163 zdjęć fitosocjologicznych wynosiło około 53%.

Zbiorowiska wykształcające się w wiklinach były na ogół bogatsze florystycznie na plantacjach założonych na siedliskach łąkowych, gdzie w porównaniu z siedliskami polnymi wyraźniej dominowały gatunki wieloletnie nad krótkotrwałymi (tab. 1, 2). Nieco wyższe współczynniki pokrycia osiągała *Solidago gigantea* na plantacjach *Salix viminalis* założonych na stanowiskach łąkowych (gleby wytworzone z glin i pyłów). Z kolei w uprawach *Salix cordata* 'Americana' omawiany gatunek liczniej występował na stanowiskach polnych w warunkach gleb wytworzonych z piasków gliniastych i glin lekkich. Mogło to być związane z lepszymi warunkami świetlnymi, panującymi na plantacjach wikliny amerykańki (niższe rośliny wikliny) niż w wierzbie wiciowej, która przerastała nawłóć i zagłuszała.

Nie stwierdzono wyraźnej zależności udziału *Solidago gigantea* od wieku plantacji obydwu gatunków wiklin, choć zarysowała się tendencja spadkowa liczebności tego gatunku na plantacjach *Salix viminalis* założonych co najmniej przed trzema laty.

W zbiorowiskach roślinnych towarzyszących *Salix cordata* 'Americana' i *Salix viminalis*, *Solidago gigantea* najczęściej występowała z ilościowością + w skali Brauna-Blanqueta. Procentowo więcej płatów roślinnych z tym gatunkiem w stopniach ilościowości 3 i 4 odnotowano na plantacjach *Salix viminalis*, a w stopniach ilościowości 1 i 2 w *Salix cordata* 'Americana' (rys. 2, 3). Zaobserwowano, że *Solidago gigantea* najliczniej występowała na plantacjach starych, o zmniejszonej obsadzie roślin obu gatunków wiklin (poniżej 50% pokrycia powierzchni), a na plantacjach młodych, 1–2-letnich, na zaniedba-

nych pod względem agrotechnicznym (nieodpowiednio przygotowane stanowisko przed posadzeniem wikliny i niewłaściwa ochrona plantacji przed chwastami). *Solidago gigantea* nie zagrażała plantacjom wieloletnim, prawidłowo założonym i eksploatowanym.

Tabela 1

Table 1

Stalość i współczynnik pokrycia *Solidago gigantea* w *Salix viminalis* na tle bogactwa gatunkowego zbiorowisk  
Constancy and cover coefficient of *Solidago gigantea* in *Salix viminalis* vs. species richness of plant communities

Stanowisko Field use	Polne – Field		Łakowe – Meadow	
	pgm	plz, ls	gs	plz
Liczba zdjęć – Number of relevés	66	48	31	18
S i D	IV 119	II 36	IV 219	III 386
Liczba gatunków ogółem Total number of species	84	85	119	79
Średnia liczba gatunków w 1 zdjęciu Mean species number per releve	18,0	16,0	19,0	17,7
Udział gatunków we florze (%) Share of the species in the flora				
– krótkotrwałe – short-lived	45,2	37,6	13,4	17,7
– wieloletnie – perennial	54,8	62,4	86,6	82,3

Objaśnienia – Explanation:

S – stałość fitosocjologiczna – phytosociological stability;

D – współczynnik pokrycia – cover coefficient;

pgm – piasek gliniasty mocny – loamy sand;

plz – pył zwykły/silt; ls – less – loess; gs – glina średnia – average clay

Tabela 2

Table 2

Stalość i współczynnik pokrycia *Solidago gigantea* w *Salix cordata* 'Americana' na tle bogactwa gatunkowego zbiorowisk

Constancy and cover coefficient of *Solidago gigantea* in *Salix cordata* 'Americana' vs. species richness of plant communities

Stanowisko Field use	Polne – Field		Łakowe – Meadow	
	pgm, gl	plz, ls	pgm, gl	plz
Liczba zdjęć – Number of relevés	19	14	31	14
S i D	IV 1013	III 300	IV 494	IV 661
Liczba gatunków ogółem Total number of species	89	97	124	126
Średnia liczba gatunków w 1 zdjęciu Mean species number per releve	16	18	17	24
Udział gatunków we florze (%)/ Share of the species in the flora				
– krótkotrwałe – short-lived	31,5	36,0	18,5	18,3
– wieloletnie – perennial	68,5	64,0	81,5	81,7

Objaśnienia – Explanation:

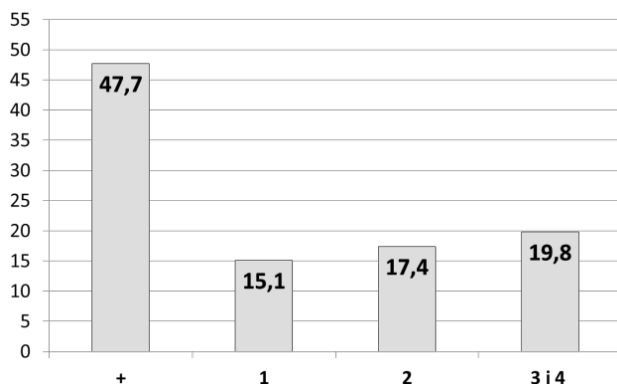
S – stałość fitosocjologiczna – phytosociological stability;

D – współczynnik pokrycia – cover coefficient;

pgm – piasek gliniasty mocny – loamy sand;

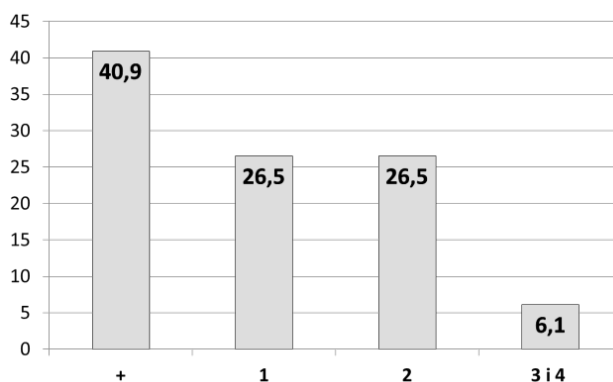
gl – glina lekka – light clay;

plz – pył zwykły – silt; ls – less – loess



Rys. 2. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych stopniach ilościowości na plantacjach *Salix viminalis*

Fig. 2. Occurrence of *Solidago gigantea* in various abundance degrees in *Salix viminalis* plantations

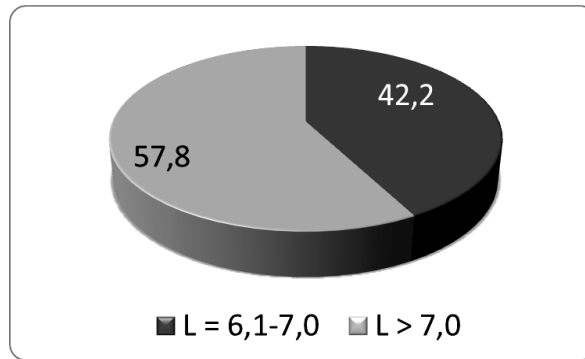


Rys. 3. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych stopniach ilościowości na plantacjach *Salix cordata* 'Americana'

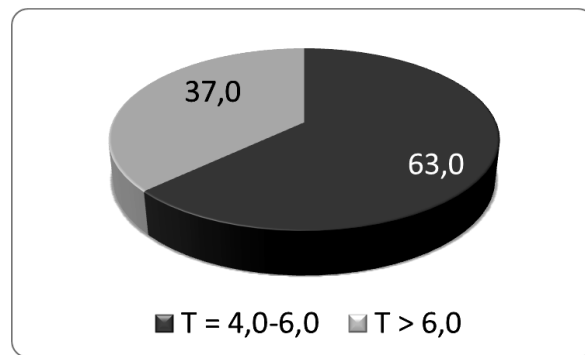
Fig. 3. Occurrence of *Solidago gigantea* in various abundance degrees in *Salix cordata* 'Americana' plantations

Na podstawie analizy fitoindykacyjnej zbiorowisk roślinnych towarzyszących uprawom wiklin stwierdzono, że *Solidago gigantea* częściej występowała przy pełnym oświetleniu niż w warunkach półcienia (rys. 4) i na ogół w umiarkowanych warunkach termicznych (rys. 5). Analiza wskaźnika uwilgotnienia wykazała 14% przewagę siedlisk świeżych nad wilgotnymi (rys. 6). Uwagę zwraca prawie wyrównany udział płatów roślinnych występujących na glebach o odczynie słabo kwaśnym do obojętnego i obojętnym do zasadowego. Tylko 11% zdjęć fitosocjologicznych z udziałem *Solidago gigantea* pochodziło z gleb o odczynie kwaśnym (rys. 7). Najczęściej nawłóć późna występowała na glebach umiarkowanie zasobnych w azot, zaś najrzadziej (5,9% zdjęć fitosocjologicznych) na ubogich w ten składnik (rys. 8).

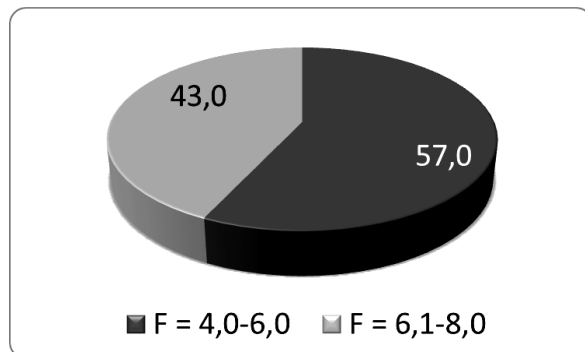




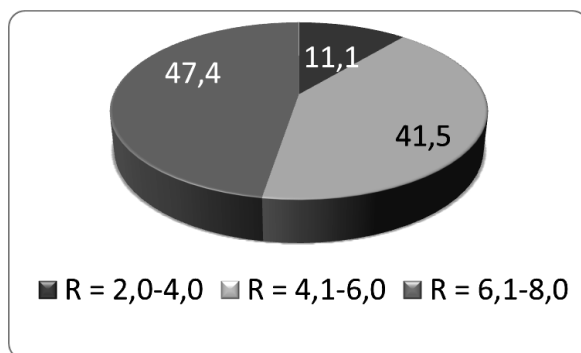
Rys. 4. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych przedziałach wskaźnika nasłonecznienia (L) (% zdjęć)  
Fig. 4. Occurrence of *Solidago gigantea* in various ranges of solar radiation ecological number (L) (% releves)



Rys. 5. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych przedziałach wskaźnika temperatury (T) (% zdjęć)  
Fig. 5. Occurrence of *Solidago gigantea* in various ranges of temperature ecological number (T) (% releves)

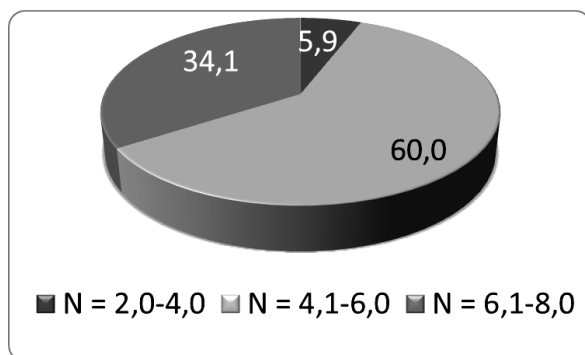


Rys. 6. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych przedziałach wskaźnika uwilgotnienia gleby (F) (% zdjęć)  
Fig. 6. Occurrence of *Solidago gigantea* in various ranges of soil moisture ecological number (F) (% releves)



Rys. 7. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych przedziałach wskaźnika odczynu gleby (R) (% zdjęć)

Fig. 7. Occurrence of *Solidago gigantea* in various ranges of soil reaction ecological number (R) (% releves)



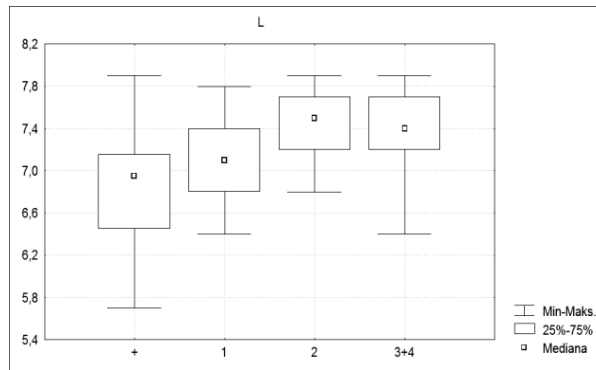
Rys. 8. Występowanie *Solidago gigantea* w różnych przedziałach wskaźnika zasobności gleby w azot (N) (% zdjęć)

Fig. 8. Occurrence of *Solidago gigantea* in various ranges of nitrogen availability ecological number (N) (% releves)

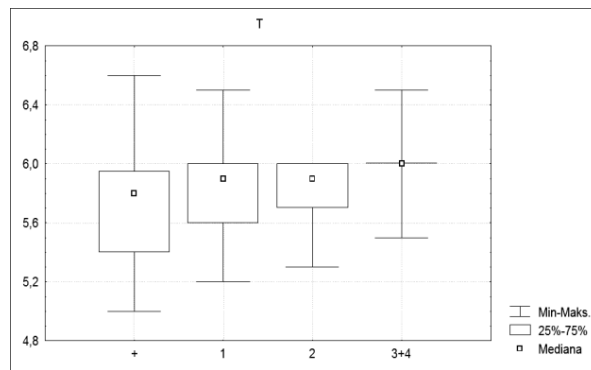
Wskaźnik nasłonecznienia dla zbiorowisk roślinnych, w których występowała *Solidago gigantea*, charakteryzował się dużą rozpiętością ( $L=5,7-7,9$ ). Najszerzy rozstęp międzykwartelowy i jednocześnie najniższa wartość środkowa (mediana) dotyczyły płatów, w których *Solidago gigantea* występowała ze stopniem ilościowości +. Nawłóć preferuje dobre warunki świetlne, na co wskazują liczby L obliczone dla fitocenoz, w których gatunek ten występuje z ilościowością 2–4 (rys. 9). Sugeruje to, że gatunek ten może być skutecznym konkurentem dla wikliny na plantacjach młodych, choć z powodzeniem opanowuje także plantacje o zmniejszonej obsadzie tej rośliny, starsze i przerzedzone.

Zarysowała się tendencja wzrostowa wskaźnika warunków termicznych wraz ze wzrostem liczebności *Solidago gigantea*. Jednakże wartości środkowe liczb T były zbliżone, niezależnie od stopni ilościowości tego gatunku. Zakresy i rozstępy międzykwartelowe kształtowały się różnie (najszerze dla ilościowości +) (rys. 10).





Rys. 9. Porównanie wartości wskaźnika L dla *Solidago gigantea* występującej w różnych stopniach ilościowości  
 Fig. 9. Comparison of the L ecological number for *Solidago gigantea* with respect to its abundance

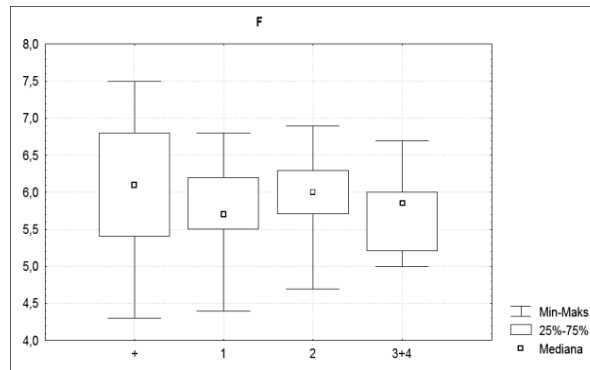


Rys. 10. Porównanie wartości wskaźnika T dla *Solidago gigantea* występującej w różnych stopniach ilościowości  
 Fig. 10. Comparison of the T ecological number for *Solidago gigantea* with respect to its abundance

Wskaźnik uwilgotnienia gleby (F) dla zbiorowisk roślinnych towarzyszących uprawom wikliny był zróżnicowany i wskazywał na możliwość występowania *Solidago gigantea* na siedliskach zarówno świeżych, jak i wilgotnych. Rozstęp międzykwartelowy i wartość środkowa dla fitocenoz, w których gatunek ten osiągał ilościowość 3–4, wskazuje na preferencje siedlisk świeżych (średnio wilgotnych) (rys. 11).

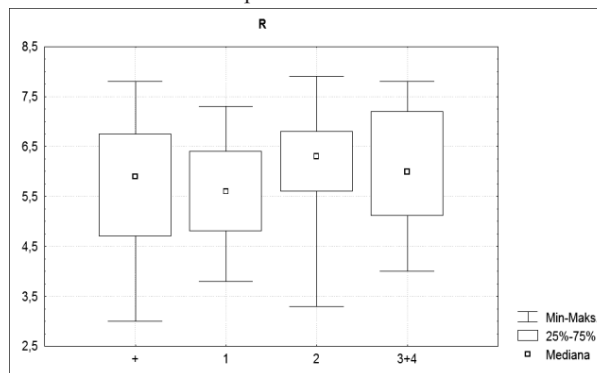
Wskaźnik odczynu R wahał się od 3,0 do 8,0 (gleby o odczynie kwaśnym, obojętnym, bądź słabozasadowym). Nie stwierdzono wyraźnych różnic dotyczących wartości środkowych dla płatów, w których *Solidago gigantea* występowała w najniższym (+) i najwyższych (3–4) stopniach ilościowości (rys. 12). Zatem wydaje się, że odczyn gleby nie jest czynnikiem istotnie wpływającym na liczebność tego gatunku.

Wskaźnik trofizmu gleby (N) obliczony dla zbiorowisk towarzyszących wiklinom wskazuje na występowanie *Solidago gigantea* na glebach bardzo zróżnicowanych pod względem zasobności w azot (od ubogich po zasobne). Analiza fitoindykacyjna płatów roślinnych, w których gatunek ten rósł najliczniej (ilościowość 3–4), potwierdza jego preferencje w kierunku siedlisk zasobnych w ten składnik (rys. 13).



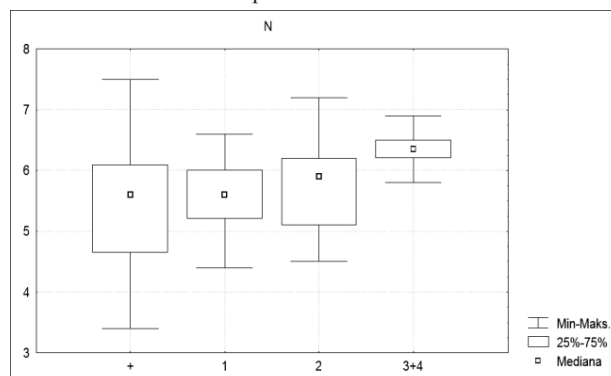
Rys. 11. Porównanie wartości wskaźnika F dla *Solidago gigantea* występującej w różnych stopniach ilościowości

Fig. 11. Comparison of the F ecological number for *Solidago gigantea* with respect to its abundance



Rys. 12. Porównanie wartości wskaźnika R dla *Solidago gigantea* występującej w różnych stopniach ilościowości

Fig. 12. Comparison of the R ecological number for *Solidago gigantea* with respect to its abundance



Rys. 13. Porównanie wartości wskaźnika N dla *Solidago gigantea* występującej w różnych stopniach ilościowości

Fig. 13. Comparison of the N ecological number for *Solidago gigantea* with respect to its abundance

Tabela 3

Table 3

Stażność (S) i współczynnik pokrycia (D) *Solidago gigantea* na plantacjach wikliny w zależności od wieku plantacji

Constancy (S) and cover coefficient (D) of *Solidago gigantea* on willow wicker plantations depending on the plantation age

Gatunek wikliny Willow species	Wiek plantacji Plantation age	
	Młoda (1–2-letnia) Young (1–2-year-old)	Wieloletnia Perennial
<i>Salix viminalis</i>	III 734	III 512
<i>Salix cordata Americana</i>	IV 560	IV 612

## DYSKUSJA NAD WYNIKAMI

Duży wpływ na zachwaszczenie plantacji wiklin przez *Solidago gigantea* na Podkarpaciu miały stanowiska, na jakich je założono. Były to głównie odłogi polne i łąkowe, na których gatunek ten był rozpowszechniony. Wyższy współczynnik pokrycia nawłóć późna osiągnęła na plantacjach wierzby wiciowej, założonych na siedliskach łąkowych (gleby wytworzone z glin i pyłów), a w przypadku wierzby amerykańki na siedliskach polnych (gleby wytworzone z piasku gliniastego i gliny lekkiej).

Anioł-Kwiatkowska i wsp. (2009) wykazali, że tak jak na Podkarpaciu *Solidago gigantea* największą powierzchnię pokrywała na plantacjach *Salix viminalis* założonych na stanowiskach, gdzie uprzednio występowały łąki. Rola i wsp. (2007) oraz Skrajna i wsp. (2009) dowiedli, że występowanie nawłóci (w tym przypadku *S. canadensis*) na plantacjach *Salix viminalis* zależy od warunków siedliskowych i sposobu użytkowania gruntów w okresie poprzedzającym nasadzenia sztabów.

Na rozprzestrzenianie się *Solidago gigantea* na wieloletnich użytkach porolnych wskazują wyniki badań prezentowane przez Węgrzynek i wsp. (2007). Z kolei Woźniak i wsp. (2007) zaobserwowali, że po zaniechaniu użytkowania – łąki opanowywane są przez gatunki inwazyjne: *Solidago gigantea* i *S. canadensis*. Takie stanowiska mogą więc być źródłem zachwaszczenia plantacji wiklin tymi gatunkami.

Wojciechowski i wsp. (2009) zwracają uwagę, że w miarę upływu lat od założenia plantacji maleje zachwaszczenie wikliny, przy czym wzrasta udział gatunków wieloletnich nad krótkotrwałymi, co jest zbieżne z naszymi obserwacjami.

Zawieja i wsp. (2009) stwierdzili duży wpływ dawki osadu ściekowego stosowanego w nawożeniu *Salix viminalis* na wzrost udziału *Solidago gigantea* w zachwaszczeniu plantacji. Na liczne występowanie tego nitrofilnego gatunku na niektórych, badanych przez nas plantacjach może mieć także wpływ nawożenie osadami ściekowymi, bogatymi w biogeny, w tym związki azotu.

Na podstawie liczb wskaźnikowych Zarzyckiego i wsp. (2002) można sądzić, że *Solidago gigantea* jest gatunkiem neutralnym wobec kontynentalizmu, wymagającym umiarkowanego lub pełnego światła, umiarkowanie ciepłych warunków klimatycznych, siedlisk świeżych i wilgotnych oraz zasobnych. Zbliżone wymagania ekologiczne tego gatunku ustalili Ellenberg i wsp. (1992), co dowiedziono również w niniejszym opracowaniu.

## WNIOSKI

1. Udział *Solidago gigantea* w analizowanych zbiorowiskach roślinnych zależał od gatunku wikliny, stanowiska, w jakich zostały założone plantacje i warunków ekologicznych, zaś w niewielkim stopniu od wieku plantacji. Najczęściej omawiany takson występował z ilościowością + w skali Brauna-Blanqueta.

2. Niezależnie od stanowiska i rodzaju gleby *Solidago gigantea* liczniej występowała na plantacjach *Salix coradata* 'Americana' niż *Salix viminalis*.

3. Im mniejszy był udział *Solidago gigantea* w płacie roślinnym, tym w większym stopniu na wartość danego wskaźnika ekologicznego obliczonego metodą fitoindykacji wpływały inne gatunki, zwłaszcza występujące liczniej.

4. Wyniki prezentowane w niniejszej pracy potwierdzają preferencje *Solidago gigantea* co do nasłonecznienia, warunków termicznych i edaficznych, ustalone przez Ellenberga i Zarzyckiego. Wyjątek stanowi odczyn gleby, wobec którego omawiany gatunek zachowuje się niejednoznacznie.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamowski W., Mędrzycki P., Łuczaj Ł., 1998. The penetrations of alien woody species into the plant communities of Białowieża Forest: the role of biological and human activities. *Phytocoenosis* 10 (N.S.), Suppl. *Cartogr. Geobot.*, 9: 211–228.
- Anioł-Kwiatkowska J., Kącki Z., Śliwiński M., 2009. Porównanie kompozycji gatunkowej trzech upraw wierzby energetycznej. *Pam. Puł.*, 150: 19–33.
- Błażej J., Błażej J. 2005. Przydatność różnych siedlisk na obszarze województwa podkarpackiego pod uprawę szybko rosnącej krzaczastej formy wierzby. Cz. I. W świetle literatury, [w:] *Wybrane aspekty zagospodarowania odpadów organicznych a produkcja biomasy wierzby energetycznej*. Wyd. UR Rzeszów: 157–163.
- Błońska A., Kompała-Bąba A., Bąba W., 2007. Zbiorowiska roślinne gruntów porolnych na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i jego obrzeżach. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae*, 4: 147–162.
- Ellenberg H., Weber He., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulissner D., 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. *Scripta Geobot.*, 18.
- 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. *Pam. Puł.*, 145: 165–175.
- Skrajna T., Skrzyczyńska J., Rzymowska Z., Aftek-Starczewska A., 2009. Skład i struktura zbiorowisk zachwaszczających *Salix* sp. w północnej części Niziny Południowopodlaskiej. *Pam. Puł.*, 150: 255–264.
- Tokarska-Guzik B., 2003. The expansion of some alien plant species (neophytes in Poland), [in:] Child L.E., Brock J.H., Brunden G., Prach K., Pyšek P., Williamson P.M. (red.) *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands: 147–167.

- Trąba Cz., Majda J., Wolański P., 2007. Zbiorowiska roślinne towarzyszące plantacjom *Salix cordata* 'Americana' Hort. i *Salix viminalis* L. na terenie województwa podkarpackiego. Pam. Puł., 145: 221–231.
- Trąba Cz., Majda J., Wolański P., 2009. Zbiorowiska roślinne towarzyszące plantacjom *Salix viminalis* L. w województwie podkarpackim. Pam. Puł., 150: 323–336.
- Weber E., 1998. The dynamic of plants invasions: a case study of the three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. Journal of Biogeography, 25: 147–154.
- Weber E., Schmid B., 1998. Latitudinal population differentiation in two species of *Solidago* (Asteraceae) introduced into Europe. American Journal of Botany, 85(8): 1110–1121.
- Węgrzynek B., Urbisz A., Nowak T., 2007. Zbiorowiska starszych nieużytków porolnych na Wyżynie Katowickiej (Wyżyna Śląska). Acta Botanica Warmiae et Masuriae, 4: 253–268.
- Wojciechowski W., Sowiński J., Zawieja J., 2009. Wpływ wieku plantacji wierzby na zachwaszczenie w warunkach Sudetów. Pam. Puł., 150: 351–358.
- Woźniak G., 2001. Invasive plants involved in primary succession on post-industrial areas Upper Silesia (Poland), [in:] Brundu G., Brock J., Camarda I., Child L., Wade M. (red.) Plant Invasions: Species Ecology and Ecosystem Management. Backhuys Publishers, Leiden: 263–270.
- Woźniak G., Dylewska Z., Błońska A., 2007. *Solidago canadensis* L. i *Solidago gigantea* Aiton w zbiorowiskach z dużym udziałem gatunków łąkowych. Acta Botanica Warmiae et Masuriae, 4: 339–352.
- Zajac A., Zajac M., 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce (Distribution Atlas of Vascular Plants in Poland). Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż W., Wołek J., Korzeniak U., 2002. Ekologiczne wartości wskaźnikowe roślin naczyniowych w Polsce. Biodiversity of Poland 2, W. Szafer Instytutu Botaniki, Polish Academy of Sciences.
- Zawieja J., Sowiński J., Wojciechowski W., Nowak W., 2009. Zachwaszczenie uprawy wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) (szybko rosnącej) nawożonej higienizowanymi osadami komunalnymi. Pam. Puł., 150: 359–366.

**OCCURRENCE OF *SOLIDAGO GIGANTEA* AITON IN PLANT COMMUNITIES ACCOMPANYING PLANTATIONS OF *SALIX VIMINALIS* L. I *SALIX CORDATA* 'AMERICANA' HORT IN PODKARPACIE PROVINCE VS. SELECTED ECOLOGICAL FACTORS**

**S u m m a r y**

In 2005–2009 geobotanical studies were carried out in *Salix viminalis* and *S. cordata* 'Americana' plantations differing in age and set up on various habitats (in former crop field, meadow) and on different kinds of soil in Podkarpacie province (SE Poland). Based on 163 phytosociological relevés in *Salix viminalis* and 78 in *S. cordata* 'Americana' plantations, the share of *Solidago gigantea* in communities accompanying both willow species was determined. The relevés containing *Solidago gigantea* (49 in *Salix cordata* 'Americana' and 86 in *S. viminalis*) were used for the calculation of average values of ecological indicator numbers L, T, F, R and N. Both total range and optimal intervals of particular indicators were discussed.

The share of *Solidago gigantea* in the studied communities depended on the willow species, type of habitat where plantation was set up, kind of soil and ecological factors deduced with the phytoindication method, but slightly on the plantation age. Regardless type of habitat and kind of soil, *Solidago gigantea* was more abundant in *Salix cordata* 'Americana' than in *S. viminalis* plantations. Results of phytoindication analyses support the preferences of *Solidago gigantea* regarding solar radiation, thermal and edapic conditions, as defined by Ellenberg and Zarzycki. The exception was soil reaction, to which the species had an ambiguous attitude.

KEY WORDS: *Solidago gigantea*, *Salix viminalis*, *Salix cordata* 'Americana', phytoindication, field crop habitat, meadow habitat, patch of vegetation

**Marek Urban<sup>1</sup>, Adam Dobrzański<sup>2</sup>, Magdalena Grządka<sup>1</sup>**

**ZRÓŻNICOWANIE FLORY CHWASTÓW W CEBULI  
I MARCHWI W ZALEŻNOŚCI OD OPADÓW I SKUTECZNOŚCI  
STOSOWANYCH HERBICYDÓW**

**VARIABILITY OF WEED SPECIES COMPOSITION  
IN ONION AND CARROT CROPS DEPENDING ON RAINFALL  
AND EFFICACY OF APPLIED HERBICIDES**

*<sup>1</sup>Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu, Terenowa Stacja  
Doświadczalna w Trzebnicy*

*Institute of Plant Protection – National Research Institute in Poznań, Regional Experi-  
mental Station in Trzebnica*

*<sup>2</sup>Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach*

*Research Institute of Horticulture in Skierniewice*

Badania dotyczyły zmienności florystycznej chwastów w uprawie cebuli i marchwi w dwóch sezonach wegetacyjnych lat 2009 i 2010, różniących się warunkami meteorologicznymi. Obserwacje przeprowadzono w doświadczeniach z biologiczną oceną skuteczności herbicydów: w cebuli (pendimetalina w dawkach 1137,5; 1592,5 i 990,0 g s.a.·ha<sup>-1</sup>) i w marchwi (mieszanina linuronu z chlomezonem 250+45; 375+67,5 i 500+90 g s.a.·ha<sup>-1</sup>) zastosowanych bezpośrednio po siewie.

Zachwaszczenie warzyw na poletkach kontrolnych i traktowanych herbicydami oceniono w trzech terminach, tj. w fazie 2 liści, zwierania międzyrzędzi oraz przed zbiorem. W obiektach kontrolnych określono liczbę gatunków, świeżą masę chwastów i wskaźniki biocenotyczne, a w traktowanych herbicydami stopień zniszczenia chwastów. Zróżnicowane sumy i rozkład opadów oraz temperatura powietrza w okresie wegetacji nie powodowały zmian składu gatunkowego chwastów w zbiorowiskach uformowanych w początkowych fazach wzrostu cebuli i marchwi. Miały natomiast wyraźny wpływ na zachwaszczenie wtórne tych warzyw. Z przeprowadzonych badań wynika, że w sezonie wegetacyjnym charakteryzującym się niską sumą opadów (249,1 mm) liczba gatunków chwastów i ich liczebność na jednostce powierzchni były mniejsze niż w sezonie o dużej sumie opadów (447 mm). Liczba gatunków natomiast była taka sama w zachwaszczeniu

---

Do cytowania – For citation: Urban M., Dobrzański A., Grządka M., 2012. Zróżnicowanie flory chwastów w cebuli i marchwi w zależności od opadów i skuteczności stosowanych herbicydów. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 127–140.

pierwotnym jak i wtórnym, ale ich obsada przewyższała zachwaszczenie pierwotne. Niezależnie od przebiegu opadów w obu sezonach wegetacyjnych – w obiektach nie opryskiwanych herbicydami dominowały: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*. Ich udział w strukturze zachwaszczenia mimo istotnych zmian ilościowych wahał się od 75,5% (marchew) do 92,0% (cebula). Wartości wskaźników biocenotycznych: wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera ( $H'$ ), równomierności rozmieszczenia ( $J$ ) i dominacji Simpsona ( $C$ ) odzwierciedlały wpływy różnych technologii uprawy tych warzyw oraz różnic w przebiegu warunków pogody – opadów i temperatury.

Herbicydy zastosowane w uprawie cebuli i marchwi charakteryzowały się wysoką skutecznością chwastobójczą. Pendimetalina w zakresie stosownych dawek nie oddziaływała fitotoksycznie na rośliny cebuli. Natomiast mieszanina linuronu z chlomezonem powodowała przemijające objawy uszkodzeń marchwi. Pomimo tego na skutek ograniczenia konkurencji chwastów z obiektów chronionych środkami chwastobójczymi uzyskano istotnie wyższe w porównaniu z plonem z plotek kontrolnych.

SŁOWA KLUCZOWE: cebula, marchew, zbiorowiska chwastów, suma opadów, metody regulacji zachwaszczenia

## WSTĘP

Cebula i marchew różnią się technologią uprawy i cechami agrobiologicznymi – między innymi zakrywaniem powierzchni roli przez części nadziemne, reakcją na konkurencyjne oddziaływanie chwastów, długością okresu wegetacji. Cebula z siewu jest zwykle uprawiana „na płask”, a marchew głównie na redlinach. Można więc postawić hipotezę, że czynniki te wpływają na różne ukształtowanie się nisz ekologicznych w tych uprawach, a tym samym na zróżnicowanie stanu ich zachwaszczenia, niezależnie od właściwości biologicznych wymienionych warzyw. Zarówno nadmierne opady deszczu, jak i okresy suszy w trakcie wegetacji przyczyniają się nie tylko do zahamowania wzrostu i rozwoju uprawianych roślin, ale mogą też wpływać na ich zachwaszczenie. Na zależność zachwaszczenia upraw rolniczych od zwiększonej wilgotności gleby będącej skutkiem opadów lub powodzi zwracają uwagę między innymi Rola i wsp. (1999) oraz Latowski i wsp. (1999).

Przy nadmiernym uwilgotnieniu gleby mogą częściej i w większej ilości pojawiać się gatunki flory segetalnej, preferujące takie warunki, których wskaźniki wilgotności gleby mieszczą się w zakresie 3–4 (Zarzycki i wsp. 2002). W uprawach warzyw mogą to być między innymi: *Fumaria officinalis*, *Stellaria media*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine*, *Galinsoga ciliata*, *Matricaria inodora*, *Sonchus arvensis*, *Equisetum arvense*, *Echinochloa crus-galli* (Dobrzański 1994). Wiele powszechnie spotykanych gatunków chwastów w uprawach rolniczych i warzywnych charakteryzuje się szeroką „amplitudą ekologiczną” i występuje zarówno na stanowiskach wilgotnych, jak i suchych. Należą tu między innymi chwasty o liczbach wskaźnikowych 2–3, mianowicie: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Sinapis arvensis*, *Viola arvensis*, *Cirsium arvense*, *Amaranthus retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Agropyron repens* (Ellenberg 1950, Tymrakiewicz 1959, Markow 1978, Dobrzański 2009). Precyzyjny podział



chwastów na grupy w zależności od wymagań wilgotnościowych jest trudny do ustalenia, bowiem w obrębie gatunku mogą występować ekotypy i formy o zróżnicowanych wymaganiach podlegających współdziałaniu wielu czynników środowiska biocenotycznego. W dostępnej literaturze niewiele jest publikacji dotyczących zachowania się flory segetalnej w uprawach warzyw w zależności od uwilgotnienia gleby. Na pytanie, jakich chwastów oraz ich liczebności należy spodziewać się w zależności od sumy opadów i temperatury powietrza, próbowano odpowiedzieć, opierając się na obserwacjach przeprowadzonych w doświadczeniach z oceną biologicznej skuteczności herbicydów w uprawie cebuli i marchwi w latach 2009 i 2010.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w miejscowościach Głuchów Dolny (cebula) i Brzyków (marchew) w powiecie trzebnickim w latach 2009–2010. Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 10 m<sup>2</sup>. Cebulę odmiany Wolska zlokalizowano na glebie brunatnej wytworzonej z lessu, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, a marchew odmiany Karoten na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, kompleksu żytniego bardzo dobrego. W obu sezonach wegetacyjnych przedplonem były rośliny zbożowe. Warzywa wysiewano w drugiej dekadzie kwietnia, natomiast pozostałe zabiegi pielęgnacyjne wykonano zgodnie z zalecanymi wymogami agrotechnicznymi. Do ochrony cebuli przed chwastami zastosowano bezpośrednio po siewie pendimetalinę w formie środków zawierających 455 g i 330 g substancji aktywnej w 1 litrze, zaś w marchwi, bezpośrednio po siewie mieszaninę linuronu z chlomazonem w formie preparatu handlowego zawierającego 250 g linuronu + 45 g chlomazonu w 1 litrze (tab. 6 i 7). Pendimetalinę zastosowano w dawkach 990,0, 1137,5 i 1592,5 g s.a.·ha<sup>-1</sup>, natomiast mieszaninę linuronu z chlomazonem w dawkach: 250 + 45, 375 + 67,5 oraz 500 + 90 g s.a.·ha<sup>-1</sup>. Opryskiwanie wymienionymi środkami chwastobójczymi wykonano za pomocą opryskiwacza, wyposażonego w rozpylacze płaskostrumieniowe TEEJET 1100 JVP, ze stałym ciśnieniem 0,25 MPa i przy wydatku cieczy użytkowej 250 l·ha<sup>-1</sup>. Zróżnicowanie warunków wilgotnościowych w poszczególnych latach obserwacji oceniono na podstawie wskaźnika hydrotermicznego Sielianiowa (za Radomskim 1987). Na poletkach kontrolnych i traktowanych herbicydami oznaczono skład gatunkowy oraz liczbę i masę chwastów na czterech losowo wyznaczonych powierzchniach, za pomocą ramki o bokach 1,0 x 0,25 m<sup>2</sup> w trzech terminach: w fazie 2 liści, w fazie zwierania międzyrzędzi oraz przed zbiorem plonów. W cebuli terminy te przypadły w III dekadzie maja, I dekadzie lipca i II dekadzie sierpnia, a w marchwi – w I dekadzie czerwca, III dekadzie lipca i III dekadzie września. Podczas wegetacji warzywa systematycznie pielono. Drugą i trzecią obserwację zachwaszczenia wykonano po 3–4 tygodniach od ostatniego pielenia. Stopień zniszczenia chwastów przez zastosowane herbicydy, oceniono szacunkowo w procentach (tab. 6 i 7). Fitotoksyczność herbicydów dla chronionych warzyw oceniono w procentach po 7, 14 i 21 dniach od opryskiwania. Oceniono też wysokość plonu warzyw. Zbiorowiska chwastów scharakteryzowano na podstawie liczebności poszczególnych taksonów w obiektach kontrolnych – bez herbicydów oraz wskaźników biocenotycznych takich jak: wskaźnik różnorodności gatunko-

wej Shannona-Wienera, wskaźnik dominacji Simpsona i wskaźnik równomierności rozmieszczenia gatunków dla wskaźnika Shannona (Shannon 1948, Shannon i Weaver 1998, Simpson 1949, Pielou 1966, 1975). Wskaźniki te obliczono za pomocą wzorów: Wskaźnik ogólnej różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera ( $H'$ ):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Wskaźnik dominacji Simpsona (C):

$$C = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Wskaźnik równomierności rozmieszczenia gatunków dla wskaźnika Shannona (J):

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

gdzie:

$S$  – liczba gatunków (bogactwo gatunkowe),

$p_i$  – stosunek liczby osobników danego gatunku do liczby wszystkich osobników ze wszystkich gatunków,

$n_i$  – liczba osobników  $i$ -tego gatunku,

$N$  – liczba wszystkich osobników ze wszystkich gatunków.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Przebieg opadów atmosferycznych w latach 2009–2010 charakteryzował się znacznym zróżnicowaniem, natomiast średnie dobowe temperatury powietrza w obu latach badań kształtowały się podobnie (tab. 1).

W 2009 r. suma opadów od kwietnia do września wynosiła 249,1 mm. Szczególnie niekorzystne warunki wegetacji roślin wystąpiły w kwietniu, sierpniu i wrześniu, gdzie wartość współczynnika Sielianinowa wahała się w przedziale od 0,33 do 0,59. W 2010 r. opady w okresie wegetacji warzyw były bardziej obfite (447 mm) z wyjątkiem czerwca, gdy wartość współczynnika wynosiła zaledwie 0,56. Jednak silne opady majowe złagodziły ich czerwcowy niedobór (tab. 1).

Opady i temperatura miały wpływ w tych latach na zachwaszczenie, dlatego zbiorowiska chwastów w cebuli i marchwi różniły się pomiędzy latami badań. Zaobserwowano też różnice między terminami obserwacji. W tabeli 2 i 3 przedstawiono, jak kształtował się skład gatunkowy chwastów oraz ich liczba na 1 m<sup>2</sup> w zależności od roku i terminów obserwacji. Na poletkach kontrolnych (bez użycia herbicydów) w składzie

florystycznym zanotowano łącznie 22 gatunki chwastów, których liczba w uprawie cebuli wynosiła 12, a w marchwi 16. Obserwacje zachwaszczenia wykazały, że liczba taksonów w obu okresach wegetacyjnych nie uległa zmianie, natomiast duże różnice wystąpiły w ich obsadzie na jednostce powierzchni. Większe, pierwotne zachwaszczenie warzyw w 2009 r., należy łączyć z nieco wyższymi temperaturami kwietnia i maja niż w tych samych miesiącach w 2010 r. Poza tym zachwaszczenie w tym okresie charakteryzowało się znacznym rozproszeniem występujących gatunków. Najliczniej wystąpiły *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli*. Zasadnicze różnice w składzie flory segetalnej, w omawianych latach, wystąpiły w zachwaszczeniu wtórnym. Zarysowały się w tym okresie zmiany zarówno w liczbie występujących gatunków, jak też ich ilości na jednostce powierzchni, których obsada w większym stopniu zależała od opadów i temperatury powietrza, a w mniejszym od gatunku uprawianych warzyw. Liczba występujących taksonów oraz ich obsada na 1 m<sup>2</sup> oceniana podczas pełnej wegetacji warzyw w 2009 i 2010 r. przedstawiały się następująco: cebula – 7 i 11; 31,9 i 110,5; marchew – 12 i 15; 58,9 i 117,3. Natomiast przed zbiorem wartości te kształtowały się odpowiednio: cebula – 9 i 12; 45,2 i 157, 6; marchew – 14 i 16, 87,1 i 212,7 (tab. 2 i 3).

Przeprowadzone obserwacje wykazały, że w 2009 r. charakteryzującym się niewielką sumą opadów podczas wegetacji niektóre gatunki chwastów występujące w zachwaszczeniu pierwotnym nie pojawiły się w zachwaszczeniu wtórnym. W zachwaszczeniu wtórnym cebuli nie obserwowano *Galium aparine*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lamium amplexicaule*, *Stellaria media* i *Viola arvensis*, a w marchwi *Polygonum convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Thlaspi arvense*, *Vicia cracca*.

Z kolei w następnym sezonie wegetacyjnym, obfitującym w opady, liczba występujących taksonów przed zbiorem kształtowała się podobnie jak w zachwaszczeniu pierwotnym. Stwierdzono także, że niezależnie od przebiegu opadów zmianie uległa struktura jakościowa zachwaszczenia. Zbiorowiska chwastów w zachwaszczeniu wtórnym w uprawie cebuli zostały zdominowane przez *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora* i *Echinochloa crus-galli*, a w marchwi dodatkowo przez *Amaranthus retroflexus*. Procentowy udział wyszczególnionych gatunków chwastów w strukturze zachwaszczenia, pomimo zmian ilościowych w ocenionych okresach wegetacyjnych, cechował się pewną prawidłowością. W uprawie cebuli, w fazie zwierania międzyrzędzi w 2009 r. udział tych gatunków wynosił 81,8%, a w 2010 – 76,6%, natomiast przed zbiorem odpowiednio: 92,0 i 82,7%. W uprawie marchwi wartości te przedstawiały się następująco: 79,6 i 79,8% oraz 76,6 i 75,5%.

Z badań wielu autorów wynika, że wskaźniki biocenotyczne charakteryzujące różnorodność biologiczną flory segetalnej mogą zależeć od warunków agrotechnicznych (np. stanowisko w zmianowaniu), a także wilgotności i temperatury (Stupnicka-Rodzinkiewicz i wsp. 2004, Wanic i wsp. 2005, Pudełko i wsp. 2006, Krawczyk i wsp. 2010). Marchew i cebulę uprawiano w zbliżonych warunkach agrotechnicznych. Należy więc sądzić, że wskaźniki biocenotyczne zależały głównie od właściwości biologicznych uprawianych warzyw i warunków meteorologicznych w porównywanych latach badań.

Tabela 1  
Table 1Współczynnik Sielianinowa (K) i średnie miesięczne temperatury (t°C)  
Sielianinov coefficient (K) and mean monthly temperature

Lata Years		Miesiące Month					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
2009	K	0,39	2,15	2,81	1,22	0,59	0,33
	t°C	11,2	13,8	15,7	19,7	19,2	14,8
2010	K	1,17	3,50	0,56	1,24	1,61	2,04
	t°C	9,1	12,5	17,5	21,4	18,8	12,2

0,0–0,50 – okres suszy – drought period

0,51–1,00 – okres półsuszy – semi-drought period

1,01–2,00 – okres względnie wilgotny – relatively moist period

&gt;2,01 – okres o dużym uwilgotnieniu – high-moist period

Tabela 2  
Table 2Skład gatunkowy i średnia liczba chwastów w cebuli (szt. m<sup>-2</sup>) w zależności od roku  
i terminu obserwacji  
Weed composition and mean number of weeds (no. m<sup>-2</sup>) in onion depending on the year  
and observation time

Gatunek Species	Terminy obserwacji Observation time					
	1–2 liście cebuli 1–2 leaf stage of onion		5–6 liści 5–6 leaf stage		Przed zbiorem Before harvest	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	4,1	0,4	–	1,1	–	2,0
<i>Chenopodium album</i>	28,5	12,5	8,2	35,8	12,4	60,2
<i>Galium aparine</i>	2,4	5,5	–	0,6	–	3,6
<i>Galinsoga parviflora</i>	4,0	2,5	8,5	26,3	16,6	38,5
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	2,4	5,5	0,8	6,6	0,6	8,2
<i>Lamium amplexicaule</i>	8,8	7,8	–	–	–	0,3
<i>Matricaria inodora</i>	3,5	5,8	1,1	3,8	0,7	2,4
<i>Stellaria media</i>	6,5	11,5	–	3,3	0,2	0,5
<i>Thlaspi arvense</i>	6,5	10,4	2,2	3,8	0,3	2,2
<i>Urtica urens</i>	5,5	3,7	1,7	4,1	1,4	7,3
<i>Viola arvensis</i>	2,9	6,4	–	2,6	0,4	0,8
<i>Echinochloa crus-galli</i>	13,5	9,7	9,4	22,5	12,6	31,6
Liczba chwastów ogółem Total weed number	88,6	81,7	31,9	110,5	45,2	157,6

[-] gatunek nie występował – species was not appeared

Tabela 3

Table 3

Skład gatunkowy i średnia liczba chwastów w marchwi (szt.·m<sup>-2</sup>) w zależności od roku i terminu obserwacji  
Weed composition and mean number of weeds (no.·m<sup>-2</sup>) in carrots depending on the year and observation time

Gatunek Species	Terminy obserwacji Observation time					
	Faza 1–2 liści marchwi 1–2 leaf stage of carrots		Faza zwierania międzyrzędzi Before inter-row closeness		Przed zbiorem Before harvest	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<i>Aethusa cynapium</i>	3,0	1,9	1,6	1,4	3,2	3,6
<i>Amaranthus retroflexus</i>	12,4	9,5	12,2	19,5	8,2	28,2
<i>Chenopodium album</i>	18,2	16,5	10,1	28,5	14,4	42,5
<i>Cirsium arvense</i>	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5
<i>Equisetum arvense</i>	4,2	6,2	4,0	7,6	5,8	9,3
<i>Galeopsis tetrahit</i>	5,8	0,6	0,9	2,4	2,7	4,5
<i>Galinsoga parviflora</i>	8,2	4,1	12,4	19,2	19,5	32,7
<i>Matricaria inodora</i>	4,5	16,5	1,3	3,0	1,6	4,8
<i>Polygonum convolvulus</i>	2,5	5,8	–	0,6	–	2,5
<i>Polygonum persicaria</i>	1,4	7,1	1,5	2,7	0,8	4,4
<i>Sinapis arvensis</i>	6,5	0,1	–	0,4	1,1	3,3
<i>Stellaria media</i>	0,2	5,0	0,2	1,5	0,7	6,1
<i>Thlaspi arvense</i>	5,5	6,5	–	1,2	1,5	6,2
<i>Vicia cracca</i>	7,0	0,1	–	–	–	2,5
<i>Viola arvensis</i>	25,0	7,3	2,2	2,5	2,6	4,4
<i>Echinochloa crus-galli</i>	20,0	8,3	12,2	26,4	24,6	57,2
Liczba chwastów ogółem Total weed number	124,7	95,9	58,9	117,3	87,1	212,7

[-] gatunek nie występował – species was not appeared

Wyższa wartość wskaźnika różnorodności Shannona-Wienera ( $H'$ ) wzrasta wraz z liczbą gatunków chwastów oraz stopniem wyrównania ich liczebności. W uprawie cebuli większe zróżnicowanie gatunkowe, stwierdzone na podstawie wartości wskaźnika różnorodności ( $H'$ ), wykazano w obydwu okresach wegetacyjnych w zachwaszczeniu pierwotnym, a najniższą przed zbiorem i w fazie zwierania międzyrzędzi. Zauważono też, że w ocenie tego parametru wystąpiły znaczące różnice pomiędzy niektórymi gatunkami chwastów w latach badań. W wilgotnym 2010 r. wartość wskaźnika różnorodności *Chenopodium album* kształtowała się podobnie w obu okresach badań, zaś *Galinsoga parviflora* i *Echinochloa crus-galli* przyjmowała wartości wyższe, natomiast pozostałe gatunki chwastów – niższe w zachwaszczeniu wtórnym (tab. 4). Zatem wskaźnik odnoszący się do tych gatunków, zwłaszcza *Echinochloa crus-galli*, potwierdza fakt, iż można spodziewać się większego ich udziału w strukturze zachwaszczenia w latach o większej wilgotności. Najmniejszą różnorodność gatunkową zaobserwowano przed zbiorem cebuli w 2009 r. a największą w fazie 1–2 liści cebuli w 2010 r. Zmniejszenie wartości

wskaźnika równomierności przed zbiorem cebuli wynikało ze zwiększającej się liczby gatunków chwastów oraz mniejszej ich dominacji (tab. 4).

Tabela 4  
Table 4

Wskaźniki biocenotyczne zbiorowiska chwastów w cebuli  
Biocenotic indexes of weeds in onion

Gatunek Species	Terminy obserwacji Observation time											
	1–2 liście cebuli 1–2 leaf stage of onion				5–6 liści 5–6 leaf stage				Przed zbiorem Before harvest			
	2009		2010		2009		2010		2009		2010	
	H'	C	H'	C	H'	C	H'	C	H'	C	H'	C
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,14	+	0,03	+	–	–	0,05	+	–	–	0,06	+
<i>Chenopodium album</i>	0,36	0,10	0,29	0,02	0,35	0,07	0,37	0,10	0,35	0,08	0,37	0,15
<i>Galium aparine</i>	0,10	+	0,18	+	–	–	0,03	+	–	–	0,09	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	0,14	+	0,11	+	0,35	0,07	0,34	0,06	0,37	0,13	0,34	0,06
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0,10	+	0,18	+	0,09	+	0,17	+	0,06	+	0,15	+
<i>Lamium amplexicaule</i>	0,23	0,01	0,22	0,01	–	–	–	–	–	–	0,01	+
<i>Matricaria inodora</i>	0,13	+	0,19	0,01	0,12	+	0,12	+	0,06	+	0,06	+
<i>Stellaria media</i>	0,19	0,01	0,28	0,02	–	–	0,10	+	0,02	+	0,02	+
<i>Thlaspi arvense</i>	0,19	0,01	0,26	0,02	0,18	+	0,12	+	0,03	+	0,06	+
<i>Urtica urens</i>	0,17	+	0,14	+	0,16	+	0,12	+	0,11	+	0,14	+
<i>Viola arvensis</i>	0,11	+	0,20	0,01	–	–	0,09	+	0,04	+	0,03	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,29	0,02	0,25	0,01	0,36	0,09	0,32	0,04	0,36	0,08	0,32	0,04
H'	2,15		2,33		1,61		1,82		1,41		1,65	
J	0,87		0,94		0,83		0,76		0,64		0,66	
C	0,16		0,11		0,23		0,21		0,29		0,25	

[H'] wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona-Wienera – Shannon-Wiener's diversity index

[J] wskaźnik równomierności rozmieszczenia gatunków – species evenness index

[C] wskaźnik dominacji Simpsona – Simpson's domination index

[–] gatunek nie występował – species was not appeared

[+] wartość wskaźnika dominacji Simpsona < 0,01 – Simpson's index value < 0,01

Kolejnym wskaźnikiem określającym różnorodność danego zbiorowiska jest wskaźnik dominacji Simpsona C (wartość od 0 do 1), gdzie wyższa wartość oznacza dominację gatunku lub kilku gatunków, a tym samym niższą różnorodność gatunkową zbiorowiska (Topham i Lawson 1982). Gatunkami o najwyższej wartości wskaźnika dominacji (C) w uprawie cebuli będącej w fazie 1–2 liści były: *Chenopodium album* w obu latach, *Stellaria media* i *Thlaspi arvense* w 2010 r., w fazie 5–6 liści cebuli: *Echinochloa crus-galli* w 2009 r., *Chenopodium album* w 2010 r., natomiast przed zbiorem warzyw: *Galinsoga parviflora* w 2009 r. i *Chenopodium album* w 2010 r.

W uprawie marchwi, podobnie jak w cebuli, najwyższe wartości wskaźnika różnorodności wystąpiły w zachwaszczeniu pierwotnym, a tylko niektóre gatunki takie jak: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Equisetum arvense*, *Galinsoga parviflora*, *Stellaria media* i *Echinochloa crus-galli* osiągnęły wyższe wartości zarówno w fazie zwierania międzyrzędzi, jak i przed zbiorem (tab. 5).

Tabela 5  
Table 5Wskaźniki biocenotyczne zbiorowiska chwastów w marchwi  
Biocenotic indexes of weeds in carrots

Gatunek Species	Terminy obserwacji – Observation time											
	Faza 1–2 liści marchwi 1–2 leaf stage of carrots				Faza zwierania międzyrzędzi Before inter-row closeness				Przed zbiorem Before harvest			
	2009		2010		2009		2010		2009		2010	
	H'	C	H'	C	H'	C	H'	C	H'	C	H'	C
<i>Aethusa cynapium</i>	0,09	+	0,08	+	0,10	+	0,05	+	0,12	+	0,07	+
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,23	0,01	0,23	0,01	0,33	0,04	0,30	0,03	0,22	0,01	0,27	0,02
<i>Chenopodium album</i>	0,28	0,02	0,30	0,03	0,30	0,03	0,34	0,06	0,30	0,03	0,32	0,04
<i>Cirsium arvense</i>	0,01	+	0,02	+	0,03	+	0,02	+	0,02	+	0,01	+
<i>Equisetum arvense</i>	0,11	+	0,18	+	0,18	+	0,18	+	0,18	+	0,14	+
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0,14	+	0,03	+	0,06	+	0,08	+	0,11	+	0,08	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	0,18	+	0,13	+	0,33	0,04	0,30	0,03	0,34	0,05	0,29	0,02
<i>Matricaria inodora</i>	0,12	+	0,30	0,03	0,08	+	0,09	+	0,07	+	0,09	+
<i>Polygonum convolvulus</i>	0,08	+	0,17	+	–	–	0,03	+	–	–	0,05	+
<i>Polygonum persicaria</i>	0,05	+	0,19	0,01	0,09	+	0,09	+	0,04	+	0,08	+
<i>Sinapis arvensis</i>	0,15	+	0,01	+	–	–	0,02	+	0,06	+	0,06	+
<i>Stellaria media</i>	0,01	+	0,15	+	0,02	+	0,06	+	0,04	+	0,10	+
<i>Thlaspi arvense</i>	0,14	+	0,18	+	–	–	0,05	+	0,07	+	0,10	+
<i>Vicia cracca</i>	0,16	+	0,01	+	–	–	–	–	–	–	0,05	+
<i>Viola arvensis</i>	0,32	0,04	0,20	0,01	0,12	+	0,08	+	0,10	+	0,08	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,29	0,03	0,21	0,01	0,33	0,04	0,34	0,05	0,36	0,08	0,35	0,07
H'	2,38		2,40		1,97		2,01		2,03		2,15	
J	0,86		0,87		0,79		0,74		0,77		0,78	
C	0,11		0,11		0,17		0,17		0,17		0,16	

Oznaczenia: jak w tabeli 4

Explanation: see Table 4

W marchwi będącej w fazie 1–2 liści najwyższe wartości wskaźnika dominacji (C) miały takie gatunki jak: *Viola arvensis* w 2009 r., *Chenopodium album* i *Matricaria inodora* w 2010 r., w fazie zwierania międzyrzędzi: *Amaranthus retroflexus*, *Galinsoga parviflora* i *Echinochloa crus-galli* w 2009 r., *Chenopodium album* w 2010 r., a przed zbiorem marchwi: *Echinochloa crus-galli* w obu latach badań. W fazie 1–2 liści marchwi odnotowano największą różnorodność gatunkową w każdym roku, zaś najmniejszą w fazie zwierania międzyrzędzi oraz przed zbiorem (tab. 5). Zróżnicowanie wskaźnika równomierności (J) między latami badań było niewielkie. Wyższa równomierność w zachwaszczeniu pierwotnym w uprawie marchwi wynikała z większej liczby gatunków oraz mniejszej ich dominacji (tab. 5). Zaobserwowano pewne różnice we wskaźnikach biocenotycznych oraz w liczbie taksonów pomiędzy cebulą i marchwią oraz między latami obserwacji. Wynikały one prawdopodobnie z zastosowanej technologii uprawy tych warzyw. Cebulę uprawiano „na płask”, zaś marchew na redlinach. Ogólna wartość wskaźnika różnorodności Shannona-Wienera była większa w 2010 niż w 2009 r., co można wiązać z kształtowaniem się współczynnika Sielianinowa (tab. 1).



Warunki glebowe w powiązaniu z jej wilgotnością mają istotny wpływ na zbiorowisko chwastów. Potwierdzili to różni autorzy w odniesieniu do upraw rolniczych (Podstawka, Kapusta 1989, Adamczewski i wsp. 1994, Rola i wsp. 1999, Calado i wsp. 2009). Podobne zależności dotyczące chwastów odnotowano także w badanych roślinach warzywnych, przy czym opady atmosferyczne w powiązaniu z temperaturą powietrza powodowały większe zmiany w liczbie niż w składzie gatunkowym chwastów.

W zależności od roku badania chwasty wytworzyły masę od 345 do 404 g·m<sup>-2</sup>, co odpowiada 3,45–4,04 t·ha<sup>-1</sup> (tab. 6). Otrzymane wyniki potwierdzają fakt, że chwasty w początkowym okresie wegetacji cebuli mogą wytworzyć ogromną masę. Są też one zgodne z wcześniejszymi rezultatami badań, w których wykazano, że w ciągu 47 dni od siewu biomasa chwastów osiągnęła 6 t·ha<sup>-1</sup>, co stanowiło 20% masy plonu cebuli (Dobrzański 2000).

Tabela 6  
Table 6

Stopień zniszczenia chwastów i reakcja cebuli na pendimetalinę  
Weed control efficacy and response of onion to pendimethaline

Herbicyd – substancja aktywna i forma użytkowa Herbicide – common name and formulation	Dawki substancji aktywnej (g s.a.·ha <sup>-1</sup> ) Rates	Stopień zniszczenie chwastów (%) Weed control efficacy				Plon handlowy (t·ha <sup>-1</sup> ) Marketable yield	
		Redukcja liczby chwastów Reduction of weeds number		Redukcja świeżej biomasy chwastów Fresh weed biomass reduction		2009	2010
		2009	2010	2009	2010		
		28 DAT	29 DAT	28 DAT	29 DAT		
pendimetalina CS (455 g·l <sup>-1</sup> )	1137,5	88	88	90	90	39,0 a	27,1 a
pendimetalina CS (455 g·l <sup>-1</sup> )	1592,5	93	93	93	95	40,1 a	27,7 a
pendimetalina SC (330 g·l <sup>-1</sup> )	990,0	86	83	88	87	37,5 a	26,6 a
Kontrola Control	–	0	0	0	0	32,8 b	22,7 b
Liczba chwastów (szt·m <sup>-2</sup> ) Number of weeds (no·m <sup>-2</sup> )	–	89	82	–	–	–	–
Biomasa chwastów Biomass of weeds (g·m <sup>-2</sup> )	–	404	345	–	–	–	–

Objaśnienia: – DAT – liczba dni od zabiegu

Explanation: – DAT – days after treatment

Wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie (P= 0,05, test Tukey'a)

Means followed by the same letter are not significantly different (P= 0,05, Tukey's test)

W uprawie marchwi wytworzona przez chwasty biomasa była bardzo duża, wynosiła bowiem 5,75–6,21 t w przeliczeniu na 1 ha (tab. 7). Cebula i marchew tworzą specyficzną niszę ekologiczną umożliwiającą produkowanie, przez nieusunięte w porę chwasty, dużej



biomasy. Gatunki te długo wschodzą po zasiewie, wolno rosną po wschodach, wymagają uprawiania w stosunkowo szerokiej rozstawie rzędów. Liście tych roślin słabo zakrywają międzyrzędzia w początkowym okresie wegetacji.

Tabela 7

Table 7

Stopień zniszczenie chwastów i reakcja marchwi na mieszaninę linuronu i chlomazonu  
Weed control efficacy and response of carrots to mixture linuron and clomazone

Herbicyd – substancja aktywna i forma użytkowa Herbicide – common name and formulation	Dawki substancji aktywnej (g s.a. · ha <sup>-1</sup> ) Rates (g a.i. · ha <sup>-1</sup> )	Stopień zniszczenie chwastów (%) Weed control efficacy				Plon handlowy (t · ha <sup>-1</sup> ) Marketable yield	
		Redukcja liczby chwastów Reduction of weeds number		Redukcja świeżej biomasy chwastów Fresh weed biomass reduction		2009	2010
		2009	2010	2009	2010		
		36 DAT	40 DAT	36 DAT	40 DAT		
linuron + chlomazon	250 + 45	71	80	85	88	33,9 a	50,7 a
linuron + chlomazon	375 + 67,5	87	94	93	96	34,2 a	52,1 a
linuron + chlomazon	500 + 90	89	95	95	98	29,6 b	42,8 b
Kontrola Control	–	0	0	0	0	24,1 c	39,3 c
Liczba chwastów (szt · m <sup>-2</sup> ) Number of weeds (no · m <sup>-2</sup> )	–	125	96	–	–	–	–
Biomasa chwastów Biomass of weeds (g · m <sup>-2</sup> )	–	575	621	–	–	–	–

Objaśnienia: jak pod tabelą 6

Explanation: see Table 6

Wartości oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie (P= 0,05, test Tukey'a)

Means followed by the same letter are not significantly different (P= 0,05, Tukey's test)

W opisywanych doświadczeniach inaczej przedstawiało się zachwaszczenie warzyw na poletkach opryskiwanych herbicydami. Herbicydy poprzez wyeliminowanie wrażliwych na nie gatunków zmieniły fizjonomię zbiorowisk chwastów, zwłaszcza w początkowym okresie wegetacji uprawianych roślin.

Skuteczność herbicydów doglebowych, do których zaliczane są pendimetalina, linuron i chlomazon, jest uzależniona od wilgotności gleby (Zimdahl 1993). Zatem można by się spodziewać, że w opisywanych doświadczeniach efektywność chwastobójcza testowanych herbicydów powinna być większa w roku 2010 niż w 2009. Jednak tego nie potwierdzono (tab. 6 i 7).

W uprawie cebuli pendimetalina w dawkach 990,0, 1137,5 i 1592,5 g substancji aktywnej na 1 ha, wykazała zadowalającą skuteczność w ograniczaniu liczby i świeżej masy chwastów.

Mieszanina linuronu z chlomazonem w formie gotowego środka handlowego zastosowana bezpośrednio po siewie marchwi okazała się skuteczna w ograniczaniu zachwaszczenia (tab. 7). Po zastosowaniu najwyższej dawki otrzymano większy efekt chwastobójczy, jednak skutkowało to uszkodzeniami 12–15% roślin marchwi. Fitotoksyczne oddziaływanie środka przejawiało się „bieleniem liści”, zahamowaniem wzrostu roślin i przerzedzeniem wschodów marchwi. Wystąpiły duże różnice w wysokości plonów korzeni marchwi w latach badań. Niższe plony w 2009 r. należy łączyć z okresem suszy, jaka wystąpiła w sierpniu i wrześniu (tab. 1). Na poletkach opryskiwanych herbicydami, średni udział plonu handlowego w plonie ogólnym wynosił 76,2% w 2009 r., w następnym roku – 98,5%. We wcześniej przeprowadzonych badaniach mieszanina chlomazonu z linuronem ograniczała biomasa chwastów o ponad 95% (Anyszka, Dobrzański 2007). Również poziom fitotoksyczności (1,8–3,3%) nie stanowił zagrożenia dla prawidłowego rozwoju i plonowania marchwi.

## PODSUMOWANIE

Zróżnicowane sumy opadów w okresie wegetacji nie powodowały zmian składu gatunkowego chwastów w zachwaszczeniu pierwotnym cebuli i marchwi. Wpływały natomiast na zachwaszczenie wtórne. Z przeprowadzonych badań wynika, że w sezonie wegetacyjnym charakteryzującym się niską sumą opadów liczba gatunków chwastów, jak też ich liczebność na jednostce powierzchni były mniejsze. Natomiast w sezonie o dużej sumie opadów liczba gatunków była taka sama w zachwaszczeniu pierwotnym jak i wtórnym, ale ich obsada (liczba osobników na 1 m<sup>2</sup>) przewyższała zachwaszczenie pierwotne. Niezależnie od przebiegu opadów w obu sezonach wegetacyjnych w obiektach nie opryskiwanych herbicydami dominowały: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*. Ich udział w strukturze zachwaszczenia mimo istotnych zmian ilościowych w ocenianych sezonach wegetacyjnych wahał się od 75,5% (marchew) do 92,0% (cebula). Wartości wskaźników biocenotycznych: wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera (H), równomierności rozmieszczenia (J) i dominacji Simpsona (C) wynikały z różnic pomiędzy technologią uprawy marchwi i cebuli, a także różnic w rozkładzie opadów i temperatury powietrza w porównywanych latach obserwacji.

Herbicydy zastosowane w uprawie cebuli i marchwi charakteryzowały się wysoką skutecznością chwastobójczą. Pendimetalina w zakresie stosowanych dawek nie oddziaływała fitotoksycznie na rośliny cebuli. Natomiast mieszanina linuronu z chlomazonem powodowała przemijające objawy uszkodzeń marchwi. Pomimo tego, na skutek ograniczenia konkurencji chwastów z obiektów chronionych środkami chwastobójczymi, uzyskano istotnie wyższe plony w porównaniu z obiektem kontrolnym.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Praczyk T., Stachecki S., 1994. Wpływ opadów atmosferycznych i temperatury powietrza na występowanie niektórych gatunków chwastów oraz ich konkurencyjność w stosunku do roślin uprawnych. XVII Krajowa Konferencja „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”. Olsztyn–Bęsia 28–29.06.1994. ART. Olsztyn: 109–116.
- Anyszka Z., Dobrzański A., 2007. Skuteczność herbicydu chlomezon w zwalczaniu chwastów w marchwi. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 47(3): 33–36.
- Calado J.M.G., Bash G., de Carvalho M., 2009. Weeds emergence as influenced by soil moisture and temperature. *J. Pest Sci.*, 82: 81–88.
- Dobrzański A., 1994. Wpływ niektórych czynników środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem wilgotności, na zachwaszczenie upraw warzyw. XVII Krajowa Konferencja „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”. Olsztyn – Bęsia 28–29.06.1994, ART Olsztyn, 117–124.
- Dobrzański A., 2000. Znaczenie i perspektywy różnych sposobów ochrony warzyw przed chwastami na przykładzie cebuli. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 40(1): 138–145.
- Dobrzański A., 2009. Ekspertyza. Biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Sieć naukowa „Agroinżynieria dla rozwoju zrównoważonego rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego i obszarów wiejskich”. [www.agengpol.pl](http://www.agengpol.pl)
- Ellenberg H., 1950. *Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden*. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. 1. Stuttgart/Ludwigsburg.
- Krawczyk R., Matysiak K., Kierzek R., Kaczmarek S., 2010. Kształtowanie zachwaszczenia w uprawie pszenicy ozimej w okresie konwersji gruntów ornych na metodę ekologiczną. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 55(3): 195–199.
- Latowski K., Czarna A., Żukowski W., 1999. Stan chwastów segetalnych zbóż w strefie powodziowej na glebach lekkich wsi Sleszów i Jemielno ( Wielkopolska). *Pam. Puł.*, 115: 43–55.
- Markow M., 1978, [w:] *Agrofitocenologia nauka o zbiorowiskach roślinnych*. PWRiL, Warszawa.
- Pielou E.C., 1975. *Ecological diversity*. A Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons; New York, London, Sydney, Toronto
- Pielou E.C., 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity; its use and misuse. *Amer. Natural.*, 100: 463–465.
- Podstawka E., Kapusta B., 1989. Wpływ deszczowania i różnych dawek azotu na zachwaszczenie ziemniaków na glebie lekkiej. *Zesz. Nauk., Rol., WSRP Siedlce*, 20: 227–231.
- Pudełko J., Skrzypczak G., Maciejewski T., 2006. Zachwaszczenie kukurydzy uprawianej po ziemniakach i zbożach. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 46(2): 210–214.
- Radomski C., 1987. *Agrometrologia*. PWN, Warszawa.
- Rola J., Radziszewski J., Badowski M., Rola H., 1999. Wpływ powodzi w 1997 roku na zachwaszczenie pól uprawnych. *Pam. Puł.*, 115: 17–24.
- Shannon C. E., Weaver W., 1998. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. of Illinois Press.
- Shannon C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27: 379–423, 623–656.
- Simpson E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A., 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność chwastów. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 3(2): 235–245.

- Topham P.B., Lawson H.M., 1982. Measurement of weed species diversity in crop/weed competition studies. *Weed Res.*, 22: 285–293.
- Tymrakiewicz W., 1959. Atlas Chwastów. P W R i L, Warszawa, 367.
- Wanic M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K., Nowicki J., 2005. Analiza zbiorowisk chwastów za pomocą wybranych wskaźników biologicznych. *Acta Agrobot.*, 58(1): 227–242.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002. Ecological of vascular plants of Poland – Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski, [w:] Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science. Kraków.
- Zimdahl R.L., 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. London.

## VARIABILITY OF WEED SPECIES COMPOSITION IN ONION AND CARROT CROPS DEPENDING ON RAINFALL AND EFFICACY OF APPLIED HERBICIDES

### S u m m a r y

Studies on floristic diversity of weeds in onion and carrot crops depending on sum of rainfall were carried out in two vegetative seasons (2009 and 2010) in different moisture conditions. Observations were performed on field experimental plots established to assess biological efficacy of herbicides used directly after sowing. Onion crop was protected using pendimethalin (1137.5; 1592.5 and 990 g a.s. ha<sup>-1</sup>), and carrot crop was treated with a mixture of herbicides linuron and clomazone (250+45; 375+67,5; 500+90 g a.s. ha<sup>-1</sup>). Three assessments of weed infestation in vegetable crops (onion, carrot) were performed both on treated objects and untreated – control at the following dates: phase of 2 leaves, closing row spacing and before harvest. In the control objects the number of weed species, fresh weight of weeds and biocenotic indexes were determined. Considering protected objects, the level of regulated weeds was assessed. Soil moisture status conditioned by sum of rainfall during the period of vegetation did not influence changes in weed species composition of primary weed infestation in onion and carrot objects. On the other hand, it considerably affected secondary weed infestation. On the basis of obtained results it was stated that during vegetative season characterized by a low sum of rainfall (249.1 mm) the number of weed species and the number of weed plants per area unit were smaller. In the season with a great sum of rainfall (447 mm) the number of weed species was comparable at both primary and secondary weed infestation, however, the number of weed plants at the secondary weed infestation per 1 m<sup>2</sup> was higher. Regardless of rainfall course in both vegetative seasons on the control plots and treated with herbicides prevailed the following weed species: *Chenopodium album*, *Galiusoga parviflora*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*. Their share in weed infestation structure despite significant quantity changes ranged from 75.5% (carrot) to 92.0% (onion). The obtained values for biocenotic indexes: Shannon-Wiener index (H'), evenness index (J), Simpson dominance index (C) were related to differences in cultivation measures in vegetable crops as well as to the sum of rainfall in comparable experimental seasons.

Herbicides applied in onion and carrot crops showed a high herbicidal efficacy. No phytotoxic effect was stated after using pendimethalin at recommended doses in onion crops. The mixture of herbicides linuron and clomazone gave transitional phytotoxicity in carrot crops. As a result of reducing weed competitiveness in protected object with herbicides, the obtained values of yield were significantly higher as compared to the untreated – control objects.

KEY WORDS: onion, carrot, weed diversity, sum of rainfall, weed regulation methods

**Ryszard Weber, Hanna Gołębiowska, Marcin Bortniak**

**ZMIENNOŚĆ LICZEBNOŚCI CHWASTÓW SEGETALNYCH  
W OKRESIE WIOSENNYM W ZALEŻNOŚCI OD WYSOKOŚCI  
ŚCIERNI PRZEDPŁONU I SPOSOBU UPRAWY ROLI  
W UPRAWIE KILKU ODMIAN PSZENICY OZIMEJ**

**VARIABILITY OF INFESTATION OF SEVERAL WINTER  
WHEAT CULTIVARS WITH SEGETAL WEEDS DURING  
SPRING PERIOD IN RELATION TO TILLAGE SYSTEM  
AND PRECEDING CROP STUBBLE HEIGHT**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach  
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu  
Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute in Puławy,  
Department of Weed Science and Tillage Systems in Wrocław*

Celem badań była analiza zmienności liczebności dominujących gatunków chwastów w okresie wiosennym w zależności od wysokości ścierni przedplonu, sposobu uprawy roli i odmiany pszenicy ozimej. Badania przeprowadzono w latach 2009–2011. Doświadczenie założono w układzie split – split – plot w 4 powtórzeniach. Badano następujące czynniki doświadczenia: Czynniki I – Zbiór przedplonu pszenicy: a) niskie ściernisko (10 cm), b) wysokie ściernisko (40 cm); Czynniki II – Sposoby uprawy roli: a) siew bezpośredni, b) uprawa bezpłuzna, c) uprawa konwencjonalna – płuzna (tab. 1); Czynniki III – odmiany pszenicy ozimej: a) Mewa, b) Rapsodia, c) Legenda. Odmiany pszenicy ozimej w warunkach wysokiej ścierni odznaczały się większym zachwaszczeniem niż na poletkach z niską ściernią. Mewa ograniczała liczebność badanych gatunków chwastów w większym stopniu niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej. *Viola arvensis* i *Stellaria media* były dominującymi chwastami. Natomiast *Veronica pesica* i *Lycopsis arvensis* odznaczały się istotnie mniejszą liczbą na jednostce powierzchni. W warunkach siewu bezpośredniego w porównaniu z pozostałymi systemami uprawy stwierdzono istotnie większe liczebności *Viola arvensis*, *Stellaria media* i *Apera spica-venti*. Przyczyną wyższego zachwaszczenia na obiektach z wysoką ściernią

---

Do cytowania – For citation: Weber R., Gołębiowska H., Bortniak M., 2012. Zmienność liczebności chwastów segetalnych w okresie wiosennym w zależności od wysokości ścierni przedplonu i sposobu uprawy roli w uprawie kilku odmian pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CI, 585: 141–150.

były istotnie większe liczebności gatunków *Viola arvensis* i *Stellaria media*. Natomiast w warunkach niskiej ścierni odnotowano większe nasilenie *Geranium pusillum*.

SŁOWA KLUCZOWE: systemy uprawy, pszenica ozima, odmiany, chwasty segetalne

## WSTĘP

Znaczna degradacja środowiska glebowego w niektórych rejonach świata, spowodowana przez intensywną uprawę roli, wymusza wręcz poszukiwanie nowych technologii sprzyjających ochronie gleby i bioróżnorodności oraz odtwarzających naturalne biocenozy na obszarach intensywnej produkcji rolnej. Ograniczenie negatywnych skutków intensywnej uprawy roli można osiągnąć, stosując różne systemy bezpługowej uprawy konserwującej. Uproszczenia w uprawie roli obniżają nakłady energii i zmniejszają koszty produkcji (Idkowiak, Kordas 2007, Kahaledian i wsp. 2010). Jednak plonowanie roślin w pierwszych latach stosowania konserwującej uprawy roli może być niższe w porównaniu z wynikami uzyskanymi w uprawie konwencjonalnej (Berner i wsp. 2008). Uproszczone metody uprawy roli stwarzają znacznie odmiennie warunki do rozwoju roślin uprawnych i chwastów. Bezpługowa uprawa powoduje, że większość nasion chwastów występuje w górnej warstwie gleby (Wrześcińska i wsp. 2003).

W początkowym okresie stosowania systemu siewu bezpośredniego lub bezpługowej uprawy roli obserwuje się rozwój gatunków chwastów jednoliściennych i wieloletnich (Bräutigam 1993). Natomiast wieloletnie stosowanie uprawy bezpługowej lub siewu bezpośredniego wpływa na zmniejszenie zachwaszczenia (Kordas 2004). W siewie bezpośrednim spulchnienie jedynie bruzdki siewnej poprzez redlice wysiewające stwarza niekorzystne warunki do rozwoju chwastów. Badania wykazały, że w warunkach uprawy bezpługowej w porównaniu z orką tradycyjną następuje szybsze rozprzestrzenienie się chwastów wieloletnich przy jednoczesnym ograniczaniu liczebności gatunków jednolecnych. W zależności od stanowiska notowano również zwiększone liczebności komosy białej (*Chenopodium album*), gwiazdnicy pospolitej (*Stellaria media*) i maruny bezwonnej (*Matricaria maritima* sp. *inodora*) (Wrześcińska i wsp. 2003). Badania Ciesielskiej i Rzeźnickiego (2007) wykazały, że przy stosowaniu siewu bezpośredniego gatunkiem dominującym był *Echinochloa crus-galli*. Natomiast udział *Viola arvensis*, *Chenopodium album* i *Veronica arvensis* był znacznie ograniczony w porównaniu z konwencjonalną uprawą roli. W doświadczeniach prowadzonych na glebie płowej w warunkach uprawy uproszczonej i tradycyjnej kukurydzy nie stwierdzono istotnych różnic w zachwaszczeniu *Chenopodium album*, *Viola arvensis*, *Geranium pusillum*, *Anthemis arvensis*, nieco większe nasilenie wykazał jedynie *Echinochloa crus – galli* (Rola i wsp. 2006). Zróżnicowane wyniki doświadczeń wskazują, że odmiany roślin uprawnych mogą również odgrywać znaczącą rolę w ograniczaniu poszczególnych gatunków chwastów na polu. Celem badań była analiza zmienności liczebności dominujących gatunków chwastów w okresie wiosennym w zależności od wysokości ścierni przedplonu, sposobu uprawy roli i odmiany pszenicy ozimej.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2009–2011 w Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa na Dolnym Śląsku. Doświadczenie założono w układzie split – split – plot w 4 powtórzeniach, na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego zalegającym na glinie lekkiej. Przedplonem była pszenica jara. Badano następujące czynniki doświadczenia: Czynniki I – Zbiór przedplonu pszenicy: a) niskie ściernisko (10 cm), b) wysokie ściernisko (40 cm); Czynniki II – Sposoby uprawy roli: a) siew bezpośredni, b) uprawa bezpłuzna, c) uprawa konwencjonalna – płuzna (tab. 1); Czynniki III – odmiany pszenicy ozimej: a) Mewa, b) Rapsodia, c) Legenda. Zarówno na obiektach z wysoką, jak również z niską ściernią pozostałe resztki poźniwne zostały pocięte na sieczkę i równomiernie rozłożone na polu. Powierzchnia poletka wynosiła 15 m<sup>2</sup>. Po zbiorze przedplonu, na obiektach z wysoką i niską ściernią, wykonano oprysk glifosatem w pierwszej dekadzie sierpnia. Liczbę chwastów na każdym analizowanym obiekcie oceniano (wczesną wiosną) losowo metodą ramkową na powierzchni 0,25 m<sup>2</sup> w fazie krzewienia pszenicy ozimej. Na każdym obiekcie analizowano sumaryczne liczebności poszczególnych gatunków chwastów uzyskane z 4 powtórzeń w trzech latach badań. Do analizy statystycznej wybrano 9 najczęściej występujących gatunków chwastów: *Viola arvensis* Murr., *Stellaria media* (L.) Vill., *Lycopsis arvensis* L., *Veronica pesica* Poir., *Apera spica-venti* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med., *Anthemis arvensis* L., *Geranium pusillum* L., *Myosotis arvensis* L.

Tabela 1  
Table 1

### Systemy uprawy roli Tillage systems

Uprawa roli Tillage system	Zabiegi uprawowe Cultivation measures
A. Konwencjonalna (płuzna) Plough tillage	uprawa poźniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy post-harvest cultivation – gruber at 15 cm + string roller uprawa podstawowa – orka pługiem na głębokość 25 cm + brona basic land preparation – ploughing to the depth of 25 cm + harrow uprawa przedsiewna – agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy) pre-plant tillage – combined tillage unit (cultivator + string roller) herbicydy w zależności od potrzeb herbicides as needed
B. Uproszczona (bezpłuzna) Simplified tillage	uprawa poźniwna – gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy post-harvest cultivation – gruber at 15 cm + string roller uprawa przedsiewna – brona wirnikowa + wał strunowy post-harvest cultivation – rotary harrow + string roller herbicydy w zależności od potrzeb herbicides as needed
C. Zerowa (siew bezpośredni) Direct sowing	siew bezpośredni – siewnik great plains z podwójnymi talerzowymi redlicami wysiewającymi i krojem tarczowym przed redlicami direct sowing – Great Plains drill with a double disc drilling unit and a cultivating disc herbicydy w zależności od potrzeb herbicides as needed



Powiązania między liczbą poszczególnych gatunków chwastów na jednostce powierzchni, odmianami pszenicy, sposobem uprawy roli i wysokością ścierni oceniano za pomocą analizy log-liniowej. Analizę tę przedstawiono w opracowaniu Goodmana (1978). Wszelkie istotne odchylenia liczebności obserwowanych od oczekiwanych wskazują w tej analizie na istnienie zależności (interakcji) między badanymi zmiennymi. Po przekształceniu logarytmicznym wartości oczekiwanych model przyjmuje postać liniową, która w najprostszym przypadku może być przedstawiona wzorem:

$$\text{Ln}(E_{ij}) = M. + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_{ij}^{XY}$$

gdzie:

$E_{ij}$  – wartości oczekiwane,  $M.$  – ogólna średnia oparta na równej liczebności w każdej komórce,  $\lambda_i^X$  – efekt i-tej wartości zmiennej  $X$ ,  $\lambda_j^Y$  – efekt j-tej wartości zmiennej  $Y$ ,  $\lambda_{ij}^{XY}$  – efekt interakcji i-tej wartości zmiennej  $X$  oraz j-tej wartości zmiennej  $Y$ .

Model log-liniowy pozwala na weryfikację hipotezy zerowej, która zakłada brak współdziałań dwóch lub więcej analizowanych zmiennych. Umożliwia również, po odrzuceniu nieistotnych interakcji, ocenę wpływu poszczególnych czynników na zmienność badanej populacji chwastów.

## WYNIKI

Obliczone statystyki  $\text{Chi}^2$  dla efektów głównych i interakcji drugiego rzędu wykazywały istotne wartości. Dlatego hipotezę o braku zależności liczby gatunków chwastów od systemów uprawy roli, odmian i wysokości ścierni należy odrzucić na poziomie  $p < 0,01$ . Wybór optymalnego modelu statystycznego określającego wpływ odmian, wysokości ścierni i systemów uprawy na liczebność analizowanych gatunków chwastów umożliwiają dane zawarte w tabeli 2.

Na podstawie tabeli 2 stwierdzono znaczne zróżnicowanie poszczególnych gatunków chwastów w doświadczeniu. Analiza log-liniowa wykazała również istotne różnice liczebności badanych gatunków chwastów w zależności od systemów uprawy, wysokości ścierni i odmiany. Istotne interakcje pomiędzy, odmianami i wysokością ścierni oraz systemami uprawy i wysokością ścierni wskazują na duży wpływ wymienionych czynników doświadczenia na wielkość populacji badanych gatunków chwastów. Istotna interakcja gatunków chwastów z systemami uprawy potwierdza znacznie zróżnicowaną liczebność badanych gatunków chwastów w uprawie konwencjonalnej i bezpłujnych systemach uprawy.

Na podstawie wyników analizy log-liniowej można stwierdzić jedynie brak współdziałania pomiędzy odmianami i gatunkami chwastów. Oznacza to, że odmiany niezależnie od wysokości ścierni i systemów uprawy miały podobny wpływ na liczbę badanych gatunków chwastów. Współzależność cząstkowa dla interakcji odmian i systemów uprawy jest nieistotna. Oznacza to, że w przypadku braku innych dwuczynnikowych interakcji współzależność brzegowa między tymi czynnikami doświadczenia jest istotna. Na podstawie analizy log-liniowej z tabel 2 i 3 można stwierdzić, że odmiany pszenicy ozimej w warunkach wysokiej ścierni odznaczały się większym zachwaszczeniem niż na poletkach z niską ściernią. Mewa ograniczała liczebność badanych gatunków chwastów w większym stopniu niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej.



Tabela 2

Table 2

Testy związku brzegowego i cząstkowego oraz interakcje między badanymi czynnikami  
Tests of main effects, marginal and partial associations and interactions between  
experiment factors

Efekt Effect	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Chi <sup>2</sup> związek cząstkowy Partial association	Istotność poziom (p) Significant level	Chi <sup>2</sup> związek brzegowy Marginal association	Istotność poziom (p) Significant level
Odmiany Cultivars (1)	2	34,56	0,0000	34,56	0,0000
Wysokość ścierni Stubble height (2)	1	19,74	0,0000	19,74	0,0000
System uprawy Tillage systems (3)	2	483,44	0,0000	483,44	0,0000
Gatunki chwastów Weed species (4)	8	392,22	0,0000	392,22	0,0000
1 x 2	2	8,85	0,0119	10,44	0,0054
1 x 3	4	7,77	0,1003	14,83	0,005
1 x 4	16	16,80	0,3985	23,00	0,1137
2 x 3	2	54,54	0,0000	133,42	0,0000
2 x 4	8	51,46	0,0000	129,48	0,0000
3 x 4	16	211,49	0,0000	294,98	0,0000
1 x 2 x 3	4	2,14	0,7091	2,79	0,5930
1 x 2 x 4	16	8,41	0,9356	10,86	0,8177
1 x 3 x 4	32	13,65	0,9998	14,54	0,9965
2 x 3 x 4	16	59,07	0,0000	61,65	0,0000

Tabela 3

Table 3

Liczebność gatunków chwastów w zależności od odmiany i wysokości ścierni  
Marginal frequencies of weed species in relation to cultivars and stubble height

Ścierz Stubble	Odmiana Cultivars			Razem Total
	Legenda	Mewa	Rapsodia	
Wysoka High	191	149	281	621
Niska Low	155	147	172	474
Razem Total	346	296	453	1095

W warunkach uprawy konwencjonalnej wykazano istotnie mniejsze zachwaszczenie odmian pszenicy ozimej, natomiast zaniechanie uprawy roli przyczyniło się do istotnego zwiększenia liczby analizowanych gatunków chwastów w zasiewach pszenicy (tab. 4).

Tabela 4  
Table 4

Liczebność gatunków chwastów w zależności od odmiany i systemu uprawy  
Marginal frequencies of weed species in relation to cultivars and tillage systems

System uprawy Tillage systems	Odmiana Cultivars			Razem Total
	Legenda	Mewa	Rapsodia	
Zerowa Direct sowing	233	163	197	693
Uproszczona Simplified tillage	73	95	116	284
Płużna Plough tillage	40	38	40	118
Razem Total	346	296	443	1095

Tabela 5  
Table 5

Liczebności gatunków chwastów w zależności od systemu uprawy  
Marginal frequencies of weed species in relation to tillage systems

Gatunki chwastów Weed species	System uprawy Tillage systems			Razem Total
	Zerowa Direct sowing	Uproszczona Simpli- fied tillage	Płużna Plough tillage	
ANTAR	50	64	22	136
APESV	83	22	9	114
CAPBP	49	55	16	120
GERPU	25	65	23	113
MYOAR	49	11	9	69
LYCAR	21	9	9	39
STEME	144	21	7	172
VERPE	12	11	11	34
VIOAR	260	26	12	298
Razem Total	693	284	118	1095

Objaśnienia – Explanations: ANTAR – *Anthemis arvensis*; APESV – *Apera spica-venti*; CAPBP – *Capsella bursa-pastoris*; GERPU – *Geranium pusillum*; MYOAR – *Myosotis arvensis*; LYCAR – *Lycopsis arvensis*; STEME – *Stellaria media*; VERPE – *Veronica persica*; VIOAR – *Viola arvensis*

Na podstawie analizy log-liniowej z tabel 2 i 5 można stwierdzić, że *Viola arvensis* i *Stellaria media* były dominującymi chwastami. Natomiast *Veronica persica* i *Lycopsis arvensis* odznaczały się istotnie mniejszą liczbą na jednostce powierzchni. W warunkach siewu bezpośredniego w porównaniu z pozostałymi systemami uprawy

stwierdzono istotnie większe liczebności *Viola arvensis*, *Stellaria media* i *Apera spica-venti*.

Przyczyną wyższego zachwaszczenia na obiektach z wysoką ściernią były istotnie większe liczebności gatunków *Viola arvensis* i *Stellaria media*. Natomiast w warunkach niskiej ścierni stwierdzono większe nasilenie *Geranium pusillum* (tab. 6).

Tabela 6  
Table 6

Liczebności gatunków chwastów w zależności od wysokości ścierni  
Marginal frequencies of weed species in relation to stubble height

Gatunki chwastów Weed species	Ścierań wysoka High stubble field	Ścierań niska Low stubble field	Suma Total
ANTAR	52	84	136
APESV	66	48	114
CAPBP	43	77	120
GERPU	37	76	113
MYOAR	45	24	69
LYCAR	19	20	39
STEME	114	58	172
VERPE	16	18	34
VIOAR	228	70	298
Suma Total	620	475	1095

Objaśnienia jak w tabeli 5 – Explanations see Table 5

## DYSKUSJA NAD WYNIKAMI

Przedstawione wyniki badań wykazały zróżnicowaną reakcję odmian pszenicy na analizowane populacje chwastów. Mewa ograniczała w większym stopniu liczebność badanych gatunków chwastów niż pozostałe odmiany. Genotyp ten odznaczał się szybszym wzrostem w początkowych fazach rozwoju roślin w porównaniu z pozostałymi odmianami. Niższe zachwaszczenie w łanie tej odmiany wykazały także badania Feledyn-Szewczyk i Duer (2006). Wyniki badań innych autorów potwierdzają również zróżnicowaną konkurencyjność odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów (Abouziena i wsp. 2008). Odmiany odznaczające się szybszym rozwojem i większą powierzchnią liści utrudniały rozwój chwastów w większym stopniu niż formy charakteryzujące się wolnym wzrostem w początkowych fazach rozwoju pszenicy (Drews i wsp. 2009). Odmiana Mewa może również wykazywać pewne oddziaływanie allelopatyczne na niektóre gatunki chwastów, ponieważ wydzieliny korzeniowe niektórych odmian pszenicy ograniczają w znacznym stopniu rozwój roślin rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie (Wu i wsp. 2007). Obecnie w wielu krajach propaguje się hodowlę odmian pszenicy szczególnie przystosowa-

nych do gospodarstw ekologicznych. Poprzez krzyżowanie miejscowych form z odmianami intensywnymi uzyskano genotypy odznaczające się znaczną konkurencyjnością w stosunku do chwastów trudnych do usunięcia metodami chemicznymi (Lemerle i wsp. 2000). Zbiór zbóż w wariancie wysokiego ścierniska odznacza się wieloma zaletami: zwiększona wydajność kombajnu o 40–100%, dłuższy czas żniw + 1 godzina rano, dłuższy czas żniw + 2 godziny wieczorem, zmniejszenie wilgotności ziarna o 1–4%, niższe zużycie paliwa o 5–7 l/ha, mniejsze obciążenie części pracujących kombajnu, mniejsze straty ziarna o 3–4%, zmniejszone koszty o 30–70 euro·ha<sup>-1</sup>. Jednak w środowisku wysokiej słomy zachwaszczenie pszenicy ozimej jest większe. Stosując ten system uprawy, należy więc poświęcić większą uwagę walce chemicznej z chwastami. Wyniki badań potwierdziły również zwiększone zachwaszczenie odmian pszenicy ozimej w warunkach uprawy bezpługowej i siewu bezpośredniego. Dlatego w pierwszych latach stosowania tych systemów uprawy należy wytworzyć (na powierzchni gleby) poprzez zróżnicowane zmianowanie warstwę mulczu, która ograniczy rozwój populacji chwastów w uprawie roślin następczych.

## WNIOSKI

1. Odmiany pszenicy ozimej w warunkach wysokiej ścierni odznaczały się większym zachwaszczeniem niż na poletkach z niską ściernią. Mewa ograniczała liczebność badanych gatunków chwastów w większym stopniu niż pozostałe odmiany pszenicy ozimej.

2. W warunkach uprawy konwencjonalnej wykazano istotnie mniejsze zachwaszczenie odmian pszenicy ozimej, natomiast zaniechanie uprawy roli przyczyniło się do istotnego zwiększenia liczebności analizowanych gatunków chwastów w zasiewach pszenicy.

3. *Viola arvensis* i *Stellaria media* były dominującymi chwastami. Natomiast *Veronica pesica* i *Lycopsis arvensis* odznaczały się istotnie mniejszą liczbą na jednostce powierzchni. W warunkach siewu bezpośredniego w porównaniu z pozostałymi systemami uprawy stwierdzono istotnie większe liczebności *Viola arvensis*, *Stellaria media* i *Apera spica-venti*. Przyczyną wyższego zachwaszczenia na obiektach z wysoką ściernią były istotnie większe liczebności *Viola arvensis* i *Stellaria media*. Natomiast w warunkach niskiej ścierni stwierdzono większe nasilenie *Geranium pusillum*.

## PIŚMIENNICTWO

- Abouzienna H.F., Sharara Faida A.A., El-desoki E.R., 2008. Efficacy of cultivar selectivity and weed control treatments on wheat yield and associated weeds in sandy soils. *World J. Agr. Scien.*, 4(3): 384–389.
- Berner A., Hildermann I., Fiessbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P., 2008. Crop yield soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Till. Res.*, 101: 89–96.

- Bräutigam V., 1993. Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungssysteme auf Halmbasiskrankheiten des Getreides, die Unkrautentwicklung und bekämpfung. Dissertation. Forschungsbericht Agrartechnik nr. 231. Giessen.
- Ciesielska A., Rzeźnicki B., 2007. Wpływ siewu bezpośredniego na plonowanie i zmiany zachwaszczenia pszenicy jarej. *Fragm. Agron.*, 1(93): 25–32.
- Drews S., Neuhoﬀ D., Köpke U., 2009. Weed suppression of three winter wheat varieties at diﬀerent row spacing under organic farming conditions. *Weed Res.*, 49(5): 526–533.
- Feledyn-Szewczyk K.B., Duer I., 2006. Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. *J. Res. Applic. Agr. Eng.*, 51(2): 30–35.
- Goodman L.A., 1978. *Analyzing Qualitative/Categorical Data: Log-Linear Models and Latent Structure Analysis*, ed. by Jay Magidson, Cambridge.
- Idkowiak M., Kordas L., 2007. Wpływ sposobów uprawy roli na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego *Fragm. Agron.*, 3(95): 187–191.
- Kahaledian M.R., Mailhol J.C., Ruelle P., Mubarak I., Perrot S., 2010. The impacts of direct seeding into mulch on the energy balance of crop production system in SE of France. *Soil Till. Res.*, 106: 218–226.
- Kordas L., 2004. Wpływ wieloletniego stosowania uprawy zerowej w zmianowaniu na zachwaszczenie. *Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin.*, 44(2): 841–843.
- Lemerle D., Smith A., Verbeek B., Rudd S., Martin P., 2000. Breeding for competitive cultivars of wheat. III International Weed Science Congress – IWSC FOZ DO IGUASSU-Brazil Jule: 6–11.
- Rola H., Kucharski M., Marczevska K., Gawronski W.S., Ciarka D., Szalach E., 2006. Metody identyfikacji biotypów chwastów odpornych na herbicydy z grupy inhibitorów fotosyntezy fotosystemu II. IUNG-PIB, Puławy: 1–27.
- Wu H., Pratley J., Lemerle D., An M., Liu L., 2007. Autotoxicity of wheat (*Triticum aestivum* L.) as determined by laboratory bioassays. *Plant Soil*, 296: 85–93.
- Wrzesińska E., Dzienia S., Wereszczaka J., 2003. Wpływ systemów uprawy roli na ilość i rozmieszczenie nasion chwastów glebie. *Acta Scien. Pol., Agricultura*, 2(1): 169–175.

## VARIABILITY OF INFESTATION OF SEVERAL WINTER WHEAT CULTIVARS WITH SEGETAL WEEDS DURING SPRING PERIOD IN RELATION TO TILLAGE SYSTEM AND PRECEDING CROP STUBBLE HEIGHT

### Summary

Aim of this study was to analyze the variability of the number of dominant weeds, depending on the amount of stubble, tillage, and cultivar of winter wheat in spring. The study was conducted in 2009–2011. The experiment was conducted in a split-plot design with 4 replications. The following factors were studied experience: factor I – forecrop of winter wheat, and / low stubble (10 cm), b) high stubble (40 cm), factor II – tillage systems: a) direct seeding, b) simplified tillage, c) conventional tillage – ploughing: factor III – cultivar of winter wheat: a) Mewa, b) Rapsodia, c) Legenda. Cultivars of winter wheat grown under high stubble were characterized by higher weed control *Apera spica-venti*, *Viola arvensis* and *Stellaria media* (dominant species) and *Veronica persica*, *Lycopsis arvensis* and *Geranium pusillum* compared with low stubble. Of the three selected culti-

vars of winter wheat in the cultivation of Mewa recorded the smallest number of individual weed species. Under conditions of direct sowing as compared to the simplified system and the conventional tillage had a significantly greater number of *Viola arvensis*, *Stellaria media* and *Apera spica-venti*. However the cause of the higher weed infestation on the objects with high stubble were significantly larger number of species of *Viola arvensis* and *Stellaria media*. In conditions of low stubble only found greater severity of *Geranium pusillum*.

KEY WORDS: tillage systems, cultivars, winter wheat, segetal weeds