

USAGE OF MICROBIOTEST PHYTOTOXKIT IN DETECTING OF ALLELOPATHIC POTENTIAL OF *PHALARIS ARUNDINACEA*

Summary

In the laboratory experiments an effect of the rhizosphere soil water extracts, Phalaris arundinaceae roots and leaf water extracts on germination capacity and Sinapis alba root growth was determined. Test of germination and early growth - Phytotoxkit was used in experiment, which consisted of 3 independent laboratory experimental series in one month periods, and 3 replications. Water extracts were prepared from 12,5 g and 25 g of soil, fresh root mass and leaves of Phalaris arundinaceae and 100 ml of distilled water. Plates moistened of distilled water were control objects in these experiment. Data indicated that the highest inhibition effect on the germination capacity and Sinapis alba root length was obtained after leaf water extracts application, whereas allelopathic potential of root and rhizosphere soil water extracts were significantly lower.

WYKORZYSTANIE MIKROBIOTESTU PHYTOTOXKIT W WYKRYWANIU POTENCJAŁU ALLELOPATYCZNEGO MOZGI TRZCINOWATEJ (*PHALARIS ARUNDINACEA*)

Streszczenie

*W badaniach własnych oceniano wpływ wodnych wyciągów z gleby okołoryzoserowej, korzeni oraz liści mozgi trzcinowatej (*Phalaris arundinacea*) na zdolność kiełkowania i wzrost korzeni gorczycy białej (*Sinapis alba*). Doświadczenie przeprowadzono z użyciem testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin – Phytotoxkit. Testy obejmowały 3 niezależne serie doświadczeń laboratoryjnych w odstępach miesięcznych po 3 powtórzenia. Wodne wyciągi sporządzono z 12,5 g i 25 g gleby, świeżej masy korzeni oraz liści mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na 100 ml wody destylowanej. Obiekt kontrolny stanowiły płytki, na które nanoszono jedynie wodą destylowaną. Najsilniejszy efekt inhibicyjny na zdolność kiełkowania oraz długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*), stwierdzono dla wyciągu sporządzonego z liści mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). Podczas gdy, potencjał allelopatyczny wyciągów wodnych otrzymanych z korzeni oraz z gleby okołoryzoserowej był istotnie mniejszy.*

1. Wstęp

Oddziaływania pomiędzy różnymi gatunkami roślin w postaci wydzielania do środowiska glebowego związków o charakterze allelopatyn jest zjawiskiem powszechnym w przyrodzie. Rośliny potrafią oddziaływać na inne gatunki roślin poprzez allelozwiązki zwane kolinami, które w sposób inhibicyjny lub stymulacyjny wpływają na ich wzrost i rozwój. Substancje wykazujące potencjał allelopatyczny pod względem chemicznym obejmują całą grupę związków, od najprostszyc (gazowych np. etylen) do bardzo skomplikowanych (wielopierścieniowych związków aromatycznych np. sorgoleon czy helianuol) [1, 13].

Najzasobniejszymi w allelopatyny organami są liście, a w następnej kolejności korzenie, które uważa się że zawierają mniej allelozwiązków o słabszych właściwościach allelopatycznych lub występujących w mniejszych ilościach [2]. Jednakże ze względu na swoją budowę chemiczną i właściwości hydrofilne, większość substancji allelopatycznych bardzo łatwo przenika do gleby. Zjawisko to nazywane jest eksudacją i do niedawna przez większość badaczy uważane było za mało istotne, gdyż ogranicza się tylko do obszaru ryzosfery. Jednak w ostatnich kilku latach pojawiło się wiele doniesień literaturowych wskazujących na istotną rolę (inhibicyjną lub stymulacyjną) uwalnianych w ten sposób allelozwiązków [3, 4, 5].

Poznanie allelopatycznych właściwości różnych roślin ma nie tylko znaczenie eksperymentalne (naukowe), ale również praktyczne. Badania takie prowadzone obecnie oraz w najbliższych latach powinny koncentrować się na jak najdokładniejszym poznaniu tego zjawiska, a następnie jego jak najszerzszym wykorzystaniu (zwłaszcza w warunkach polowych), gdyż określenie oddziaływań pomiędzy roślinami uprawnymi jako donorami, a chwastami jako akceptorami mogłoby umożliwić skuteczne ograniczanie konkretnych gatunków chwastów. Wiąże się to oczywiście z poszukiwaniem oraz poznaniem gatunków i ich faz rozwojowych, w których rośliny te wydzielają allelopatyny w bioaktywnych koncentracjach. Wytworzone w ten sposób „bio” czy „alleloherbicydy”, ale również środki pozwalające na skuteczną walkę ze szkodnikami i chorobami (alleloinsektocydy czy allelofungicydy) mogłyby stać się ważnym elementem biologicznej ochrony roślin, szczególnie w gospodarstwach skierowanych na produkcję ekologiczną [1, 11, 12, 14].

Celem badań była ocena wpływu dwóch stężeń wodnych wyciągów, sporządzonych ze świeżej masy części nadziemnych, korzeni oraz gleby okołoryzoserowej, rocznych oraz dwuletnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na zdolność kiełkowania oraz długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*) przy użyciu mikrobiotestu - Phytotoxkit.

2. Materiały i metoda

Doświadczenie przeprowadzono z użyciem zmodyfikowanego testu kiełkowania i wczesnego wzrostu roślin - Phytotoxkit. Badania obejmowały 3 niezależne serie doświadczeń laboratoryjnych w odstępach miesięcznych po 3 powtórzenia. W badaniach wykorzystano wodne wyciągi sporządzone ze świeżej masy liści (uzyskane przed pierwszym pokosem), korzeni oraz gleby okołoryzoserowej rocznych oraz dwulettnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). Pozyskany surowiec umyto pod bieżącą wodą, usuwając w ten sposób zanieczyszczenia, a następnie tak przygotowany materiał roślinny osuszono i rozdrobniono. Wyciągi wodne uzyskano po połączeniu 12,5 g oraz 25 g liści, korzeni oraz gleby okołoryzoserowej ze 100 ml wody destylowanej. Obiekt kontrolny (K), testu Phytotoxkit stanowiły płytki z podłożem z piasku, które nasączono tylko wodą destylowaną. W omawianym artykule zastosowano skróty nazw roztworów, które wyjaśniono i przedstawiono w tab. 1.

Podłoże dla płytek testowych stanowił piasek o średnicy 0,6-0,8 mm, który nasączano 25 ml wodnego wyciągu sporządzonego z gleby i opisywanych części roślin (korzenie i liście) donora – mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). W dalszej kolejności płytki z testem Phytotoxkit przykrywano filtrem papierowym i wysiewano nasiona akceptora, którym była gorczyca biała (*S. alba*) w ilości 5 szt./płytkę. Tak przygotowany mikrobiotest inkubowano w pozycji pionowej, w temperaturze 25°C bez dostępu światła przez okres 5 dni. Długość okresu kiełkowania była zgodna z zaleceniami Polskiej Normy [6]. Rejestracji obrazu zdolności kiełkowania nasion akceptora - gorczycy białej (*S. alba*), dokonano przy pomocy aparatu cyfrowego, a do pomiarów długości korzeni użyto programu analizy obrazu „Image Tools”. Dokładny sposób przeprowadzania testu, został opisany w standardowej procedurze operacyjnej [7]. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, porównując różnice między średnimi testem Tuckey’a, a wyniki dotyczące zdolności kiełkowania transformowano za pomocą tablic Bliss’a, przyjmując poziom istotności $\alpha=0,05$.

3. Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że wodne wyciągi sporządzone z gleby okołoryzoserowej, korzeni

oraz liści, zarówno jednorocznych jak i dwulettnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) działały w sposób inhibicyjny na zdolność kiełkowania oraz na długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*) (rys. 1-3, tab. 2-4).

3.1. Gleba okołoryzoserowa mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*)

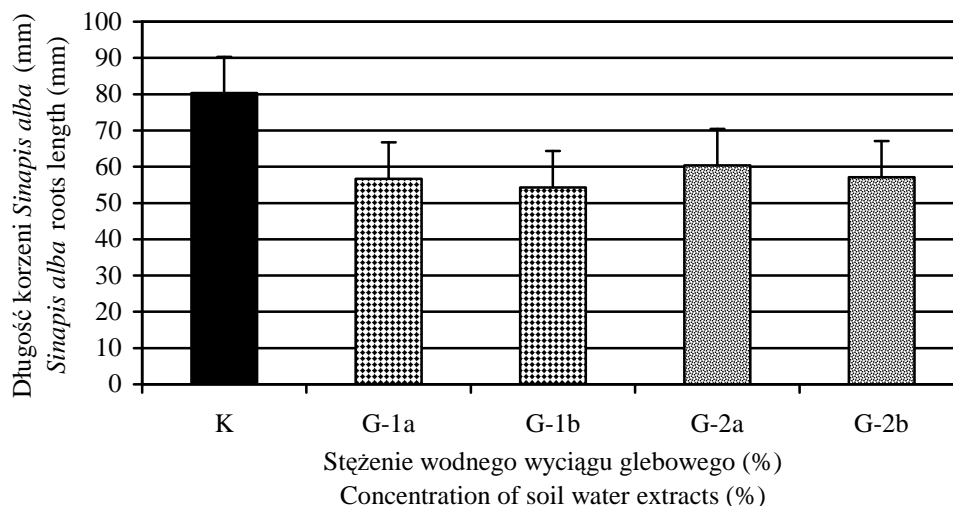
Wodne wyciągi otrzymane z gleby okołoryzoserowej, rocznych roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) istotnie różnicowały długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*). Stężenie G-1b (25 g gleby na 100 ml wody destylowanej) posiadało najsilniejszy potencjał inhibicyjny w porównaniu do obiektu kontrolnego (rys. 1). Natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w długości korzeni gorczycy białej (*S. alba*) pomiędzy stężeniami (G-1a ↔ G-1b) roztworu sporządzonego z gleby pobranej z rocznej plantacji mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). Również dla wodnego wyciągu sporządzonego z gleby spod dwulettnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) stwierdzono istotne różnice w długości korzeni gorczycy białej (*S. alba*) w porównaniu do obiektu kontrolnego (nasączonego tylko wodą destylowaną). Podobnie jak dla gleby spod roślin rocznych mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) również i w tym przypadku (gleba spod roślin dwulettnich) nie stwierdzono istotnych różnic w długości korzeni gorczycy białej (*S. alba*) pomiędzy stężeniami (G-2a ↔ G-2b). Stwierdzono jedynie, że stężenie wyciągu glebowego w mniejszym stopniu różnicowało długość korzeni, niż to czy gleba była pobierana z plantacji rocznych czy dwulettnich. Większej (ale nie udowodnionej statystycznie) redukcji podlegały korzenie gorczycy białej (*S. alba*) traktowane wodnym wyciągiem glebowym spod roślin rocznych mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). Również według Parylak [8] oraz Ciarki i in. [18] uwalniane poprzez system korzeniowy do gleby allelozwiązki w wyniku zjawiska eksudacji mają raczej charakter drugorzędny. Niemniej jednak coraz częściej spotyka się w literaturze badania potwierdzające silne działanie inhibicyjne lub stymulacyjne eksudatów z różnych roślin [18, 19, 20]. Zdaniem Yamamoto i in. [3] bardzo silne właściwości inhibicyjne posiadają wydzieliny korzeniowe chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli*) w stosunku do roślin ryżu siewnego (*Oryza sativa*).

Tab. 1. Kombinacje roztworów wodnych zastosowanych w doświadczeniu

Table 1. Experimental variant of water extracts

Symbol; Symbol	Objaśnienia; Explanations	Stężenie; Concentration
G-1a	12,5 g gleby okołoryzoserowej spod rocznych roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 12,5 g of rhizosphere soil water extracts from yearly <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:12,5 (G-1a)
G-1b	25 g gleby okołoryzoserowej spod rocznych roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 25 g of rhizosphere soil water extracts from yearly <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:25 (G-1b)
G-2a	12,5 g gleby okołoryzoserowej spod dwulettnich roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 12,5 g of rhizosphere soil water extracts from biennial <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:12,5 (G-2a)
G-2b	25 g gleby okołoryzoserowej spod dwulettnich roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 25 g of rhizosphere soil water extracts from biennial <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:25 (G-2b)
K-1a	12,5 g świeżej masy korzeni rocznych roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 12,5 g of root fresh mass water extracts from yearly <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:12,5 (K-1a)
K-1b	25 g świeżej masy korzeni rocznych roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 25 g of root fresh mass water extracts from yearly <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:25 (K-1b)
K-2a	12,5 g świeżej masy korzeni dwulettnich roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 12,5 g of root fresh mass water extracts from biennial <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:12,5 (K-2a)
K-2b	25 g świeżej masy korzeni dwulettnich roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 25 g of root fresh mass water extracts from biennial <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:25 (K-2b)
L-1a	12,5 g świeżej masy liści rocznych roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 12,5 g of leaf fresh mass water extracts from yearly <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:12,5 (L-1a)
L-1b	25 g świeżej masy liści rocznych roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 25 g of leaf fresh mass water extracts from yearly <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:25 (L-1b)

L-2a	12,5 g świeżej masy liści dwuletich roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 12,5 g of leaf fresh mass water extracts from biennial <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:12,5 (L-2a)
L-2b	25 g świeżej masy liści dwuletich roślin <i>P. arundinaceae</i> na 100 ml wody destylowanej; 25 g of leaf fresh mass water extracts from biennial <i>P. arundinaceae</i> plants on 100 ml distilled water	1:25 (L-2b)



Objaśnienia patrz rozdział Materiały i metoda, tabela 1; Explanations see chapter Materials and method, table 1

Rys. 1. Wpływ wodnych wyciągów glebowych spod mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*)

Fig. 1. Effect of soil water extracts of reed canary grass (*P. arundinacea*) on white mustard (*S. alba*) roots length

Tab. 2. Wpływ wodnych wyciągów glebowych spod mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na zdolność kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*)

Table 2. Effect of soil water extracts of reed canary grass (*P. arundinacea*) on germination capacity of white mustard (*S. alba*)

Obiekt; Treatment	Stężenie wodnego wyciągu glebowego; Concentration of soil water extracts	Zdolność kiełkowania gorczycy białej (<i>S. alba</i>) (w %); Germination capacity of white mustard (<i>S. alba</i>) (in %)
Wodny wyciąg glebowy spod rocznej mozgi trzcinowatej (<i>P. arundinacea</i>); Soil water extracts from yearly reed canary grass (<i>P. arundinacea</i>)	K	98a
	G-1a	87b
	G-1b	80c
Wodny wyciąg glebowy spod dwuletniej mozgi trzcinowatej (<i>P. arundinacea</i>); Soil water extracts from biennial reed canary grass (<i>P. arundinacea</i>)	G-2a	88b
	G-2b	85bc

Średnie w kolumnie dla zdolności kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*) oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie dla NIR=0,05; Means followed for germination capacity of white mustard (*S. alba*) by the same letters do not differ for LSD=0.05

Zdolność kiełkowania nasion gorczycy białej (*S. alba*) nasączonych wyciągiem glebowym spod rocznych roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) była istotnie mniejsza w obiekcie ze stężeniem G-1b (25 g gleby na 100 ml wody destylowanej) w porównaniu do stężenia dwukrotnie słabszego: G-1a (12,5 g gleby na 100 ml wody destylowanej) oraz do obiektu kontrolnego (K) (tab. 2).

Wodny wyciąg sporządzony z gleby spod dwuletich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) niezależnie od zastosowanego stężenia, istotnie różnicował zdolności kiełkowania nasion gorczycy białej (*S. alba*) w porównaniu do obiektu kontrolnego. Natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w inhibitoryjnym działaniu pomiędzy tymi stężeniami (G-2a ↔ G-2b) w stosunku do zdolności kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*) (tab. 2).

Również inhibitoryjny wpływ wodnego wyciągu glebowego sporządzonego z gleby pobranej spod pszenżyta uprawianego w monokulturze na zdolność kiełkowania nasion pszenżyta objętego płodozmianem stwierdziła w swoich badaniach Parylak [8]. Zbliżone wyniki otrzymali

Bogatek i in. [16], którzy w swoich badaniach obserwowali inhibitoryjne działanie wydzielin korzeniowych słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus*) na zdolność kiełkowania nasion gorczycy białej (*S. alba*), objawiające się zakłóceniem metabolizmu komórkowego w tych nasionach.

3.2. Korzenie mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*)

Wodne wyciągi sporządzone z korzeni mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) wykazały podobny potencjał allelopatyczny w stosunku do nasion gorczycy białej (*S. alba*), jak wyciąg otrzymany z gleby okołoryzoferyjnej (rys. 2). Porównując stężenia między sobą, stwierdzono, że analogicznie jak w poprzednich roztworach najsilniejszej redukcji (w porównaniu do kontroli) ulegały korzenie gorczycy białej traktowanej wyciągiem K-1b sporządzonym z korzeni jednorocznej mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) (25 g świeżej masy korzeni na 100 ml wody destylowanej). Nie zaobserwowano istotnej różnicy w ograniczaniu długości korzeni gorczycy białej (*S. alba*) dla badanych stężeń (K-1a ↔ K-1b).

Również dla wyciągów otrzymanych z korzeni dwuletnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) zaobserwowano identyczną tendencję jak w przypadku wyciągów sporządzonych z roślin jednorocznych tzn. najsilniejszy potencjał inhibicyjny stwierdzono dla stężenia K-2b jednak nie został on potwierdzony statystycznie.

Należy zauważyć, że wiek plantacji, z których sporządzono wodne wyciągi odgrywa ważną rolę w procesie hamowania wzrostu korzeni rośliny testowej (rys. 2). Podobnie inni autorzy zwracają uwagę na to, że potencjał allelopatyczny zależy od wieku rośliny. Największy, obserwowany jest u młodych roślin i maleje w miarę osiągnięcia przez nie pełnej dojrzałości [9].

Zdolność kiełkowania nasion gorzycy białej (*S. alba*) podlanych wyciągiem otrzymanym z korzeni rocznych roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) była istotnie niższa w obiekcie ze stężeniem K-1b (25 g korzeni na 100 ml wody destylowanej) w porównaniu do stężenia K-1a (12,5 g korzeni na 100 ml wody destylowanej) oraz obiektu kontrolnego (K) (tab. 3).

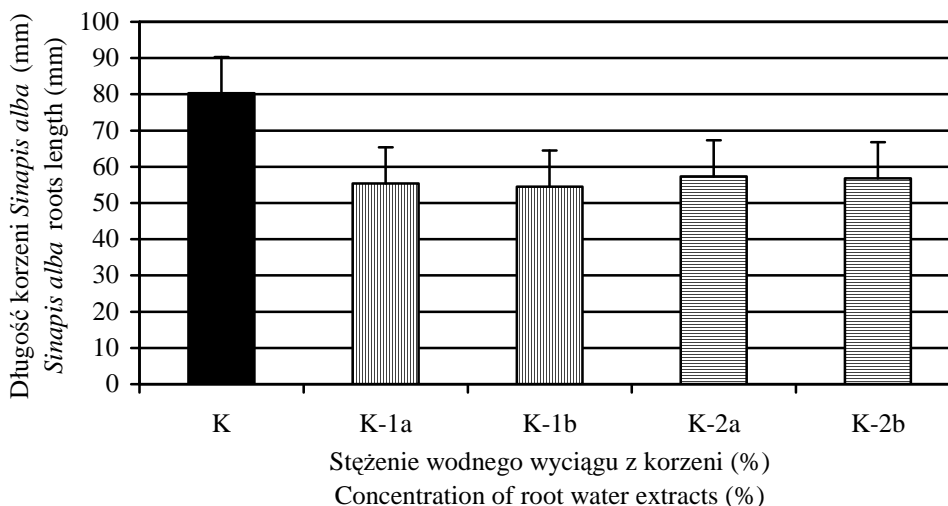
Niezależnie od zastosowanego stężenia wodny wyciąg sporządzony z korzeni dwuletnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) istotnie różnicował zdolności kiełkowania nasion gorzycy białej (*S. alba*) jedynie w porównaniu do obiektu kontrolnego. Natomiast różnice powstałe w długości korzeni rośliny testowej (*S. alba*) pomiędzy badanymi stężeniami nie zostały potwierdzone statystycznie. Podobnie jak dla gleby okołoryzoserowej tak i w tym przypadku nie stwierdzono istotnych różnic wynikających z wieku plantacji (jednoroczna czy dwulettnia). Można jedynie dopatrywać się pewnych tendencji, które to wskazują na nieco silniejsze działanie inhibicyjne roztworu sporządzonego z korzeni rocznych mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) (tab. 3).

Podobnie w badaniach Harkot i Lipińskiej [17] ekstrakty sporządzone z korzeni stokłosa bezostnej (*Bromus inermis*) bardzo wyraźnie hamowały zdolność kiełkowania tymotki łąkowej (*Phleum pratensis*) i koniczyny białej (*Trifolium repens*) niezależnie od zastosowanego stężenia roztworu. Natomiast Ridenour i Callaway [4] obserwowali silne hamowanie wzrostu i rozwoju systemu korzeniowego kostrzewy (*Festuca idahoensis*) w wyniku stosowania roztworów sporządzonych z korzeni chabra nadreńskiego (*Centaurea maculosa*).

3.3. Liście mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*)

Największym potencjałem allelopatycznym w porównaniu do obiektu kontrolnego charakteryzowały się wyciągi wodne sporządzone z liści dwuletnich (L-2b) jak i rocznych (L-1b) roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) (rys. 3, tab. 4). Zaobserwowano, że stężenie wodnego wyciągu z liści, odmiennie niż w przypadku poprzednio omawianych wyciągów ma istotny wpływ na zróżnicowanie długości korzeni gorzycy białej (*S. alba*), niż to czy liście były pobierane z roślin rocznych czy dwuletnich (rys. 3).

Z doniesień literaturowych [2, 9, 21] wynika, że to liście posiadają największe ilości związków allelochemicznych, które mogą być uwalniane do środowiska glebowego poprzez ewaporację, wymywanie czy podczas rozkładu w wyniku działalności mikrobiologicznej lub biochemicznej. Badania własne również potwierdziły tę zależność, gdyż wyciągi wodne sporządzone z liści mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) wykazywały istotnie największy potencjał inhibicyjny w porównaniu do wyciągów sporządzonych z korzeni oraz gleby okołoryzoserowej.



Objaśnienia patrz rozdział Materiały i metoda, tabela 1; Explanations see chapter Materials and method, table 1

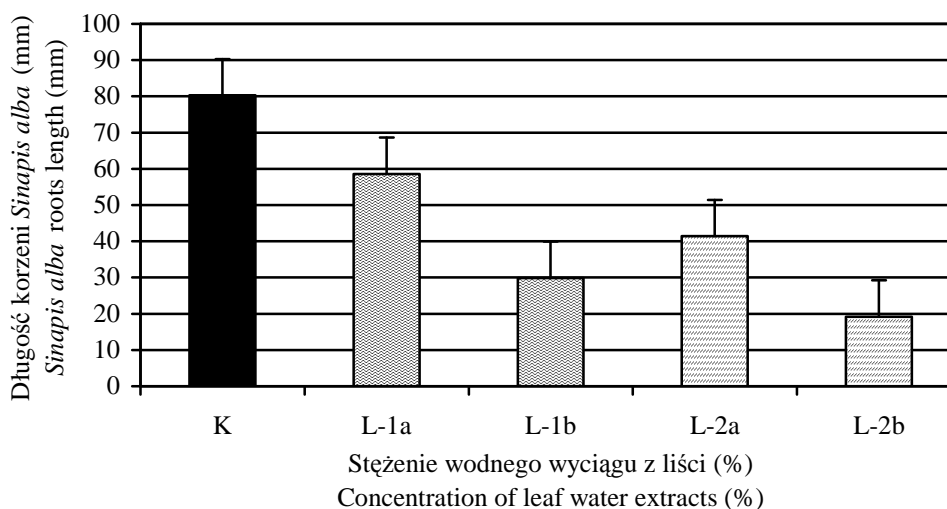
Rys. 2. Wpływ wodnych wyciągów z korzeni mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na długość korzeni gorzycy białej (*S. alba*)
Fig. 2. Effect of root water extracts of reed canary grass (*P. arundinacea*) on white mustard (*S. alba*) roots length

Tab. 3. Wpływ wodnych wyciągów z korzeni mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na zdolność kiełkowania gorzycy białej (*S. alba*)
Table 3. Root water extracts effect of of reed canary grass (*P. arundinacea*) on white mustard (*S. alba*) germination capacity

Obiekt;	Stężenie wodnego	Zdolność kiełkowania
---------	------------------	----------------------

Treatment	wyciągu z korzeni; Concentration of root water extracts	gorczycy białej (<i>S. alba</i>) (w %); Germination capacity of white mustard (<i>S. alba</i>) (in %)
Wodny wyciąg z korzeni rocznej mozgi trzcinowatej (<i>P. arundinacea</i>); Root water extracts from yearly reed canary grass (<i>P. arundinacea</i>)	K	98a
	K-1a	86b
	K-1b	80c
Wodny wyciąg z korzeni dwuletniej mozgi trzcinowatej (<i>P. arundinacea</i>); Root water extracts from biennial reed canary grass (<i>P. arundinacea</i>)	K-2a	87b
	K-2b	85bc

Objaśnienia patrz tab. 1-2; Explanations see table 1-2



Objaśnienia patrz rozdział Materiały i metoda, tabela 1; Explanations see chapter Materials and method, table 1

Rys. 3. Wpływ wodnych wyciągów z liści mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*)
Fig. 3. Effect of leaf water extracts of reed canary grass (*P. arundinacea*) on white mustard (*S. alba*) roots length

Tab. 4. Wpływ wodnych wyciągów z nadziemnych części mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) na zdolność kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*)

Table 4. Leaf water extracts effect of reed canary grass (*P. arundinacea*) on germination capacity of white mustard (*S. alba*)

Obiekt; Treatment	Stężenie wodnego wyciągu z liści; Concentration of leaf water extracts	Zdolność kiełkowania gorczycy białej (<i>S. alba</i>) (w %); Germination capacity of white mustard (<i>S. alba</i>) (in %)
Wodny wyciąg z liści rocznej mozgi trzcinowatej (<i>P. arundinacea</i>); Leaf water extracts from yearly reed canary grass (<i>P. arundinacea</i>)	K	98a
	L-1a	88b
	L-1b	68d
Wodny wyciąg z liści dwuletniej mozgi trzcinowatej (<i>P. arundinacea</i>); Leaf water extracts from biennial reed canary grass (<i>P. arundinacea</i>)	L-2a	78c
	L-2b	64d

Objaśnienia patrz tab. 1-2; Explanations see table 1-2

Wodny wyciąg sporządzony z liści dwuletnich roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) o stężeniu L-2b (25 g świeżej masy liści na 100 ml wody destylowanej) wykazywał istotnie najsilniejsze właściwości inhibicyjne w porównaniu do obiektu kontrolnego oraz do pozostałych stężeń niezależnie od wieku roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) (rys. 3). Stwierdzono również istotne różnice w długości korzeni gorczycy białej (*S. alba*) pomiędzy stężeniami (L-1a i L-2a) roztworu sporządzonego z liści pobranych z rocznej plantacji mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) (rys. 3). Potwierdzeniem wyników własnych są badania Burgosa i in. [22], którzy to stwierdzili, że

allelopatyczne związki zawarte w liściach żyta (BOA i DIBOA) wpływały inhibicyjnie na podziały komórkowe w korzeniach ogórka, cebuli i gorczycy, co w konsekwencji doprowadziło do zahamowania wzrostu i rozwoju systemu korzeniowego tych roślin. Podobnie jak dla wyciągów sporządzonych z liści rocznej mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) również i w przypadku wyciągu otrzymanego z roślin dwuletnich, stwierdzono istotne różnice w długości korzeni *Sinapis alba* dla badanych stężeń (L-2a i L-2b). Stężenie wyciągu w równie istotny sposób różnicowało długość korzeni gorczycy białej (*S. alba*), co wiek roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) (roczne czy dwuletnie).

Jednak wyraźnie należy zaznaczyć, że najsilniejsze właściwości inhibicyjne posiadał wyciąg sporządzony z liści roślin dwuletних mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) o stężeniu 25 g/100 ml wody destylowanej (L-2b), gdyż korzenie gorczycy białej (*S. alba*) zostały zredukowane aż o 76% w porównaniu do obiektu kontrolnego (rys. 3).

Zdolność kiełkowania nasion gorczycy białej (*S. alba*) na które aplikowano 25 ml wyciągu z rocznych roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) była istotnie mniejsza w obiekcie ze stężeniem L-1b (25 g liści na 100 ml wody destylowanej) w porównaniu do stężenia L-1a (12,5 g liści na 100 ml wody destylowanej) oraz do obiektu kontrolnego (K) (tab. 4). Podobnie dla wodnego wyciągu sporządzonego z liści dwuletних roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) stwierdzono istotne różnice w zdolności kiełkowania nasion gorczycy białej (*S. alba*) w porównaniu do obiektu kontrolnego (niezależnie od zastosowanego stężenia). Również i w tym przypadku udowodniono statystycznie różnice w zdolności kiełkowania nasion gorczycy białej (*S. alba*) pomiędzy badanymi stężeniami (L-2a i L-2b) (tab. 4). Stężenie wyciągu w mniejszym stopniu różnicowało zdolność kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*), niż to czy świeża masa liści była pobierana z roślin rocznych czy dwuletних mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). Wyraźne obniżenie zdolności kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*) obserwowano po podlaniu wyciągiem z roślin rocznych i dwuletних mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) w stężeniu 25 g świeżej masy liści na 100 ml wody destylowanej (tab. 4).

Podobnego zdania jest Oracz i in. [23], którzy stwierdzili, że zastosowanie wodnego ekstraktu z liści słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus*) aplikowanego na nasiona gorczycy białej (*S. alba*) przyczyniło się do zahamowania procesu kiełkowania. Prawdopodobną przyczyną takiego efektu było zwiększenie stężenia H_2O_2 w komórkach merystematycznych, co w krótkiej perspektywie czasowej doprowadziło do uszkodzenia błon komórkowych gorczycy białej (*S. alba*). Również Kraska i Kwiecińska-Poppe [10] zauważyli, że wodne wyciągi sporządzone z suchej masy miotły zbożowej (*Apera spica-venti*) istotnie zmniejszyły energię i zdolność kiełkowania nasion żyta i pszenżyta ozimego.

4. Podsumowanie

Analizując otrzymane wyniki można postawić następujące stwierdzenia:

Stężenie wyciągu sporządzonego z korzeni oraz z gleby okołoryzofery mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) w mniejszym stopniu różnicowało długość korzeni i zdolność kiełkowania gorczycy białej (*S. alba*) niż to, gdy korzenie i gleba były pobierane z plantacji rocznych lub dwuletних roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*). Silniejszą redukcję korzeni oraz obniżenie zdolności kiełkowania obserwowano po aplikacji wyciągu sporządzonego z plantacji roślin rocznych mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) w stężeniu 25 g gleby/korzeni na 100 ml wody destylowanej.

Odmienne wyniki otrzymano w przypadku wyciągów sporządzonych z liści roślin mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*), gdyż większy wpływ na hamowanie kiełkowania i wzrost korzeni gorczycy białej (*S. alba*) miało stężenie wyciągów, natomiast wiek plantacji (roczna czy dwuletνια), z której pobierano materiał roślinny (liście)

odgrywał drugorzędne, aczkolwiek istotne znaczenie. Prawdopodobnie dzieje się tak, dlatego że w pierwszym roku uprawy mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) wprowadzanych jest do gleby bardzo niewiele resztek roślinnych (liści, łodyg), które stanowią najistotniejsze źródło allelopatyn znajdujących się w środowisku glebowym. W związku z tym obserwuje się wzmożone uwalnianie allelozwiązków przez korzenie do gleby, aby konkurować z innymi roślinami o przestrzeń życiową, co wyjaśniałoby większy potencjał inhibicyjny wyciągów sporządzonych spod roślin rocznych (korzenie, gleba). W drugim roku, gdy na plantacji praktycznie nie występują inne gatunki (potencjalni konkurenci), rośliny mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*) nie muszą już uwalniać tak dużej ilości allelopatyn poprzez system korzeniowy, zatem głównym źródłem kolin stają się liście. Potwierdzeniem tej tezy są wyniki badań własnych, w których to obserwowano wyraźnie silniejszy efekt inhibicyjny wodnych wyciągów sporządzonych z liści roślin dwuletних mozgi trzcinowatej (*P. arundinacea*).

5. Literatura

- [1] Vyvyan J.R.: Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron 58, p. 1631-1646, 2002.
- [2] Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R.: Allelopatia – nowe interakcje oddziaływać pomiędzy roślinami. Kosmos, 53(2), s. 207-217, 2004.
- [3] Yamamoto T., Yokotani-Tornita K., Kosemura S., Yamamura S., Yamada K., Hasegawa K.: Allelopathic substance exuded from a serious weed, germinating barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* L.) roots. Plant Growth Reg., 18, p. 65-67, 1999.
- [4] Ridenour W.M., Callaway R.M.: The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native buchgrass. Oecologia 126, p. 444-450, 2001.
- [5] Kato-Nauchi H., Ino T., Sato N., Yamamura S.: Isolation and identification of a potent allelopathic substance in rice root exudates. Physiol. Plant., 115, p. 401-405, 2002.
- [6] Polska Norma - PN-R-65950. Materiał siewny. Metody badania nasion. 1994.
- [7] Phytotoxkit.: Seed germination and early growth microbiotest with higher plants. Standard Operational Procedure. Nazareth, Belgium: MicroBioTest Inc., 24p, 2004.
- [8] Parylak D.: Wpływ wyciągów glebowych spod monokultury pszenżyta ozimego na jego kiełkowanie. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 452, s. 83-91, 1997.
- [9] Wójcik-Wojtkowiak D., Potylicka B., Weyman-Kaczmarkowa W.: Allelopatia. Wyd. AR, Poznań 1998.
- [10] Kraska P., Kwiecińska-Poppe E.: Wpływ wodnych wyciągów z *Apera spica-venti* na energię i zdolność kiełkowania *Secale cereale* i *Triticosecale*. Annales UMCS. Lublin. L XII(2), s. 127-136, 2007.
- [11] Masny S., Mikicinski A., Berczyński S.: Efektywność ekstraktów roślinnych w ograniczaniu kiełkowania zarodników konidialnych grzyba *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46(2), s. 645-649, 2006.
- [12] Stokłosa A.: Bioherbicydy i alleloherbicydy w walce z chwastami. Post. Nauk Rol. 6, s. 41-52, 2006.
- [13] Singh H.P., Batish D.R., Kohli R.K.: Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. Crit. Rev. Plant Sci. 22, p. 239-311, 2003.
- [14] Chou Ch.: Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agricultural. Crit. Rev. Plant Sci. 18, p. 609-636, 1999.
- [15] Batish D.R., Tung P., Singh H.P., Kohli R.K.: Phytotoxicity of sunflower residues against some summer season crops. J. Agronomy & Crop science 188, p. 19-24, 2002.
- [16] Bogatek R., Gniazdowska A., Stepien J., Kupidłowska E.: Sunflower allelochemicals mode of action in germinating

- mustard seeds. Proceeding 4th World Congress on Allelopathy, Australia, p. 365-369, 2005.
- [17] Harkot W., Lipińska H.: Allelopatyczny wpływ stokłosa bezostnej na kiełkowanie, początkowy wzrost i rozwój niektórych gatunków traw i motylkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 452, s.185-197, 1997.
- [18] Ciarka D., Gawrońska H., Małecka M., Gawroński S.W.: Allelopathic potential of sunflower roots and root exudates. Zesz. Problem. Post. Nauk Rol. 496, s. 301-313, 2004.
- [19] Kato-Naguchi H., Ino T., Sato N., Yamamura S.: Isolation and identification of a potent allelopathic substance in rice root exudates. *Physiol. Plant.* 115, p. 401-405, 2002.
- [20] Perez F. J., Ormeno-Nunez J.: Difference in hydroxamic acid content in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): possible role in allelopathy. *J. Chem. Ecol.* 17, p. 1037-1043, 1991.
- [21] Sturz A., Christie B.R.: Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil Till. Res.* 72, p. 107-123, 2003.
- [22] Burgos N.R., Talbert R.E., Kim K.S., Kuk Y.I.: Growth inhibition and root ultrastructure of cucumber seedlings exposed to allelochemicals from rye (*Secale cereale*). *J. Chem. Ecol.* 30, p. 671-689, 2004.
- [23] Oracz K., Bogatek R., Bailly C., Come D., Corbineau F., Gawroński S.: Allelopathic potential of sunflower, activation of antioxidant system in germinating mustard (*Sinapis alba* L.) seeds. *Acta Physiol. Plant. Suppl.* 25, p. 105, 2003.