

## **Allelopatyczne działanie wybranych gatunków traw na kiełkowanie nasion *Phleum pratense* w zależności od ich zagęszczenia**

**HALINA LIPIŃSKA**

Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Zieleni, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15 20 950 Lublin  
Department of Grassland Science and Landscape Planning, University of Agriculture,  
Akademicka 15, 20 950 Lublin, Poland

### **Allelopathic activity of some grass species on *Phleum pratense* seed germination subject to their density**

(Otrzymano: 01.03.2006)

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

Efficient utilization of allelopathy in the agricultural practice requires searching for some species and developmental stages when the allelopathic substances are generated in bioactive concentrations. That also requires the knowledge of allelopathy mechanisms and primarily its separation from the other aspects of plant activity, mainly from competition for environmental resources. This task, however, has remained vital in the studies on plant interference, being extremely difficult to perform under field conditions. Therefore, the studies were conducted in the laboratory. To determine the activity of an allelopathic agent of the selected grass species, the density dependent phytotoxicity model was employed. The model is based on the fact that an increase of acceptor plants density evokes a decrease of their response to the allelopathic compounds, whereas the negative effects of the competition become more intense. A higher rate of acceptor plants growth accompanying their density increase in the given object does not agree with the competition rules and thus, it may imply an allelopathic background of the observed changes.

In the presented studies, the allelopathic properties of grasses donors were evaluated by studying the effect of two densities of the emerging seeds and two- and four weeks aged seedlings of *F. arundinacea*, *L. multiflorum*, *L. perenne* and *P. pratensis*. The tested species acceptor *Ph. pratensis* was sown in the density of 10 and 20 seeds in a pan. The results revealed that the germination of acceptor seeds was differentiated depending on their density in the pan, and on the species, density and the age of the donor. Inhibition of *Ph. pratense* seed germination in objects with a lower density may prove allelopathic effects of the studied donor grasses.

Key words: allelopathy, *density dependent phytotoxicity* model, grass, resource competition

## WSTĘP

Rośliny podczas całego swojego życia podlegają wpływom różnorodnych czynników zewnętrznych takich jak: światło, temperatura, stres wodny itp. Czynniki te w mniejszym bądź większym stopniu warunkują ich rozwój. W ekosystemach jest on często modyfikowany również przez procesy wynikłe z sąsiedztwa innych roślin. Typowym procesem, w którym rośliny oddziałują na siebie w sposób bezpośredni, jest konkurencja o środowiskowe czynniki wzrostowe. Pośrednie oddziaływanie roślin, w których roślina donor wydziela do środowiska substancje chemiczne wpływając ujemnie lub dodatnio na rozwój roślin sąsiadujących (akceptorów) określane jest jako allelopatia. Wiele z tych substancji może wykazywać właściwości allelopatyczne wpływając na kiełkujące nasiona i siewki we wczesnym ich stadium wzrostu, a określane są jako blastokoliny (blastanein kiełkować i cholyein przeszkadzać).

Poznanie allelopatycznych właściwości roślin łąkowych ma duże znaczenie nie tylko poznawcze, ale i praktyczne. Jednak bardziej skuteczne wykorzystanie zjawiska allelopatii w praktyce rolniczej wymaga poszukiwania gatunków oraz faz rozwojowych, w których wydzielają one związki allelopatyczne w bioaktywnych koncentracjach. Wymaga również poznania jej mechanizmów, a przede wszystkim oddzielenia od innych aspektów roślinnego oddziaływania, głównie od konkurencji o zasoby środowiska (Chou, 1999). Pozostaje to nadal jednym z najbardziej istotnych zadań w badaniach nad interferencją roślinną. Oddziaływania allelopatyczne nie mogą być rozpatrywane jako element konkurencji, ponieważ nie polegają na ograniczaniu zasobów, lecz na efektach wywieranych działaniem związków chemicznych (Einhellig, 1995).

Jednym z rozwiązań odróżnienia konkurencji od allelopatii jest model „*density-dependent phytotoxicity*”. Zakłada się w nim, że efekty fitotoksyczne zależą od gęstości roślin akceptorów w danym środowisku allelopatycznym (Weidenhamer, 1996; Thijs i in. 1994; Gentle i Duggin, 1997). Rośliny rozwijające się w małym zagęszczeniu pobierają większą ilość fitotoksyn, a w większym zagęszczeniu każda roślina dostaje relatywnie mniejszą dawkę. Można więc przypuszczać, że wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin akceptorów ich reakcja na związki allelopatyczne maleje, natomiast zmniejszenie wzrostu przy niskiej gęstości roślin jest sprzeczne z konkurencją i może dowodzić wpływów allelopatycznych.

W przeprowadzonych badaniach, stosując model „*density-dependent phytotoxicity*” podjęto próbę wykazania allelopatycznych oddziaływań *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* i *Poa pratensis* na kiełkowanie nasion *Phleum pratense*.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004-2005 roku w Katedrze Łąkarstwa i Kształtowania Zieleni AR w Lublinie. W celu uniknięcia interakcji glebowych i mikrobiologicznych biotesty wykonano na płytkach Petriego w warunkach laboratoryjnych. Doświadczenia prowadzono w warunkach codziennego 12 godzinowego (7.00-19.00) sztucznego oświetlenia (średnie natężenie oświetlenia ok. 4000 lux,

U ok. 80%). Temperatura powietrza w pomieszczeniu wahała się w granicach 22–25°C. Badania obejmowały sześć serii doświadczeń, założonych metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach.

W celu przygotowania podłoża do zasadniczego biotestu, nasiona *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* i *Poa pratensis* ułożono w szalkach na 3 warstwach bibuły chromatograficznej (Whatman No 3001917). Wilgotność bibuły utrzymywano przez zwilżanie jej wodą destylowaną. Wcześniej wykonano test wstępny poboru wody, aby dobrać optymalną objętość roztworu bez wywoływania anaerobowych warunków. Po skiełkowaniu, rośliny rozwijały się dwa lub cztery tygodnie uwalniając do podłoża, odpowiednie dla każdego gatunku substancje chemiczne, w ilości odpowiadającej określonej, stałej liczbie roślin w szalce 30 lub 15 sztuk. Liczbę siewek stale monitorowano, by w przypadku wypadnięcia, uzupełnić brakujące dla danego obiektu rośliny (z rezerwowych szalek w których w/w gatunki rozwijały się w identycznych warunkach laboratoryjnych w tym samym okresie). Po określonym wyżej czasie, siewki usuwano, a w szalkach wysiewano w odpowiednim zagęszczeniu nasiona gatunku testowego *Phleum pratense* (*Php*).

Właściwości allelopatyczne traw (donorów) analizowano na podstawie oddziaływań substancji uwalnianych z:

- kielkujących nasion i dwutygodniowych siewek,
  - czterotygodniowych siewek,
- w ilości
- A odpowiadającej 30 roślinom w szalce,
  - B odpowiadającej 15 roślinom w szalce.

Testowany gatunek *Ph. pratense* (akceptor) wysiano w dwóch zagęszczeniach:

- 20 nasion w szalce,
- 10 nasion w szalce.

Kontrolę stanowiły obiekty w których nie rozwijały się wcześniej żadne trawy, a wilgotność podłoża utrzymywano poprzez zwilżanie wodą destylowaną. Aktywność allelopatyczną traw oceniano na podstawie liczby skiełkowanych nasion *Ph. pratense* w stosunku do kontroli. Zgodnie z zaleceniami Dorywałskiego i in. (1964) zdolność kielkowania nasion oceniano po 10 dniach od ich wysiewu. Wyniki podano jako procent skiełkowanych nasion w stosunku do ogólnej liczby nasion w szalce. Do weryfikacji istotności różnic pomiędzy ocenianymi średnimi zastosowano przedziały ufności Tukeya ( $P \leq 0,05$ ).

## WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że kielkowanie *Ph. pratense* (akceptor) w warunkach oddziaływania kielkujących nasion i wydzielin korzeniowych badanych gatunków traw (donorów) było zróżnicowane (tab. 1).

Kielkowanie nasion *Ph. pratense* było warunkowane zarówno zagęszczeniem akceptora jak i wiekiem oraz ilością (zagęszczeniem) blastokolin donora *F. arundinacea*. Otrzymane różnice były istotne statystycznie (ryc. 1). Niezależnie od wieku

donora i zagęszczenia blastokolin, *Ph pratense* kiełkowała intensywniej w obiektach o mniejszym zagęszczeniu nasion. *Ph. pratense* w warunkach oddziaływania blastokolin dwutygodniowych roślin donorowych charakteryzowała się słabszą zdolnością kiełkowania w porównaniu z donorami czterotygodniowymi. O kiełkowaniu testowanego gatunku w istotny sposób decydowało również stężenie blastokolin *F. arundinacea*. Najbardziej hamujący ich wpływ stwierdzono w obiektach o stężeniu odpowiadającym 30 roślinom.

Tabela 1

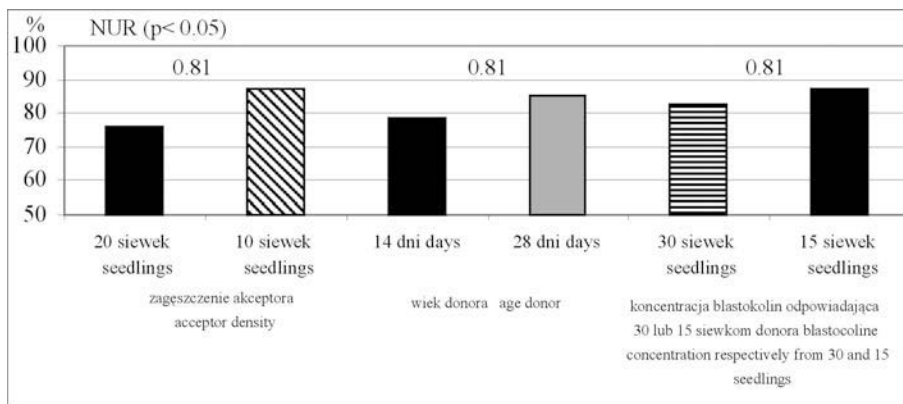
Kiełkowanie (%) nasion *Ph. pratense* (akceptor) w zależności od ich zagęszczenia (20 i 10 nasion) oraz wieku (14 i 28 dni) i koncentracji blastokolin (odpowiadającej 30 i 15 roślinom) roślin donorowych.

Table 1

Germination (%) of *Ph. pratense* (acceptor) seeds depending on their density (20 and 10 seeds), the age (14 and 28 days) and concentration of donor blastocolines (respectively from 30 and 15 seedlings).

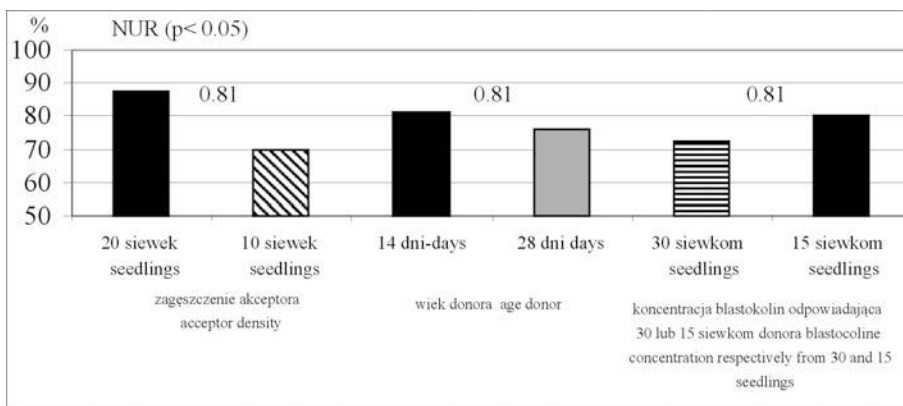
Zagęszczenie akceptora acceptor density	Wiek donora donor age	<i>F. arundinacea</i>			<i>L. multiflorum</i>			<i>L. perenne</i>			<i>P. pratensis</i>		
		Blastocoline		Mean	Blastocoline		Mean	Blastocoline		Mean	Blastocoline		Mean
		A	B		A	B		A	B		A	B	
20 <i>Php</i>	14 dni days	65,0	80,0	72,5	95,0	100	97,5	80,0	90,0	85,0	90,0	80,0	85,0
	28 dni days	85,0	75,0	80,0	85,0	70,0	77,5	95,0	75,0	85,0	80,0	65,0	72,5
	Średnio Mean	75,0	77,5	76,2	90,0	85,0	87,5	87,5	82,5	85,0	85,0	72,5	78,7
10 <i>Php</i>	14 dni days	90,0	80,0	85,0	80,0	50,0	65,0	80,0	100	90,0	60,0	80,0	70,0
	28 dni days	80,0	100	90,0	60,0	90,0	75,0	90,0	60,0	75,0	90,0	100	95,0
	Średnio Mean	85,0	90,0	87,5	70,0	70,0	70,0	85,0	80,0	82,5	75,0	90,0	82,5
Średnia dla koncentracji donora mean for concentration of donor		80,0	83,7	81,8	80,0	77,5	78,7	86,2	81,2	83,7	80,0	81,5	80,6
Średnia dla Mean for	14 dni days	77,5	80,0	78,7	87,5	75,0	81,2	80,0	95,0	87,5	75,0	80,0	77,5
	28 dni days	82,5	87,5	85,0	72,5	80,0	76,2	92,5	67,5	80,0	85,0	82,5	83,7
NUR – LSD (P≤0.05) dla – for:													
Zagęszczenia akceptora acceptor density (a)		0,81**			0,81**			0,81**			0,81**		
Wiek donora donor age (b)		0,81**			0,81**			0,81**			0,81**		
Koncentracji blastokolin concentration of donor (c)		0,81**			0,81**			0,81**			0,81**		
Axb		1,5**			1,5**			1,5**			1,5**		
Axc		1,5**			1,5**			ni.			1,5**		
Bxc		1,5**			1,5**			1,5**			1,5**		
Axbxc		2,6**			2,6**			2,6**			2,6**		

W obiektach, gdzie *Ph. pratense* wysiano w mniejszym zagęszczeniu (10 nasion) obserwowano słabsze kiełkowanie nasion niż w obiektach o większym zagęszczeniu (20 nasion). Kiełkowanie nasion w większym stopniu hamowały czterotygodniowe siewki *L. multiflorum* niż dwutygodniowe oraz blastokoliny 30 siewek *L. multiflorum*. Stwierdzone różnice miały charakter istotny (ryc. 2).



Ryc. 1. Kiełkowanie (%) nasion *Ph. pratense* (akceptor) w zależności od ich zagęszczenia (20 i 10 nasion) oraz wieku (14 i 28 dni) i koncentracji blastokoliny (odpowiadającej 30 i 15 roślin) *Festuca arundinacea* (donor).

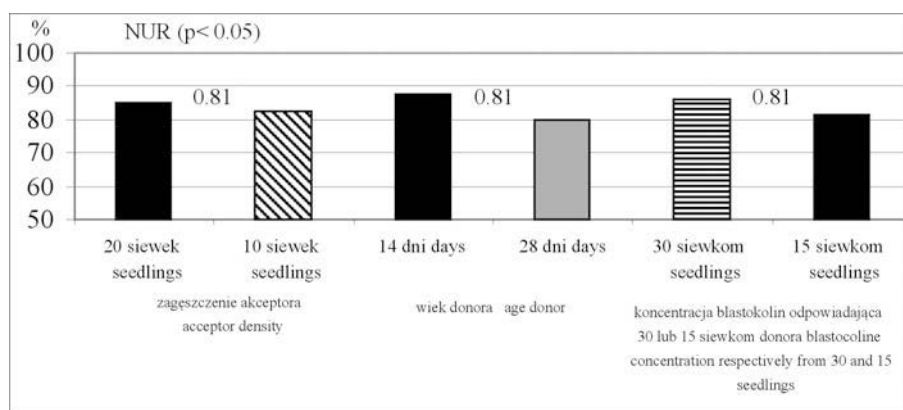
Fig. 1. Germination (%) of *Ph. pratense* (acceptor) seeds depending on their density (20 and 10 seeds), the age (14 and 28 days) and concentration of *F. arundinacea* (donor) blastocolines (respectively from 30 and 15 seedlings).



Ryc. 2. Kiełkowanie (%) nasion *Ph. pratense* (akceptor) w zależności od ich zagęszczenia (20 i 10 nasion) oraz wieku (14 i 28 dni) i koncentracji blastokoliny (odpowiadającej 30 i 15 roślin) *Lolium multiflorum* (donor).

Fig. 2. Germination (%) of *Ph. pratense* (acceptor) seeds depending on their density (20 and 10 seeds), the age (14 and 28 days) and concentration of *L. multiflorum* (donor) blastocolines (respectively from 30 and 15 seedlings).

W przeprowadzonych biotestach, kiełkowanie nasion *Ph. pratense* było w istotny sposób warunkowane oddziaływaniem blastokolin *L. perenne* (ryc. 3). Intensywniejsze kiełkowanie akceptora stwierdzono w obiektach o zagęszczeniu równym 20 nasionom. *Ph. pratense* wysiana w warunkach oddziaływania blastokolin czterotygodniowych siewek *L. perenne* charakteryzowała się słabszą zdolnością kiełkowania w porównaniu z *Ph. pratense*, wysianą w środowisku dwutygodniowych siewek *L. perenne*. Nie tylko wiek donora, ale również stężenie blastokolin oddziaływało w istotny sposób na kiełkowanie *Ph. pratense*. Liczba skielkowanych nasion tego gatunku była niższa w obiektach o stężeniu odpowiadającym 15 siewkom *L. perenne*.

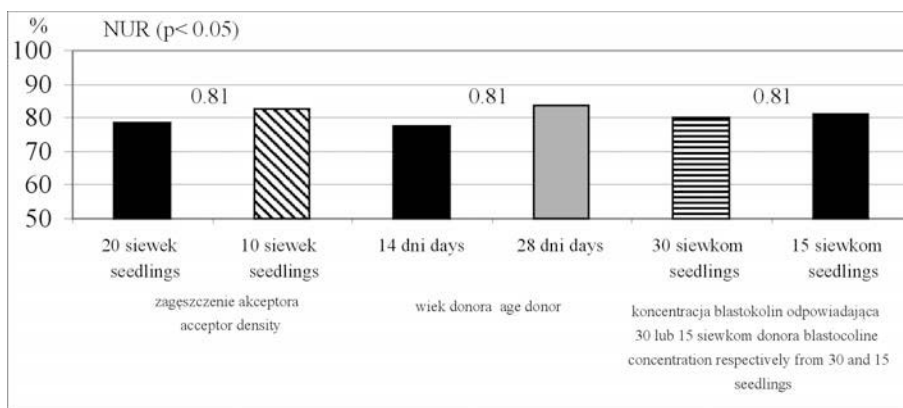


Ryc. 3. Kiełkowanie (%) nasion *Ph. pratense* (akceptor) w zależności od ich zagęszczenia (20 i 10 nasion) oraz wieku (14 i 28 dni) i koncentracji blastokolin (odpowiadającej 30 i 15 roślin) *Lolium perenne* (donor).

Fig. 3. Germination (%) of *Ph. pratense* (acceptor) seeds depending on their density (20 and 10 seeds), the age (14 and 28 days) and concentration of *Lolium perenne* (donor) blastocolines (respectively from 30 and 15 seedlings).

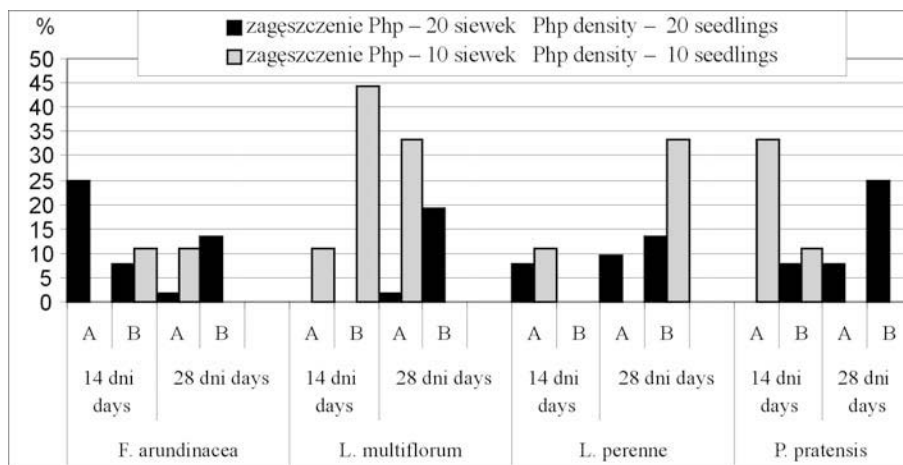
Również blastokoliny *P. pratensis* oddziaływały w sposób istotny na kiełkowanie nasion gatunku akceptorowego (ryc. 4). Większe ograniczenie kiełkowania nasion stwierdzono w obiektach o zagęszczeniu równym 20 nasionom *Ph. pratense*. Blastokoliny czterotygodniowych siewek *P. pratensis* miały mniejszy hamujący wpływ na kiełkowanie nasion *Php* aniżeli dwutygodniowych. Porównując wpływ zastosowanych w eksperymencie stężeń stwierdzono, że kiełkowanie nasion testowanego gatunku w większym stopniu ograniczały wyższe stężenie substancji allelopatycznych.

W przeprowadzonych badaniach stopień zahamowania kiełkowania nasion *Ph. pratense* był zróżnicowany i wahał się od 3% do 44% w stosunku do kontroli (woda destylowana) (ryc. 5). Największe zahamowanie powodowały substancje uwalniane przez *L. multiflorum*. Prawie we wszystkich obiektach, liczba skielkowanych nasion *Php* była mniejsza przy niższym zagęszczeniu akceptora (10 nasion *Php*).



Ryc. 4. Kielkowanie (%) nasion *Ph. pratense* (akceptor) w zależności od ich zagęszczenia (20 i 10 nasion) oraz wieku (14 i 28 dni) i koncentracji blastokolin (odpowiadającej 30 i 15 roślin) *Poa pratensis* (donor).

Fig. 4. Germination (%) of *Ph. pratense* (acceptor) seeds depending on their density (20 and 10 seeds), the age (14 and 28 days) and concentration of *Poa pratensis* (donor) blastocolines (respectively from 30 and 15 seedlings).



Ryc. 5. Zahamowania kielkowania (%) nasion akceptora *Phleum pratense* w zależności od ich zagęszczenia (10 lub 20 siewek *Php*) oraz gatunku, wieku (2 lub 4 tyg.) i koncentracji blastokolin donora (A 30 roślin donorowych; B 15 roślin donorowych) w porównaniu do obiektów kontrolnych.

Fig. 5. Germination inhibition (%) of acceptor *Phleum pratense* seeds subject to their density (10 or 29 *Php* seeds) and concentration of donor blastocolines (A 30 seedlings; B 15 seedlings) as compared to the control.

W stosunku do obiektów kontrolnych, znaczne zahamowanie kiełkowania nasion *Php* powodowały substancje uwalniane przez *F. arundinacea*. Ujemne skutki obserwowano w większości badanych obiektów. Najmniej nasion skielkowało w warunkach oddziaływania 30-tu młodszych (14 dniowych) siewek *F. arundinacea*, w obiektach gdzie *Php* wysiano w większym zagęszczeniu (20 nasion). Również w większości przypadków stwierdzono zahamowanie kiełkowania nasion *Ph. pratense* w obiektach z blastokolinami *L. perenne*. W odniesieniu do obiektów kontrolnych, blastokolina 14 dniowych siewek w ilości 30 sztuk *L. perenne* hamowały kiełkowanie nasion we wszystkich badanych obiektach. Jednak większy ujemny wpływ zaobserwowano w przypadku niższego zagęszczenia roślin akceptorowych (*Php*). Nie stwierdzono natomiast zahamowania w przypadku gdy ilość 14 dniowych roślin donorowych była mniejsza (15 siewek). W porównaniu do kontroli silniejszy ujemny wpływ ujawnił się pod wpływem blastokolin starszych siewek tego gatunku. Inhibicja kiełkowania nasion sięgała nawet około 35% w obiektach o niższym zagęszczeniu akceptora (*Php*). W odniesieniu do kontroli, w obiektach o mniejszym zagęszczeniu akceptora, stwierdzono słabsze kiełkowanie *Ph. pratense* w warunkach oddziaływania blastokolin 14 dniowych siewek *P. pratensis* i koncentracji donora odpowiadającej 30 siewkom o 33% oraz o 12% pod wpływem blastokolin 15 siewek *P. pratensis*. Kiełkowanie nasion *Ph. pratense* w obiektach o wyższym zagęszczeniu (20 szt.) było nieznacznie hamowane tylko przez wydzieliny dwutygodniowych roślin *Pp* w ilości odpowiadającej 15 siewkom. Z kolei starsze rośliny donorowe *P. pratensis* osłabiały kiełkowanie nasion *Ph. pratense* w obiektach o wyższym zagęszczeniu, natomiast nie wykazywały ujemnego wpływu bądź stymulowały kiełkowanie nasion w obiektach o niższym zagęszczeniu akceptora *Ph. pratense*.

Podsumowując należy stwierdzić, że substancje uwalniane z kiełkujących nasion i rosnących siewek badanych gatunków traw istotnie wpływały na kiełkowanie nasion *Ph. pratense*. Również w badaniach Harkot i Jargiełło (1980) nasiona tego gatunku słabiej kiełkowały w obecności nasion innych traw. O znaczeniu allelopatycznych oddziaływań kiełkujących nasion oraz siewek wielu gatunków traw na rozwój innych świadczą między innymi badania Harkot i Lipińskiej (1997) czy Souza i in. (1997). Również Young i in. (1976) podają, że obecność w glebie na powierzchni 1m<sup>2</sup> 43 ziarniaków *Bromus tectorum* ograniczała rozwój siewek *Agropyron cristatum*, a 688 ziarniaków uniemożliwiała jej rozwój całkowicie.

Oddziaływanie, pozostawionych w podłożu związków allelopatycznych było zróżnicowane w zależności od gatunku donora, jego wieku i liczby nasion i siewek oraz zagęszczenia rośliny testowej akceptora. W porównaniu do obiektów kontrolnych, największy ujemny wpływ allelopatyczny powodowały *L. multiflorum* i *F. arundinacea*. Na allelopatyczne oddziaływania tych traw zwracają uwagę także inni autorzy. Peters i in. (1981) w swoich badaniach wykazali hamujący wpływ wyciągów wodnych z liści *Festuca arundinacea* na kiełkowanie nasion *Lotus corniculatus* i *Trifolium pratense*. Również w badaniach Luu i in. (1982) wodne ekstrakty z liści tej trawy hamowały kiełkowanie nasion między innymi *T. pratense*. Natomiast w badaniach Lipińskiej (2005) wodne ekstrakty z liści *F. arundinacea* ograniczały w istotny sposób zarówno kiełkowanie nasion jak i wysokość siewek oraz długość korzeni *Ph. pratense*. Także Mandava (1985) w warunkach laboratoryjnych odnoto-



wał, że kiełkowanie i wzrost *Phaseolus vulgaris* były zahamowane przez wodne ekstrakty *F. arundinacea*. Badania N a q v i i in. (1975) dowiodły z kolei, że *L. multiflorum* zawiera rozpuszczalne w wodzie toksyny w nadziemnych częściach rośliny. Obecność tych toksyn była potwierdzona biotestami, w których *L. multiflorum* istotnie hamowała kiełkowanie i wzrost *Avena ssp.*, *Bromus mollis* czy *Trifolium ssp.* O allelopatycznych właściwościach tego gatunku świadczą również badania S m i t h a i M a r t i n a (1994).

Również *L. perenne* powodowała słabsze kiełkowanie nasion w obiektach, gdzie rośliny miały do swojej dyspozycji większą ilość substancji zawartych w wyciągach wodnych tego gatunku przy zagęszczeniu roślin akceptorowych - 10 sztuk w szalce. Allelopatyczne właściwości *L. perenne* potwierdzają w swoich badaniach między innymi B o u r d o t i in. (1996); B e y s c h l a g i in. (1996). Z ich badań wynika, że *L. perenne* jest szczególnie efektywnym inhibitorem dla wielu gatunków chwastów w tym także *Cardus nutans*. K a w a t e i A p p l e b y (1986) na podstawie własnych badań wysuwają przypuszczenie, że ograniczony wzrost *L. multiflorum* powodowany jest allelopatycznym oddziaływaniem *L. perenne* na skutek wydzielania przez jego korzenie allelosubstancji. Także w badaniach T a k a h a s h i i in. (1988) wydzielinę korzeniową *L. perenne* hamowały wzrost testowanych gatunków traw i roślin motylkowatych.

Pośród badanych gatunków donorów, najslabsze oddziaływanie allelopatyczne wykazano w przypadku *P. pratensis*. Jednak w odniesieniu do obiektów kontrolnych obserwowane zahamowania były istotne. Również H a r k o t i J a r g i e ł o (1980) donoszą, że nasiona *Ph. pratense* gorzej kiełkowały w obecności nasion *P. pratensis* niż w siewie czystym. Także zdaniem innych autorów *P. pratensis* wykazuje allelopatyczny wpływ na wzrost i rozwój niektórych gatunków traw i roślin motylkowatych (C h u n g i M i l l e r, 1995; L i p i ń s k a i H a r k o t, 2005; L i p i ń s k a i O l e s z e k, 2002).

Przedstawione w pracy wyniki badań wskazują, że niezależnie od gatunku, jego wieku i stężenia, notowano większe ujemne skutki w obiektach przy niższym zagęszczeniu siewek testowanego gatunku. Dotyczy to głównie blastokolin kiełkujących nasion i dwutygodniowych siewek *F. arundinacea*, *L. multiflorum* i *P. pratensis* oraz wyższego stężenia wydzielin czterotygodniowych siewek *L. perenne*. Według W e i d e n h a m e r a (1996) słabsze parametry przy niższym zagęszczeniu roślin testowych są sprzeczne ze zjawiskiem konkurencji o zasoby, a więc mogą dowodzić fitotoksycznych oddziaływań substancji allelopatycznych. Również F i s c h e r i in. (1994) czy T h i j s i in. (1994) stosując różne gęstości wysiewu roślin akceptorów wykazali właściwości allelopatyczne sąsiadujących roślin donorów. Podobnie w badaniach B u l l o c k a i in. (1994) różne zagęszczenia roślin miały wpływ na końcowy wynik i mogą dowodzić, że obok współzawodnictwa o zasoby, miały miejsce także inne mechanizmy interferencji pomiędzy badanymi trawami. Należy jednak pamiętać, że *density-dependent phytotoxicity model* może być zastosowany w sytuacji, kiedy źródło fitotoksyn jest niezależne od aktywności roślin docelowych i kiedy są one rozprowadzane w środowisku jednorodnie. Dotyczy to zatem monokultur podlegających wpływowi badanych fitotoksyn (S i n k k o n e n, 2001; W u i in. 2000).

Uważa się, że potencjał allelopatyczny zależy od wieku rośliny i jej organów (C o p a j a i in. 1999; W u i in. 2000). Również w omawianych badaniach notowano większe zahamowania pod wpływem oddziaływania wydzielin dwutygodniowych donorów. Zgodnie z opinią wielu autorów (A h m e d i W a r d l e, 1995; W a r d l e i in. 1996; W e s t o n, 1996; W u i in. 2000) potencjał allelopatyczny jest wyższy w młodych roślinach i maleje w miarę osiągania przez nie pełnej dojrzałości. W badaniach K r y z e w i c i e n é i P a p l a u s k i e n é (2004) zawartość związków fenolowych wzrastała do fazy kwitnienia badanych traw, później ich zawartość stopniowo zaczynała się zmniejszać.

## WNIOSKI

1. Otrzymane wyniki badań wykazały istotny wpływ blastokolin badanych gatunków traw na kiełkowanie nasion *Phleum pratense*. Hamujące czy stymulujące działanie tych substancji zależało od gatunku donora, jego wieku i liczby nasion i siewek oraz zagęszczenia rośliny akceptorowej.

2. Spośród badanych w doświadczeniu traw, kiełkowanie nasion *Phleum pratense* w największym stopniu hamowały substancje uwalniane z kiełkujących nasion i rosnących siewek *Lolium multiflorum* i *Festuca arundinacea*

3. Słabsze kiełkowanie nasion *Phleum pratense* w obiektach o mniejszym zagęszczeniu siewek są sprzeczne z przewidzianymi efektami współzawodnictwa o zasoby i mogą wskazywać na oddziaływania o charakterze allelopatycznym badanych traw-donorów. Dotyczy to szczególnie obiektów z dwutygodniowymi siewkami *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum* i *Poa pratensis* oraz obiektów o wyższym stężeniu wydzielin czterotygodniowych siewek *Lolium perenne*.

## LITERATURA

- Ahmed M., Wardle D. A., 1995. Allelopathic potential of vegetative and flowering ragwort (*Senecio jacobea* L.) plants against associated pasture species. *Plant Soil*, 164: 61-68.
- Beyschlag W., Ryel R. J., Ullmann I., Eckstein J., 1996. Experimental studies on the competitive balance between two Central European roadside grasses with different growth forms. 2. Controlled experiments on the influence of soil depth, salinity and allelopathy. *Botanica Acta*, 109: 449-455.
- Bourdou G. W., Woodburn T. L., Briese D. T., Corey S., 1996. Interference between pasture plants and thistles a review. Thistle management workshop, Canberra, Australia, 12-13 June 1996. *Plant Protection Quarterly*, 11, SUP 2: 265-270.
- Bullock J. M., Mortimer A. M., Begon M., 1994. The effect of clipping in interclonal competition in the grass *Holcus lanatus* – a response surface analysis. *Ecol.* 82: 259-270.
- Copaja S. V., Nicol D., Wratten S. D., 1999. Accumulation of hydroxamic acids during wheat germination. *Phytochemistry*, 50: 17-24.
- Chou Ch., 1999. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18 (5): 609-636.
- Chung, I. M., Miller, D. A., 1995. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and seedling growth of alfalfa. *Agronomy Journal*, 87: 767-772.

- Dorywalski J., Wojciechowicz M., Bartz J., 1984: Metodyka oceny nasion, PWRiL Warszawa.
- Einhellig F. A., 1995. Allelopathy: Current Status and Future Goals. (W:) Allelopathy, Organisms, Processes, and Applications. American Chemical Society, Washington, USA DC 1995, 1 24.
- Fischer N. H., Williamson G. B., Weidenhamer J. D., Richardson D. R., 1994. In search of allelopathy in the Florida scrub: The role of terpenoids. *Journal of Chemical Ecology*, 20: 1355 1380.
- Gentle C. B., Duggin J. A., 1997. Allelopathy as a competitive strategy in persistent thickets of *Lantana camara* L. in three Australian forest communities. *Plant Ecology*, 132: 85 95.
- Harkot W., Jargiello J., 1980. Badania nad kiełkowaniem nasion trzech odmian tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) w mieszkach z trawami i koniczyną łąkową w warunkach laboratoryjnych. *Biul. IHAR*, 140: 67 72.
- Harkot W., Lipińska H., 1997. Allelopatyczny wpływ stoklosy bezostnej (*Bromus inermis* Leyss.) na kiełkowanie, początkowy wzrost i rozwój niektórych gatunków traw i motylkowatych. *Zesz.Probl. Post.Nauk Roln.* 452: 185 197.
- Kawate M. K., Appleby A. P., 1986. The influence of perennial ryegrass residue on Italian ryegrass establishment and growth. *Res. Prog. Rep. West Society. Weed Science*.
- Kryzevicienė A., Paplauskienė V. 2004. Estimation of allelopathic potential of perennial grasses. *Zesz.Probl. Post. Nauk Roln.* 496: 331 341.
- Lipińska H., 2005. Allelopathic effects of grasses and biodiversity of plant communities. *Grassland Science in Europe* (eds. R. Lillak, R. Viiralt, A. Linke, V. Geherman), v. 10, 380 383.
- Lipińska H., Harkot W., 2005. Allelopathic effects of water leachates of *Poa pratensis* leaves. *Allelopathy Journal*, 16 (2): 251 260
- Lipińska H., Oleszek, W. 2002. Application of RERS (Root Exudate Recirculating System) for the studies of allelopathic potential of *Poa pratensis*. *Allelopathy Journal*, 10 (1): 39 44.
- Luu K. T., Matches A. G., Peters E. J., 1982. Allelopathic effect of tall fescue on birdsfoot trefoil as influenced by N fertilization and seasonal changes. *Agronomy Journal*, 74, 5: 805 808.
- Mandava N. B., 1985. Chemistry and biology of allelopathic agents. (W:) The chemistry of allelopathy, red. Thompson A. C., American Chemical Society, Washinhton DC, 33 54.
- Naqvi H. H., Muller C. H., 1975. Biochemical inhibition /allelopathy/ exhibited by Italian ryegrass *Lolium multiflorum* L.J. *Pakistan Journal of Botany*, 7 (2): 139 147.
- Sinkkonen A., 2001. Density Dependent chemical interference an extension of the biological response model. *Journal of Chemical Ecology*, 27 (7): 1513 1523.
- Smith A. E., Martin L. D., 1994. Allelopathic characteristics of three cool season grass species in the forage ecosystem. *Agronomy Journal*, 86: 243 246.
- Souza, Filio A. P. S., Rodrigues, T. J. D., Rodrigues L. R. A., Reis R. A., 1997. Allelopathic interactions among forage grasses and legumes. XVIII Int. Grassld. Congr., Proceedings, 2: 61 62.
- Thijs H., Shann J. R., Weidenhamer J. D., 1994. The effect of phytotoxins on competitive outcome in a model system. *Ecology*, 75: 1959 1964.
- Wardle D. A., Nicholson K. S., Rahman A., 1996. Use of a comparative approach to identify allelopathic potential and relationship between allelopathy bioassays and „competition” experiments for ten grassland and plant species. *Journal Chemic. Ecol.* 22 (5): 933 948.

- Weidenhamer J. D., 1996. Distinguishing Resource Competition and Chemical Interference: Overcoming the Methodological Impasse. *Agronomy Journal*, 88: 866-875.
- Weston, L. A., 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. *Agronomy Journal*, 88: 860-866.
- Wu H., Haig T., Pratley J., Lemerle D., An M., 2000. Distribution and exudation of allelochemicals in wheat *Triticum aestivum*. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 2141-2154.

### Streszczenie

Skuteczne wykorzystanie zjawiska allelopatii w praktyce rolniczej wymaga poszukiwania gatunków oraz faz rozwojowych, w których wydzielają one związki allelopatyczne w bioaktywnych koncentracjach. Wymaga również poznania jej mechanizmów, a przede wszystkim oddzielenia od innych aspektów roślinnego oddziaływania, głównie od konkurencji o zasoby środowiska. Pozostaje to nadal jednym z najbardziej istotnych zadań w badaniach nad interferencją roślinną. W warunkach polowych jest to niezwykle trudne, dlatego badania przeprowadzono w laboratorium. Aby określić działanie czynnika allelopatycznego badanych gatunków traw zastosowano *density-dependent phytotoxicity model*. Podstawą tego modelu jest fakt, że wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin akceptorów ich reakcja na związki allelopatyczne maleje, natomiast wzrastają negatywne skutki konkurencji. Intensywniejszy wzrost roślin-akceptorów towarzyszący zwiększeniu ich zagęszczenia w danym obiekcie jest niezgodny z zasadami konkurencji i może wskazywać na podłoże allelopatyczne obserwowanych zmian.

W przeprowadzonych badaniach, właściwości allelopatyczne traw donorów oceniano na podstawie wpływu blastokolin kielkujących nasion i siewek *F. arundinacea*, *L. multiflorum*, *L. perenne* i *P. pratensis*. Testowany gatunek akceptor (*Ph. pratense*) wysiano w zagęszczeniu 10 i 20 nasion w szalce. Wyniki badań wykazały, że kiełkowanie nasion akceptora było zróżnicowane w zależności od jego zagęszczenia w szalce oraz gatunku, stężenia i wieku donora. Zahamowania w kiełkowaniu nasion *Ph. pratense* w obiektach o mniejszym zagęszczeniu mogą świadczyć o allelopatycznym wpływie badanych traw donorów.