

Kielkowanie i juvenilne stadia pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L.) w warunkach sąsiedztwa nasion kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.), tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.), kostrzewy trzcinowej (*Festuca arundinacea* Schreb.), życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) i wiechlina łąkowej (*Poa pratensis* L.) – aspekt allelopatyczny

AUTOR: Patrycja Paszenda, klasa III

STRESZCZENIE

W pracy tej zaprezentowano przebieg i wyniki badań mających na celu wykazanie allelopatycznych oddziaływań blastokolin wydzielanych przez kostrzewę czerwoną (*Festuca rubra* L.), tymotkę łąkową (*Phleum pratense* L.), kostrzewę trzcinową (*Festuca arundinacea* Schreb.), życię trwałą (*Lolium perenne* L.) i wiechlinę łąkową (*Poa pratensis* L.) na kielkowanie oraz tempo rozwoju pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L.) we wczesnych stadiach juvenilnych. W tym celu nasiona donorów i akceptora umieszczono na szalkach Petriego, w trakcie eksperymentu dokonując pomiarów siły i energii kiełkowania oraz długości korzenia i pędu siewek. Na podstawie uzyskanych wyników wywnioskowano, że allelopaty mogą mieć działanie zarówno hamujące jak i stymulujące na proces kiełkowania i wczesne stadia juvenilne pieprzycy siewnej. Zależy ono przede wszystkim od gatunku rośliny-donora oraz od stężenia substancji allelopatycznych.

W pracy tej wykorzystano część wyników uzyskanych w 49. edycji Olimpiady Biologicznej.

WSTĘP

Allelopatia to pośrednie oddziaływanie roślin, polegające na wydzielaniu przez rośliny (donory) substancji chemicznych modyfikujących procesy wzrostu i rozwoju roślin sąsiadujących (akceptorów) [Lipińska, 2006; Kaczmarek, 2009; Gniazdowska i wsp., 2004]. To zjawisko powszechne w przyrodzie, uznane za podstawowy proces ekologiczny [Mendakiewicz, 2003].

W agroekosystemach istnieją trzy podstawowe źródła uwalniania związków allelopatycznych, tj. rośliny uprawne, chwasty oraz mikroorganizmy. Substancje roślinne wykazujące potencjał allelopatyczny pod względem chemicznym obejmują całą gamę związków organicznych: od najprostszych, występujących w formie gazowej (np. etylen), do skomplikowanych, wielopierścieniowych związków (np. sorgoleon, kumaryna) [Majchrzak, 2007; Lipińska, 2006; Gniazdowska i wsp., 2004]. W największych ilościach i w szerokim spektrum jakościowym allelopatyny występują w liściach; znajdują się też w okrywie owoconasionnej ziarniaków i pojawiają się podczas kiełkowania. Mogą one z łatwością przeniknąć do podłoża i wpływać dodatnio lub ujemnie na kiełkowanie nasion roślin-akceptorów. Substancje te, w obrębie kolin, sklasyfikowano jako blastokoliny. Rodzaj ich oddziaływania zależy z jednej strony od składu chemicznego i ilości wytwarzanych blastokolin, z drugiej zaś od właściwości fizjologicznych kiełkujących nasion akceptorów [Lipińska, 2006].

Celem mojej pracy badawczej było wykazanie allelopatycznego oddziaływania ziarniaków *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* i *Poa pratensis* na kielkowanie nasion i wczesne stadia juvenilne *Lepidium sativum*.

MATERIAŁY I METODY

W przedstawionych biotestach rośliną akceptorową była *Lepidium sativum* przedstawiona na ryc. 1., której przynależność systematyczną ukazuje tab. 1. Jako rośliny donorowe wykorzystano zaś nasiona traw, tj. *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* i *Poa pratensis*. Przynależność systematyczną roślin-donorów obrazuje tabela 2.

Badania obejmowały trzy serie doświadczeń, założonych metodą kompletnej randomizacji, w dwóch powtórzeniach. W celu wykonania biotestu nasiona *Lepidium sativum* wraz z nasionami traw *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* i *Poa pratensis* ułożono w szalkach Petriego o średnicy 5,5 cm. Doświadczenie przeprowadzono w laboratorium szkolnym mieszczącym się w pracowni biologicznej w warunkach naturalnego oświetlenia, przy wahańach temperatury w granicach 22-26°C. W szalkach kiełkowała stała, określona liczba nasion: A – układ dwugatunkowy: 20 nasion rośliny akceptora i 30 nasion rośliny donora; B – układ dwugatunkowy: 20 nasion akceptora i 15 nasion donora; C – układ dwugatunkowy: 10 nasion akceptora i 30 nasion donora; D – układ dwugatunkowy: 10 nasion akceptora i 15 nasion donora. Kontrolę stanowiły objekty, w których rozwijały się jedynie nasiona *Lepidium sativum* (siew czysty, stanowiący układ jednogatunkowy; 10 oraz 20 nasion akceptora), a wilgotność podłoża utrzymywano poprzez zwiłżanie wodą destylowaną [Lipińska, 2006].

Aktywność allelopatyczną blastokolin wybranych gatunków traw oceniano na podstawie liczby skielkowanych nasion akceptora w stosunku do kontroli (siew czysty) [Lipińska, 2006; Kaczmarek, 2009; Oleszek, 1992]. Aby wytłumaczyć opóźnienia w kiełkowaniu oznaczono energię i siłę kiełkowania nasion. Kielkowanie zdefiniowano jako wytłanianie się korzeni zarodkowych nie krótszych od długości nasion lub jego średnicy. Energię kiełkowania nasion *Lepidium sativum* oceniono po 1 dniu, zaś zdolność kiełkowania po 2 dniach. [Brauner i wsp., 1987; Czerwiński, 1981; Kopcewicz i wsp., 2005; Michejda i wsp., 1986].

Określone parametry roślin testowych podano w procentach w stosunku do obiektów kontrolnych, zakładając, że stanowiły one 100%; wyniki podano jako procent skielkowanych nasion w stosunku do ogólnej ich liczby w szalce. W 7. dniu eksperymentu wykonano pomiary długości systemu korzeniowego i wysokości siewek [Lipińska, 2006]. Na podstawie wykonanych pomiarów obliczono średnie długości pędu i korzenia *Lepidium sativum*, a także odchylenie standardowe i rozkład normalny długości pędu i korzenia; obliczono również rozstęp ćwiartkowy i wskazano medianę, minimum i maksimum długości pędu i korzenia [Łomnicki, 2003].

Wykresy sporządzono w programie Microsoft Office Excel; pracę wyedytowano w programie Microsoft Office Word. Dokumentację fotograficzną wykonano za pomocą telefonu komórkowego Samsung Galaxy S8.

Tabela 1. Przynależność systematyczna rośliny-akceptora [Szwejkowska i Szwejkowski, 2007]

Królestwo	Rośliny
Podkrólestwo	Naczyniowe
Nadgromada	Nasienne
Gromada	Okrytonasienne
Klasa	Dwuliścienne
Rząd	Kaparowce
Rodzina	Kapustowate
Rodzaj	Pieprzycy
Gatunek	<i>Lepidium sativum</i> L.



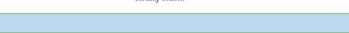
Rycina 1. Pieprzycy siewna [http://kuchniaweganska.over-blog.com/article-rze-ucha-warto-ci-od-ywcz-73051502.html]

Tabela 2. Przynależność systematyczna roślin-donorów [Szwejkowska i Szwejkowski, 2007]

Królestwo	Rośliny	Rośliny	Rośliny	Rośliny	Rośliny
Podkrólestwo	Naczyniowe	Naczyniowe	Naczyniowe	Naczyniowe	Naczyniowe
Nadgromada	Nasienne	Nasienne	Nasienne	Nasienne	Nasienne
Gromada	Okrytonasienne	Okrytonasienne	Okrytonasienne	Okrytonasienne	Okrytonasienne
Klasa	Jednoliścienne	Jednoliścienne	Jednoliścienne	Jednoliścienne	Jednoliścienne
Rząd	Wiechlinowce	Wiechlinowce	Wiechlinowce	Wiechlinowce	Wiechlinowce
Rodzina	Wiechlinowate	Wiechlinowate	Wiechlinowate	Wiechlinowate	Wiechlinowate
Rodzaj	Kostrzewa	Tymotka	Kostrzewa	Życica	Wiechlina
Gatunek	<i>Festuca rubra</i> L.	<i>Phleum pratense</i> L.	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. L.	<i>Lolium perenne</i> L.	<i>Poa pratensis</i> L.

WYNIKI

Wykres 1. Wpływ uwalnianych do podłoża blastokolin siewek 5 gatunków donorów na energię kiełkowania nasion akceptora w zależności od zagęszczenia nasion roślin donorowych i akceptorowej

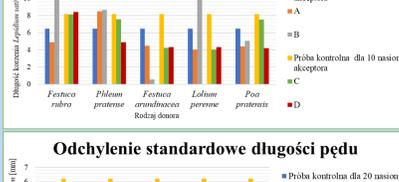
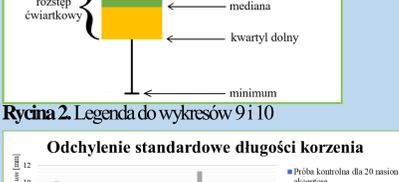
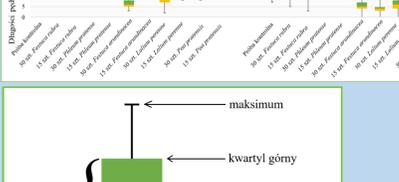
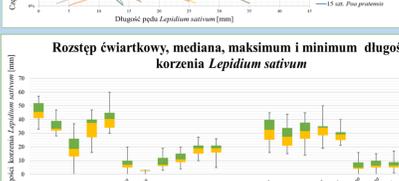
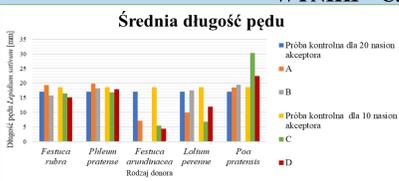


Wykres 2. Wpływ uwalnianych do podłoża blastokolin siewek 5 gatunków donorów na siłę kiełkowania nasion akceptora w zależności od zagęszczenia nasion roślin donorowych i akceptorowej



SZKOŁA: II LO im. A. F. Modrzewskiego w Rybniku

WYNIKI – C.D.



Rycina 3. Pokrój siewek pieprzycy siewnej ze szczególnym uwzględnieniem korzenia zarodkowego oraz pędu zarodkowego rosnących w sąsiedztwie donorów w zależności od zagęszczenia nasion akceptora i donorów

DYSKUSJA

Przejawem ewolucyjnego przystosowania się roślin do warunków siedliska jest obecność w ich owocach lub nasionach związków o charakterze regulatorów kiełkowania [Wójcik-Wojtkowiak i wsp., 1998]. Substancje takie zidentyfikowane zostały w owocach wielu gatunków, w tym do należących do rodziny Poaceae [Wójcik-Wojtkowiak i wsp., 1998].

Przeprowadzone badania miały na celu sprawdzenie oddziaływania związków allelochemicznych zawartych w nasionach *Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* oraz *Poa pratensis*, w układach jednogatunkowych (akceptor+donor) różniących się między sobą jeszcze zagęszczeniem nasion donora i akceptora, na proces kiełkowania i rozwoju siewek *Lepidium sativum*. W trakcie eksperymentu obserwowano wpływ blastokolin na fazę kiełkowania oraz rozwój siewki rośliny akceptorowej. Otrzymane wyniki przedstawiono na wykresach 1–12 oraz

OPIEKUN: mgr Agnieszka Dudek – Pomykół

DYSKUSJA – C.D.

na ryc. 2. W przeprowadzonych biotestach odnotowano ujemny wpływ sąsiedztwa kiełkujących nasion *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* i *Poa pratensis* w układach jednogatunkowych na parametry energii oraz siły kiełkowania nasion *Lepidium sativum*. Zaobserwowano znaczne zahamowanie tempa kiełkowania *Lepidium sativum* względem obiektów kontrolnych w obecności nasion *Lolium perenne*: dla 10 szt. nasion akceptora i 15 szt. nasion donora – energia kiełkowania została obniżona o 35%; zaś najniższą wartość siły kiełkowania dostrzeżono dla próby 10 szt. nasion akceptora i 15 szt. nasion *Festuca arundinacea* (ubytek o 20% w stosunku do próby kontrolnej). Stwierdzono także, że sąsiedztwo nasion *Phleum pratense* nie wywarło wpływu na wartość siły kiełkowania nasion akceptora z wyjątkiem próby 20 szt. *Lepidium sativum* i 30 szt. nasion donora (wyk. 1, 2).

Oddziaływanie allelopatyn wydzielanych przez blastokoliny zależy od gatunku donora, liczby jego nasion oraz zagęszczenia nasion akceptora. W przypadku *Poa pratensis* i *Festuca arundinacea* widać następującą zależność: bez względu na zagęszczenia akceptora, mniejsze zagęszczenie donora skutkuje zwiększeniem wpływu substancji allelopatycznych na proces kiełkowania. Liczba nasion *Lolium perenne* oraz *Phleum pratense* ma niewielki wpływ na proces kiełkowania; minimalny wpływ na kiełkowanie ma obecność nasion *Festuca rubra* (wyk. 1, 2).

Stwierdzono, że szeregi statystyczne długości korzenia oraz pędu akceptora we wszystkich próbach są zbliżone do rozkładu normalnego (wyk. 5, 6, 7, 8). Odnotowano zatem częstsze występowanie wartości w okolicach średniej i rzadko występujące wartości skrajne. Ponadto, stwierdzono zmienność w ramach rozstępu ćwiartkowego, co świadczy o występowaniu zmienności wyników w poszczególnych próbach (wyk. 9, 10). Stwierdzono także, że wyniki długości pędu i korzenia osiągnęły zarówno małe, jak i duże odchylenie standardowe, co świadczy o zróżnicowanym rozrzucie wyników wokół średniej (wyk. 11, 12).

Bardziej czułym biotestem od sprawdzania energii i siły kiełkowania jest ocena wzrostu i rozwoju roślin (długość systemu korzeniowego i pędu, wysokość siewek, sucha masa roślin) [Lipińska, 2006]. Dojrział zarodek rośliny z klasy dwuliściennej składa się z korzenia zarodkowego i pędu zarodkowego oraz z dwóch liści [Kopcewicz i wsp., 2005]. W omawianym biotestcie za punkt odniesienia przyjmując wzrost siewek *Lepidium sativum* w próbie kontrolnej, stwierdzono, że allelopatyny uwalniane z kiełkujących nasion roślin donorów wywarły zarówno ujemny, jak i dodatni wpływ na wzrost siewek (wyk. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Allelopatię ujemną stwierdzono dla następujących donorów: *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* i *Festuca rubra* w niemal wszystkich przypadkach, wartości przeczące tej zasadzie uznano za błąd statystyczny. U *Poa pratensis* stwierdzono wyraźny dodatni wpływ kiełkujących nasion donora na wzrost pędu akceptora i ujemny – na wzrost korzenia akceptora. Z kolei u *Phleum pratense* wykazano, że sąsiedztwo kiełkujących nasion donora wywarło niewielki wpływ tak negatywny, jak i pozytywny na wzrost siewek *Lepidium sativum* (wyk. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Korzenie siewek wykazują zwykle większą wrażliwość na obecność allelopatyn, w określonym przedziale ich wzrost jest wprost proporcjonalny do stężenia substancji; po przekroczeniu stężenia progowego wystąpić mogą zniekształcenia, nawet zamieranie, obszarów merystematycznych i całkowite obumieranie systemu korzeniowego [Lipińska, 2006]. Allelozwiązki hamują ponadto wytwarzanie włókników, wpływają więc na zmniejszenie powierzchni chłonnej korzenia, przyczyniając się do ograniczenia pobierania wody przez roślinę i wpływając na cały jej wzrost, jak pisze Lipińska [2006]. Również w danym doświadczeniu większe odchylenia zaobserwowano w przypadku korzeni aniżeli pędów (wyk. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Stwierdzono, że w próbach 20 szt. akceptora i 15 szt. *Phleum pratense* oraz 10 szt. akceptora i 30 szt. *Phleum pratense* allelozwiązki wydzielane przez kiełkujące nasiona donorów wywarły pozytywny wpływ na wzrost korzenia akceptora (wyk. 3, 5, 6, 9); w pozostałych przypadkach odnotowano negatywny wpływ allelopatyn wydzielanych przez kiełkujące nasiona donorów na wzrost korzeni akceptora, przy czym najbardziej ujemny wpływ zanotowano dla prób 20 szt. akceptora i 15 szt. *Festuca arundinacea* oraz 10 szt. akceptora i 30 szt. *Festuca arundinacea*. (wyk. 3, 5, 6, 9).

Wykazano również, że sąsiedztwo kiełkujących donorów wywarło dodatni wpływ na wzrost pędu *Lepidium sativum* we wszystkich próbach, w których donorem była *Poa pratensis* oraz w próbach 20 szt. akceptora i 30 oraz 15 szt. *Phleum pratense*. W pozostałych przypadkach allelozwiązki wydzielane przez donory wywarły negatywny wpływ na wzrost pędu akceptora, przy czym najbardziej ujemny wpływ odnotowano dla prób 20 szt. akceptora i 30 szt. *Festuca arundinacea* oraz 10 szt. akceptora i 15 szt. *Festuca arundinacea*. Wzrost pędu został wstrzymany w próbie 20 szt. akceptora i 15 szt. *Festuca arundinacea* (wyk. 4, 7, 10).

Wykazano także, że zagęszczenie nasion miało wpływ na intensywność oddziaływania allelopatycznego. W przypadku *Lolium perenne* większa ilość nasion donora i akceptora była równoznaczna ze zwiększeniem się efektu oddziaływania allelopatycznego – np. obecność 30 szt. nasion donora zmniejszała przeciętną długość korzenia zarodkowego w stosunku do próby kontrolnej o 75% (dla 10 szt. akceptora) i o 80% (dla 20 szt. akceptora), podczas gdy obecność 15 szt. nasion donora zmniejszała przeciętną długość korzenia akceptora odpowiednio o 63% i 77%. Z kolei dla donora *Poa pratensis* zależności te były odwrotne (wyk. 3).

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły więc, że wzrost roślin jest procesem szczególnie wrażliwym na obecność allelozwiązków. Mogą one bowiem oddziaływać na szereg procesów biochemicznych i fizjologicznych zachodzących w roślinach, m.in. wpływać na podziały komórek oraz ich elongację.

PIŚMIENNICTWO

- Brauner L., Bukatsch F. (1987) „Praktyka z fizjologii roślin”, PWN, Warszawa
- Czerwiński W. (1981) „Fizjologia roślin”, PWN, Warszawa
- Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. (2004) „Allelopatia – Nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami”, Kosmos - Problemy nauk Biologicznych – Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, tom 53, nr 2(263), s.207-217
- Kaczmarek S. (2009) „Wykorzystanie potencjału allelopatycznego roślin w wybranych uprawach rolniczych”, Postępy w Ochronie Roślin, nr 49(3), s.1502-1511
- Kopcewicz J., Lewak S. (2005) „Podstawy fizjologii roślin”, PWN, Warszawa
- Lipińska H. (2006) „Allelopatyczne działanie wybranych gatunków traw na kiełkowanie nasion *Phleum pratense* w zależności od ich zagęszczenia”, Acta Agrobotanica, Vol.59 z.2, s. 17-28
- Lipińska H. (2006) „Kielkowanie nasion i wzrost siewek wybranych gatunków traw w warunkach oddziaływania blastokolin kiełkujących nasion traw”, Acta Agrobotanica, Vol.59 z.2, s.253-262
- Majchrzak L. (2007) „Kielkowanie zbóż w warunkach sąsiedztwa ziarniaków *Avena fatua* L. i *Festuca rubra* L. – aspekt allelopatyczny”, Annales, Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, A Vol. LXII (2) Sectio E
- Mendakiewicz O. (2003) „Zjawisko allelopatii w ochronie roślin”, Częstochowska Gazeta Rolnicza, nr 9/200
- Michejda J., Ratajczak L. (1986) „Ćwiczenia z fizjologii roślin”, PWN, Warszawa
- Oleszek W. (1992) „Techniki badania allelopatii” Wiad. Bot, 36, 3/4, s.17–25.
- Szwejkowska A., Szwejkowski J. (2007) „Botanika Systematyka”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Wójcik – Wojtkowiak D., Politecka B., Weyman – Kaczmankowi W. (1998) „Allelopatia”, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań
- http://kuchniaweganska.over-blog.com/article-rze-ucha-warto-ci-od-ywcz-73051502.html (dostęp: 5.12.2019)