

*Dariusz Jaskulski*

*Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin ATR w Bydgoszczy*

## **Przejawy oddziaływań allelopatycznych w agrofitocenozach**

### **Wstęp**

Rośliny uprawne, będące integralną częścią agroekosystemu, wchodzą w związki ekologiczne zarówno z elementami agrofitocenozy, jak i biotopu. Agrotechnika poszczególnych gatunków ingeruje głównie w warunki fizykochemiczne biotopu, czego konsekwencją są także zmiany w fitocenozie. Mniejsze są natomiast możliwości, a zarazem większa trudność obiektywnej oceny zmian ożywionej części siedliska, tj. tego elementu, który ma znaczenie zarówno bezpośrednie, jak i pośrednie w kształtowaniu warunków wzrostu rośliny. Wzajemne wpływy roślin rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie obserwowano już w czasach prehistorycznych. Były to jednak tylko spostrzeżenia i obserwacje prowadzące do wniosku, że rośliny mają zdolność oddziaływania na otaczające je środowisko. W zdolności wydzielania substancji biologicznie aktywnych przez rośliny upatrywano przyczyn wzajemnej antypatii osobników oraz zmęczenia gleby.

Dopiero Plenck w XVIII wieku i De Candolle w wieku XIX sformułowali teorię wydzielin korzeniowych, tłumaczącą przyczyny zmęczenia gleby [23]. Termin allelopatia pojawił się w 1937 roku. Po raz pierwszy został użyty przez Molischa w pracy "Der Einfluss einer Pflanze auf die andere-Allelopathie". Autor pojęciem allelopatia określał wzajemne niekorzystne oraz korzystne biochemiczne oddziaływanie pomiędzy roślinami różnych taksonów. Jednak brak możliwości precyzyjnego wydzielenia efektów oddziaływań allelopatycznych w ogólnej zmienności zachowania się osobników w różnych ekosystemach inspirował Mullera (1969), cyt za Rice [40], do wprowadzenia pojęcia interferencja. Obejmowała ona wszelkie oddziaływania pomiędzy roślinami, w tym zależności konkurencyjne.

Dyskusja nad zakresem pojęciowym allelopatii trwa nadal. Część uczonych, między innymi Rice czy Putnam, opowiada się za klasycznym rozumieniem allelopatii. Inni natomiast terminem tym obejmują wszystkie procesy związane z wtórnymi metabolitami lub czynnikami biologicznymi, mającymi wpływ na wzrost i rozwój systemów biologicznych [33]. Niezależnie od prób ustalenia ścisłych granic pojęciowego rozumienia allelopatii zjawisko to odgrywa znaczącą rolę w kształtowaniu

warunków siedliskowych. Wydzielane przez rośliny wtórne metabolity implikują wzajemne oddziaływanie osobników w łanie. Oddziaływania te mogą mieć charakter interakcji wewnątrzgatunkowych oraz międzygatunkowych. Antagonizm lub wspieranie się osobników obserwowane są pomiędzy roślinami wyższymi w różnych ich układach, np: roślina uprawna — roślina uprawna, roślina uprawna — chwast, chwast — chwast. Zjawiska te leżą u podłoża takich procesów agroekologicznych, jak: samoregulacja zagęszczenia łanów, wypieranie osobników z zasiewów mieszanych, tworzenie się zbiorowisk roślinnych. Gromadzące się w glebie substancje chemiczne wydzielane przez rośliny wpływają także na wartość stanowiska w zmianowaniu i warunki, zwłaszcza początkowego wzrostu roślin następczych.

Bibliografia tematu, choć jeszcze niezbyt bogata, posiada już wiele opracowań. Są to głównie wyniki badań przyczynkowych. Mniej jest natomiast prac przeglądowych, zwłaszcza polskich autorów. W niniejszej pracy starano się na podstawie literatury zagranicznej i krajowej, głównie z ostatniej dekady oraz badań własnych, wskazać na przejawy oddziaływań pomiędzy roślinami w agrofitocenozach. Nacisk położono zarówno na teoretyczne, jak i praktyczne znaczenie zjawiska allelopatii w polowej uprawie roślin.

## **Natura i występowanie związków allelopatycznych**

---

Elementami sprawczymi efektów allelopatycznych są związki chemiczne, zwłaszcza wtórne metabolity wydzielane przez organizmy roślinne oraz substancje uwalniane podczas rozkładu materiału roślinnego. W środowisku ulegają one najczęściej dalszym przemianom mikrobiologicznym oraz chemicznym. Według niektórych źródeł, cyt. za Oleszek [33], liczbę naturalnych substancji wyizolowanych z roślin i grzybów szacuje się na 10–20 tysięcy. Związki allelopatyczne pod względem budowy chemicznej są substancjami o złożonej budowie i różnej postaci. Rice [40] dzieli wszystkie dotychczas poznane związki na czternaście grup o zbliżonych strukturach i aktywności biologicznej. Dokładna liczba związków pochodzenia roślinnego o potencjalnym działaniu fitotoksycznym jest trudna do określenia. Obok substancji dobrze rozpoznanych, odkrywane są ciągle związki nie zidentyfikowane lub obserwuje się reakcje roślin, których przyczyn nie można przypisać dotychczas znanym allelozwiązkom [34, 48].

Bogatą grupą związków allelopatycznych są alkaloidy. Występują one powszechnie w nasionach roślin motylkowych. W kielkujących roślinach jęczmienia znajdują się gramina i hordeina [25]. Znaczną ilość kofeiny zawierają nasiona kawy [42], a nikotyny — rośliny tytoniu [41]. W nasionach bielunia dziedzierzawy stwierdzono skopolaminę i hyoscyaminę [26].

Glukozynolany i ich pochodne izotiocyjaniany przejawiają także działanie fitotoksyczne. Bogate w nie są liczne gatunki zarówno siedlisk naturalnych, jak i roślin

uprawnych, należące do rodziny *Brassicaceae* [4, 6, 30]. Z kolei saponiny, związki z grupy terpenoidów, występują w nasionach motylkowych wieloletnich. Dużo badań poświęconych jest aktywności biologicznej i fitotoksycznej tych substancji pochodzących z lucerny siewnej, mieszańcowej i chmielowej oraz koniczyny czerwonej [21, 31, 37].

Kwasy fenolowe i ich pochodne stanowią dużą i różnorodną grupę związków o działaniu allelopatycznym i ekotoksykologicznym. Ich obecność stwierdzono w części podziemnej, zielonej masie, jak i w resztkach poźniwnych powszechnie uprawianych roślin: żyta, pszenicy, jęczmienia, owsa, kukurydzy [14, 29, 45, 47]. Także liczne gatunki chwastów z rodzaju: *Thlaspi*, *Artemisia*, *Amaranthus*, *Stellaria*, *Achyranthus*, *Polygonum*, *Galinsoga*, zawierają w swym składzie pochodne fenolowe [1, 7]. W badaniach innych autorów zidentyfikowano liczne kwasy organiczne w zielonej masie kostrzewy trzcinowatej i komonicy zwyczajnej. Ważną grupą związków allelopatycznych zidentyfikowanych w biomacie żyta, zwłaszcza w świetle wyników ostatnich badań, wydają się być kwasy hydroksamowe [2, 32].

Substancje lotne stanowią specyficzną grupę związków fitotoksycznych. Zasięg ich oddziaływania, z racji łatwości rozprzestrzeniania się gazów, jest znaczny. Do grupy tej, obok dobrze znanego etylenu, należą monoterpeny. Ich obecność stwierdzono u licznych gatunków dziko rosnących, w tym chwastów segetalnych [8], jak również roślin uprawnych [30].

## Oddziaływanie allelopatyczne w agrofitocenozach

Rola i znaczenie allelopatii w naturalnych ekosystemach i agroekosystemach są już częściowo rozpoznane, choć wiele zagadnień pozostaje nadal nie wyjaśnionych. Zarówno w jednych, jak i w drugich zbiorowiskach roślin występują zjawiska, których natura ma charakter oddziaływań allelopatycznych. Kluczowymi zjawiskami, w których dostrzega się rolę allelopatii w uprawie roślin, są: zmęczenie gleby i toksykacji środowiska, wzajemne modyfikowanie wzrostu roślin w agrofitocenozach, samoregulacja łańców oraz reakcje roślin w zasiewach mieszanych na obecność współpartnera.

Intensywnie prowadzone w ostatnich pięćdziesięciu latach obserwacje i prace eksperymentalne pozwoliły wyjaśnić niektóre z tych zagadnień. Inne natomiast pozostają ciągle na etapie hipotetycznych rozważań. Wyniki badań przyczynkowych pozwalają jednak przypuszczać, że u podłoża obserwowanych reakcji roślin leży zjawisko allelopatii. Rozwój metodologii badań oraz doskonalsze i bardziej precyzyjne oprzyrządowanie warsztatu badawczego pozwalają na dokładniejsze poznanie natury i mechanizmów oddziaływań allelopatycznych. Zaawansowane prace prowadzone przez fizjologów i biochemików zmierzają do identyfikacji i wydzielenia czynników odpowiedzialnych za fitotoksyczny efekt wydzielin roślinnych. Natomiast

w metodologii stosowanej w naukach przyrodniczych, w tym agrotechnicznych, celem określenia zmienności zachowania się roślin pod wpływem czynnika fitotoksycznego wykorzystuje się często biotesty. Pozwalają one, na podstawie bezpośredniej reakcji rośliny testowej lub jej organu, wnioskować o biologicznej aktywności danego czynnika. W ten sposób wskazano na istnienie wielu wzajemnych oddziaływań między roślinami poprzez ich wtórne metabolity. W biotestach określa się głównie przebieg procesu kiełkowania i początkowego wzrostu roślin testowanych.

Substancje o charakterze wtórnych metabolitów wydzielane są do środowiska przez rośliny żywe oraz uwalniane zostają z ich obumarłych tkanek [40]. Podstawowymi drogami emisji allelozwiązków przez rośliny donory są: wydzielanie korzeniowe [15, 16, 18], wymywanie substancji z roślin przez wodę [26], emisja związków lotnych [8, 30] oraz destrukcja tkanek w trakcie rozkładu materiału roślinnego [28]. Rezultaty badań wielu autorów (tab. 1) wskazują, że obecność czynnika allelopatycznego może silnie modyfikować wzrost juwenilny roślin. Zarówno inhibicja, jak i stymulacja początkowego wzrostu osobników w agrofitocenozie może prowadzić do nierównomiernych wschodów, zróżnicowania zaawansowania wzrostu roślin w łanie, a w konsekwencji do nasilenia konkurencji. Źródłem blastokolin w środowisku kiełkowania nasion są inne diaspory, rozkładające się resztki poźniwne oraz przyorane nawozy zielone, samosiewy lub chwasty, a także wydzieliny korzeniowe, substancje wymywane z roślin czy też związki wcześniej nagromadzone w glebie.

**Tabela 1.** Wpływ niektórych czynników allelopatycznych na kiełkowanie roślin testowych (wg danych z literatury)

Autor	Czynnik allelopatyczny	Roślina testowa	Procent kontroli		
			kiełkowanie	długość pędu	długość korzeni
Biały i in. [4]	synigryna	pszenica	98,0	114,5	103,7
	allyl ITC		69,9	38,1	34,4
	2-fenylloetylowy ITC		0,0	0,0	0,0
Oleszek [30]	związki lotne	pszenica	100,0	96,0	95,0
	z <i>Brassica napus</i>	chwastnica jedn.	82,0	89,0	84,0
Masson-Sedun i in. [28]	wodny ekstrakt z <i>Brassica</i>	pszenica			
	— <i>campestris</i>		100,0	43,3	40,9
	— <i>napus</i>		100,0	18,7	4,2
	— <i>nigra</i>		102,2	11,0	2,5
Bhowmik i Doll [3]	wodny ekstrakt z pędów <i>Chenopodium album</i>	kukurydza	—	32,0	18,0
Jaskulski [19]	wyphuczyny z pędów owsa:	jęczmień			
	faza krzewienia		100,0	117,3	—
	faza dojrzałości mleczej		103,7	112,1	—

Związki biologicznie aktywne znajdujące się w nasionach przechodzą do roztworu już podczas pęcznienia. W badaniach Hurtig, cytowanych przez Grzesiuka [13], woda użyta do pęcznienia ziarna zbóż i nasion lucerny osłabiła kiełkowanie gorczycy polnej. W badaniach autora [20] woda, w której pęczniały ziarniaki poszczególnych gatunków zbóż, nie wpływała istotnie na zdolność kiełkowania jęczmienia i pszenicy. Jednak początkowy wzrost koleoptyla tych zbóż w środowisku wydzielin ziarna żyta i pszenżyta był istotnie wolniejszy niż w obecności wydzielin własnego gatunku. Natomiast umieszczenie ziarniaków czterech podstawowych zbóż w podłożu nasyconym 0,1–0,5% roztworem saponin z nasion lucerny chmielowej wywołało wyraźny spadek ich energii i zdolności kiełkowania. Z kolei związki pochodzące z nasion lucerny mieszańcowej wpływały ujemnie jedynie na ziarniaki owsa [21].

Allelopatyczne oddziaływanie roślin może w większym stopniu występować w zasiewach mieszanych, zwłaszcza wielogatunkowych, aniżeli w kulturach monogatunkowych. Łączny wysiew komponentów mieszanek stwarza warunki do ujawnienia się oddziaływań auto-, a zwłaszcza heteroallelopatycznych i ich konsekwencji w postaci zmian składu zbiorowisk roślinnych. Przeprowadzone przez autora [19], w warunkach laboratoryjnych, badania nad wzajemnym oddziaływaniem zbóż podczas kiełkowania potwierdzają taką możliwość. Wzrost koleoptyla jęczmienia, pszenżyta, a zwłaszcza pszenicy i owsa, był wyraźnie silniejszy w zasiewach jednogatunkowych niż w obecności ziarna gatunków innych zbóż. Natomiast odwrotną reakcję wykazało żyto. Współwystępowanie w procesie jego kiełkowania ziarn innego gatunku powodowało szybszy wzrost koleoptyla i pierwszego liścia. Obecność wydzielin korzeniowych w początkowym wzroście jęczmienia stwierdzili także Liu i Lovett [25]. W badaniach eksperymentalnych prowadzonych przez innych autorów [5, 15] blastokoliny, mające swe źródło w diasporach lub siewkach traw i roślin motylkowatych, wykazywały także aktywność biologiczną i modyfikowały wzrost juwenilny roślin testowych.

Związki allelopatyczne zawarte w nasionach chwastów, a uwalniane podczas kiełkowania lub wypłukiwane przez wodę podczas pęcznienia, mogą także wpływać znacząco na wzrost innych osobników w agrofitecenozie. Wymywana z nasion bielunia dziędzierzawy skopolamina, już w stężeniu 0,1%, istotnie spowalniała wzrost korzeni pięciodniowych siewek pszenicy i jęczmienia [26]. W badaniach Piskorz [38] siła i sposób oddziaływania kiełkującej chwastnicy jednostronnej na początkowy wzrost kukurydzy zależały od ilości nasion chwastu. Badania własne autora [19] nad oddziaływaniem nasion 9 gatunków chwastów na kiełkowanie jęczmienia i pszenicy wykazały różny potencjał allelopatyczny nasion poszczególnych gatunków chwastów. Różne także były reakcje roślin akceptorów, tj. jęczmienia i pszenicy. Obecność nasion chwastów, szczególnie gorczycy polnej, przytulii czepnej, maruny bezwonnej, rdestu powojowego i powoju polnego silnie obniżała energię kiełkowania jęczmienia, aczkolwiek jego zdolność kiełkowania pozostawała na nie zmienionym poziomie. Natomiast kiełkujące ziarno pszenicy pod wpływem współwystępujących nasion

przytulii czepnej, powoju polnego i chabra bławatka miało zmniejszoną o około 10% zdolność kiełkowania. Specyficzne interakcje międzygatunkowe elementów agrofitycenozy w układzie roślina uprawna–chwast mogą być jedną z przesłanek pozwalających wyjaśnić przyczyny tworzenia się określonych zbiorowisk roślinnych i specyficznego składu gatunkowego chwastów w kulturach rolniczych.

Bogatym źródłem związków allelopatycznych są resztki roślinne trafiające do gleby w postaci resztek posprzątnych, zielonych nawozów, mulczu, zaoranych plantacji, samosiewów czy też chwastów. Podczas rozkładu uwalniają one akumulowane wcześniej w swych organach substancje. Celem poznania ich potencjału allelopatycznego stosuje się kontrolowany rozkład materiału roślinnego w glebie lub jego ekstrakcję, przy użyciu różnych rozpuszczalników. W ten sposób wykazano obecność allelozwiązków w zielonej masie żyta [46] oraz słomie pszenicy [17]. Ekstrakcja, jako metoda uwalniania związków chemicznych z materiału roślinnego, pozwoliła określić aktywność biologiczną resztek roślinnych kukurydzy, soi, owsa, lucerny, koniczyny czerwonej, kilku gatunków traw łąkowych, roślin kapustnych oraz ziemniaka [27, 28, 37]. Rozkładające się resztki roślinne uwalniają najwięcej substancji fitotoksycznych po 7–10 dniach. W warunkach polowych rozkład jest wolniejszy i zależy od przebiegu pogody, w tym od ilości opadów i temperatury [43, 45]. Proces zanikania związków fitotoksycznych w glebie zależy również od jej właściwości sorpcyjnych, składu mechanicznego, zawartości substancji organicznej i aktywności mikrobiologicznej [11, 37].

Ujemny wpływ słomy zbóż oraz roślin kapustnych na wzrost siewek pszenicy i innych roślin obserwowano już w początkowych etapach badań nad allelopatią [14]. Doświadczenia laboratoryjne, wazonowe, a następnie polowe wskazują na istotny negatywny wpływ związków zawartych w resztkach roślin z rodzaju *Brassica*. Resztki te spowodowały spadek obsady, osłabienie wzrostu i zmniejszenie plonu ziarna pszenicy. Jedynie zdolność kiełkowania i masa tysiąca ziaren nie uległy istotnej zmianie [28]. Udana kilkuletnia plantacja roślin motylkowych wieloletnich, wraz z resztkami roślinnymi, wnosi do gleby nawet do kilkuset kilogramów substancji swoistych, głównie saponin [31]. W badaniach wielu autorów [35, 36, 37] dodane do gleby sproszkowane korzenie lucerny mieszańcowej i koniczyny czerwonej oraz saponiny, wyizolowane z korzeni tych roślin, oddziaływały inhibicyjnie na wzrost siewek pszenicy.

W świetle wyników ostatnich badań rysuje się ogólny pogląd, że większy potencjał allelopatyczny mają rośliny młode, a nie ich resztki późniwe [48]. Potwierdzeniem tej tezy są rezultaty prac nad aktywnością biologiczną ekstraktów z rozkładających się tkanek żyta. Z badań tych jednoznacznie wynika, że bogatsze w inhibitory wzrostu są rośliny młode niż słoma [22, 47]. W biomacie innych gatunków zbóż stwierdzono także obecność związków allelopatycznych [2, 39]. Różną, zależną od rośliny akceptora i fazy rozwojowej rośliny donora, aktywność biologiczną wypluczyn z zielonej masy zbóż potwierdziły biotesty przeprowadzone przez autora (tab. 2).

**Tabela 2.** Stymulujący (+) lub inhibicyjny (-) (wyrażony w % kontroli) wpływ wypłuczyn z nadziemnej części zbóż, w fazie krzewienia (K) oraz w fazie dojrzałości młecznej (M), na masę koleoptyla zbóż

Badany gatunek		Rodzaj wypłuczyn			
		jęczmień	owies	pszenica	pszenżyto
Jęczmień	K	0,0	+4,3	+9,8	+9,5
	M	0,0	-20,5	-13,7	-7,4
Owies	K	-10,7	0,0	-2,9	-5,8
	M	+7,1	0,0	+3,5	+1,6
Pszenica	K	-3,5	-9,1	0,0	-17,4
	M	-1,9	-10,3	0,0	+5,2
Pszenżyto	K	-7,5	+7,4	-8,1	0,0
	M	-3,9	-6,5	+4,2	0,0

Siła i sposób oddziaływania wydzielin nadziemnej masy zbóż jarych uzależnione były od ich fazy rozwojowej oraz od rodzaju rośliny testowej. Wyniki te wskazują na możliwą rolę zjawiska allelopatii w kształtowaniu warunków siedliskowych w zmianowaniu roślin oraz w zasiewach mieszanych. Być może rodzaj, ilość i zaawansowanie wzrostu przyorywanych samosiewów mają znaczący wpływ na początkowy wzrost roślin następczych. Na taką możliwość wskazuje także Oleszek [30]. Potwierdził on eksperymentalnie uwalnianie się lotnych związków z liści 35-dniowych siewek kilku gatunków roślin kapustnych. Związki te nie wpływały znacząco na zdolność kiełkowania ziarna pszenicy, ale wywołały wyraźny (sięgający 20%) spadek masy koleoptyla i korzeni pszenicy. Rezultaty prac innych autorów wskazują, że zielona masa lucerny, grochu, niektórych traw pastewnych [22], a także chwastów posiada potencjał allelopatyczny. W uzyskanych przez Chun i in. [7] oraz Duer [12] wodnych i alkoholowych ekstraktach z tobołków polnych, przytulii czepnej, gwiazdnicy pospolitej, owsa głuchego i miotły zbożowej stwierdzono obecność licznych związków fenolowych. Ekstrakty z owsa głuchego i miotły, w stężeniu 1–3%, stymulowały wzrost koleoptyla i korzeni zarodkowych zbóż. Wyciąg alkoholowy z gwiazdnicy pospolitej spowodował spadek zdolności kiełkowania ziarna żyta i jęczmienia o 10–13%, a pszenicy o 20%. Użycie różnych rozpuszczalników podczas ekstrakcji [1] różnicowało stopień inhibicji kiełkowania nasion sałaty przez wydzieliny uzyskane z chwastów należących do rodzajów: szarłat, włośnica, rdest i żółtlica. Z kolei w badaniach własnych [19] stwierdzono różną reakcję jęczmienia i pszenicy na ekstrakty z pędów dziewięciu powszechnie występujących chwastów. Siła tych oddziaływań zależała głównie od gatunku chwastu i stężenia ekstraktów. Akumulacja wydzielin perzu w glebie była zapewne przyczyną słabszej inokulacji korzeni grochu przez bakterie *Rhizobium* [44]. Na roślinach wyrosłych na glebie silnie zachwaszczonej stwierdzono 18 brodawek bakterii *Rhizobium*, na glebie pozbawionej przed ekspery-

mentem perzu — 36 brodawek, a na obiekcie, gdzie wcześniej nie było perzu — 41 brodawek bakterii symbiotycznych.

Wieloletnia i wielopokoleniowa selekcja roślin rolniczych w kierunku udoskonalenia ich cech użytkowych doprowadziła do obniżenia w nich zawartości metabolitów wtórnych. Substancje te są często uważane za naturalną broń w walce ekologicznej. Mimo to niektóre rośliny uprawne wykazują duży potencjał allelopatyczny. Ich uprawa może ograniczać występowanie chwastów w agrofitycenozach. Rośliny kapustne, jako mulcz lub przyorywane, w określonych warunkach redukują ilość chwastów [34]. W świetle wyników wielu innych badań — roślinami, które mogą także mieć znaczenie jako elementy ochrony roślin w rolnictwie zachowawczym, są słonecznik [24] oraz żyto [2, 32].

---

## Podsumowanie

Przytoczone wyniki badań — zarówno światowych, jak i krajowych — upoważniają do stwierdzenia, że oddziaływania allelopatyczne pomiędzy roślinami są jednym z czynników kształtujących agrofitycenozy. Wzajemne wpływy pomiędzy poszczególnymi osobnikami w łanie, a także uwalnianie związków biologicznie aktywnych z biomasy roślinnej do środowiska warunkują wzrost, rozwój i plonowanie roślin. Zagadnienia te, aczkolwiek znane, nadal są jednak dalekie od pełnego wyjaśnienia. Brak udokumentowanych rozstrzygnięć wielu kwestii oraz często sprzeczne wyniki uzyskiwane przez różnych badaczy są dostatecznym argumentem do kontynuowania i pogłębiania badań z zakresu allelopatii.

Coraz częściej pojawiają się próby aplikacji rezultatów badań do praktyki rolniczej. Alkoholowy ekstrakt z nasion łubinu gorzkiego stosowany w formie oprysku spowodował wzrost plonu ziarna zbóż i słomy lnianej o 10–24% [9], a także istotnie obniżył ilość azotu azotanowego w korzeniach marchwi [10]. Nowe technologie w uprawie roli redukują ilość uprawek, lansują siewy bezpośrednie, mulczowanie gleby poplonami lub słomą, przyorywanie dużych dawek nawozów zielonych oraz słomy zbóż i roślin kapustnych. W takich warunkach ważne wydaje się dokładne poznanie procesów uwalniania, biologicznej aktywności związków zawartych w biomacie roślinnej i ich zanikania w glebie.

Identyfikacja i wyodrębnienie substancji aktywnej, a następnie synteza analogów mogą stworzyć możliwości wprowadzenia nowych proekologicznych metod zwalczania chwastów. Dokładne poznanie mechanizmów wzajemnych oddziaływań międzygatunkowych w układzie roślina donor — roślina akceptor oraz roślina donor — środowisko — roślina akceptor pozwoliłoby wyjaśnić wiele zagadnień dotyczących teorii zasiewów mieszanych. Zadaniem nauk biologicznych pozostaje więc nadal pełne wyjaśnienie zagadnień związanych z uprawą roślin i ochroną środowiska, u których podłoża leży zjawisko allelopatii.



## Literatura

- [1] Back K., Kim K. 1988. Identification of phytotoxic compounds and allelopathic effects of various upland weeds. *Korean J. Weed Sci.* 8(3): 283–290.
- [2] Barnes J., Putman A. 1987. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). *J. Chem. Ecol.* 13(4): 889–906.
- [3] Bhowmik P., Doll D. 1982. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. *Agron. J.* 74(4): 601–606.
- [4] Biały G., Oleszek W., Lewis J., Fenwick G. 1990. Allelopathic potential of glucosinolates (mustard oil glycosides) and their degradation product against wheat. *Plant and Soil.* 129(2): 277–281.
- [5] Buta J., Spaulding D., Reed A. 1987. Differential growth responses of fractionated turfgrass seed leachates. *HortScience* 22(6): 1317–1319.
- [6] Choesin D., Boerner R. 1991. Allyl isothiocyanate release and the allelopathic potential of *Brassica napus* (Brassicaceae). *Amer. J. Bot.* 78(8): 1083–1090.
- [7] Chun J., Han K., Jang B., Shin H. 1988. Determination of phenolic compounds responsible for allelopathy in upland weeds. *Korean J. Weed Sci.* 8(3): 258–264.
- [8] Chun J., Han K. 1989. An identification of volatile terpenes in allelopathic weeds. *Korean J. Weed Sci.* 9(2): 149–153.
- [9] Cwojdziański W., Nowak K. 1993. Wpływ dolistnego stosowania alkoholowego ekstraktu z nasion łubinu gorzkiego na plon roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 409: 195–202.
- [10] Cwojdziański W., Gulewicz K., Nowak K. 1996. Ekstrakt z nasion łubinu gorzkiego czynnikiem ograniczającym kumulację azotanów przez korzenie marchwi. Mat. konf. nt. Łubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe. Poznań, 254–265.
- [11] Dalton B., Blum U., Weed S. 1989. Differential sorption of exogenously applied ferulic, p-cumaric, p-hydroxybenzoic, and vanillic acids in soil. *Soil Sci. Soci. Amer. J.* 53(3): 757–762.
- [12] Duer J. 1988. Allelopatyczny wpływ niektórych gatunków chwastów na wzrost roślin zbożowych. *Pam. Puł.* 93: 85–99.
- [13] Grzesiuk S. 1967. Fizjologia nasion. PWRiL, Warszawa.
- [14] Guenzi W., McCalla T. 1966. Phenolic acid in oats, wheat, sorghum and corn residues and their phytotoxicity. *Agron. J.* 58: 303–304.
- [15] Harkot W., Lipińska H. 1996. Wpływ wydzielin korzeni siewek niektórych gatunków traw i koniczyn na kiełkowanie ich nasion. Mat. konf. nt. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Puławy K(10): 147–153.
- [16] Hegde R., Miller D. 1990. Allelopathy and autotoxicity in alfalfa: characterization and effects of preceding crops and residue incorporation. *Crop Sci.* 30(6): 1255–1259.
- [17] Hicks S., Wendt C., Gannaway J., Baker R. 1989. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence and yield. *Crop Sci.* 29(4): 1057–1061.
- [18] Ho K. 1991. Allelopathic activity and potential natural herbicide from sunflower (*Helianthus annuus* L.). Collage Laguna (fragmenty).
- [19] Jaskulski D. 1995. Reakcje zbóż na wpływy allelopatyczne roślin uprawnych i chwastów. Pr. doktorska, ATR Bydgoszcz (maszynopis).
- [20] Jaskulski D. 1996. Reakcje kiełkujących zbóż na wydzieliny ziarniaków zbóż w okresie kiełkowania. Mat. konf. nt. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Puławy K(10): 139–145.
- [21] Jurzysta M. 1970. Effect of saponins isolated from seeds of lucerne on germination and growth of cereal seedlings. *Zesz. Nauk. UMK Toruń, Zesz. 23, biol. XIII:* 253–256.
- [22] Kimber R. 1973. Phytotoxicity from plant residues. II. The effect of time of rotting of staw from some grasses and legumes on the growth of wheat seedlings. *Plant and Soil.* 38: 347–361.
- [23] Konnecke G. 1974. Zmianowanie. Tłumaczenie z niemieckiego. PWRiL, Warszawa.
- [24] Leather G. 1987. Weed control using allelopathic sunflowers and herbicide. *Plant and Soil.* 98(1): 17–23.

- [25] Liu D., Lovett J. 1990. Allelopathy in barley: potential for biological suppression of weeds. Preceding of an International Conference ...Rotorna (New Zealand): 85–92.
- [26] Lovett P., Potts W. 1987. Primary effects of allelochemicals of *Datura stramonium*. *Plant and Soil* **98**(1): 137–144.
- [27] Martin V., McCoy E., Dick W. 1990. Allelopathy of crop-residues influences corn seed germination and early growth. *Agron. J.* **82**(3): 555–560.
- [28] Mason-Sedun W., Jessop R., Lovett J. 1986. Differential phytotoxicity among species and cultivars of the genus *Brassica* to wheat. I. *Plant and Soil* **93**(1): 3–16.
- [29] Muller-Wilmes U., Zoschke M. 1980. Allelopathie-eine mögliche Ursache für Vertraglichkeitsbeziehungen der Kulturpflanzen? *Angew. Bot.* **54**: 109–123.
- [30] Oleszek W. 1987. Allelopathic effects of volatiles from some Cruciferae species on lettuce, barnyard grass and wheat growth. *Plant and Soil* **102**(2): 271–273.
- [31] Oleszek W. 1990. Saponiny korzeni lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.). Budowa chemiczna, aktywność biologiczna, oznaczenie. IUNG Puławy.
- [32] Oleszek W. 1995. Kwasy hydroksamowe żyta (*Secale cereale* L.) i ich aktywność allelopatyczna. *Fragm. Agron.* **3**: 9–20.
- [33] Oleszek W. 1996. Allelopatia — rys historyczny, definicje, nazewnictwo. Mat. konf. nt. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Puławy K(10): 5–15.
- [34] Oleszek W., Ascard J., Johansson H. 1994. Brassicae jako rośliny alternatywne umożliwiające kontrolę zachwaszczenia w rolnictwie zachowawczym. *Fragm. Agron.* **4**: 5–19.
- [35] Oleszek W., Jurzysta M. 1986a. Isolation, chemical characterization and biological activity of alfalfa (*Medicago media* Pers.) root saponins. *Acta Soc. Bot. Pol.* **55**(1): 23–33.
- [36] Oleszek W., Jurzysta M. 1986b. Isolation, chemical characterization and biological activity of red clover (*Trifolium pratense* L.) root saponins. *Acta Soc. Bot. Pol.* **55**(2): 247–252.
- [37] Oleszek W., Jurzysta M. 1987. The allelopathic potential of alfalfa root medicagenic acid glycosides and their fate in soil environments. *Plant and Soil* **98**(1): 67–80.
- [38] Piskorz B. 1996. Wpływ wyciągów i kiełkujących nasion chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* L.) P.B na początkowy wzrost kukurydzy. Mat. konf. nt. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Puławy K(10): 169–175.
- [39] Putnam A., Defrank J., Barnes J. 1983. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *J. Chem. Ecol.* **9**(8): 1001–1010.
- [40] Rice E. 1984. Allelopathy, 2-ed. Academic Press, New York.
- [41] Rizvi S., Mishra G., Rizvi V. 1989. Allelopathic effects of nicotine on maize. I. Its possible importance in crop rotation. *Plant and Soil* **116**(2): 289–291.
- [42] Rizvi S., Rizvi V., Mukerjee D. 1987. 1, 3, 7-Trimethylxanthine, an allelochemical from seeds of *Coffea arabica*: Some aspects of its mode of action as a natural herbicide. *Plant and Soil* **98**(1): 81–91.
- [43] Wayman-Simpson C., Waller G., Jurzysta M., McPherson J., Young C. 1991. Biological activity and chemical isolation of root saponins of six cultivars of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant and Soil* **135**(1): 83–94.
- [44] Weston L., Putnam A. 1985. Inhibition of growth, nodulation and nitrogen fixation of legumes by quackgrass. *Crop Sci.* **25**: 561–565.
- [45] Wójcik-Wojtkowiak D. 1980. Rozkładające się resztki poźniwe jako jedna z przyczyn zmęczenia gleb uprawnych. *Post. Nauk Roln.* **4/5**: 61–74.
- [46] Wójcik-Wojtkowiak D. 1991. Potencjał allelopatyczny produktów rozkładu żyta z różnych faz rozwojowych. Mat. V symp. płodozmianowego ART Olsztyn — VSZ Brno, cz. I: 63–68.
- [47] Wójcik-Wojtkowiak D., Politycka B., Schneider M., Perkowski J. 1990. Phenolic substances as allelopathic agents arising during the degradation of rye (*Secale cereale*) tissues. *Plant and Soil* **124**: 143–147.
- [48] Wójcik-Wojtkowiak D., Weyman-Kaczmarkowa W., Politycka B. 1996. Allelopatia w uprawach monokulturowych zbóż. Mat. konf. nt. Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Puławy K(10): 93–109.

## **Symptoms of allelopathic activities in agrophytocenoses**

---

### Summary

Numerous symptoms of allelopathic activities among the plants in agrophytocenoses taken from foreign and domestic literature as well as own studies are presented. Theoretical and practical aspects of allelopathy in field plant cultivation are shown. Main sources of allelopathic compounds in agrophytocenoses such as post-harvest residues, green manures, self-sowings, weeds, mulch, and straw are suggested. The results from last 10–15 years were used to review the more important allelopathic compounds. Examples of studies indicating existence of other unidentified biologically active substances are given. The need for further investigations is indicated.