

ROLA ROŚLIN ZIELARSKICH I BARWIELSKICH W EKOLOGICZNYM SYSTEMIE GOSPODAROWANIA

GRANT NR : NdS-II/SP/0226/2023/01

WARSZTAT NR 2

Współrzędna uprawa warzyw i roślin uprawnych z ziołami

PROWADZENIE: dr inż. Bernadetta Bienia & dr inż. Marta Pisarek

2.1. INFORMACJE WSTĘPNE

W przyrodzie, oddziaływanie jednych organizmów na inne, wynikające z przekształceń chemicznych środowiska życia jest zjawiskiem powszechnie obserwowanym. Hamowanie lub ograniczenie rozwoju lub pobudzanie jednych organizmów przez inne, obserwowane w funkcjonowaniu organizmów w warunkach naturalnych, spowodowało wprowadzenie do nauk biologicznych terminu „allelopatia”.

Allelopatia jest rodzajem konkurencji i przyczyną zmian w składzie gatunkowym biocenoz, siłą napędową sukcesji ekologicznej. Jest zjawiskiem o różnych interakcjach, zachodzącym wśród różnych organizmów. Najbardziej zauważalna i sprawdzona jest w środowisku roślin, które dzięki temu zjawisku nabyły zdolności ochrony przed atakami chwastów, patogenów grzybowych, owadów i nicieni. Jest ważnym mechanizmem ekologicznym, odgrywającym rolę w zbiorowiskach roślin uprawnych, roślinności naturalnej, roślinności inwazyjnej w różnych agroekosystemach.

Oddziaływania pomiędzy roślinami mogą wpływać także na ich wzrost i rozwój, warunkując tym samym efekty produkcji rolniczej lub ogrodniczej.

Kilkukrotne występowanie allelopatii może być mylone z efektami powodowanymi przez konkurencję występującą między roślinami. W przypadku konkurencji, rośliny zabiegają o wodę, światło, składniki odżywcze, wolną przestrzeń, niezbędne im do wzrostu i rozwoju. W sytuacji występowania allelopatii rośliny nie konkurują ze sobą, ale wprowadzają do środowiska związki, które powodują dla roślin różne następstwa.

Działanie bezpośrednie substancji allelopatycznych związane jest z bezpośrednią ingerencją w rozwój i metabolizm roślin. Powoduje zmiany na poziomie

komórkowym, w zakresie fotosyntezy, oddychania, syntezy białek, enzymów, DNA i RNA.

W przypadku gdy substancje allelopatyczne oddziałują w sposób pośredni na rośliny, powodują one zmiany we właściwościach gleby, jej stanie odżywienia, co skutkuje wpływem na mikroorganizmy, na kiełkowanie nasion, wzrost i ich rozwój, co utrudnia zajmowanie np. nowych terenów przez rośliny. Przyczynia się w ten sposób do występowania zjawiska zmęczenia gleby, co wymusza rotacyjny system uprawy roślin.

Allelopatia ma duże znaczenie w rolnictwie ekologicznym, gdzie stosowanie chemicznych herbicydów jest zbyt dużą ingerencją w agrocenozę, a ponadto wpływa na obniżenie jakości surowców rolnych. W takim przypadku stosowanie naturalnych, wytwarzanych przez rośliny związków chemicznych jako preparatów zwalczających chwasty wydaje się bardzo dobrym rozwiązaniem. Ponadto odpowiedni dobór roślin oddziałujących na siebie pozytywnie, szczególnie w pierwszych fazach wzrostu jest działaniem proekologicznym, gdyż może ograniczać stosowanie nawożenia mineralnego oraz chemicznych środków ochrony roślin.

2.2. ALLELOPATIA

Termin allelopatia wywodzi się z języka greckiego i stanowi połączenie słów *allelon* (wzajemny) i *pathos* (cierpieć, szkodzić). Allelopatia to bezpośrednie lub pośrednie oddziaływanie jednych roślin, również mikroorganizmów na inne rośliny za pośrednictwem substancji chemicznych wydzielanych do środowiska. Allelopatia to oddziaływanie bezpośrednie i pośrednie, które stymuluje lub hamuje wpływ rośliny jednej na drugą, wskutek wydzielania do środowiska różnych związków chemicznych organicznych i nieorganicznych. Natężenie właściwości allelopatycznych, uwarunkowane jest stanem rozwojowym roślin.

Pojęcie allelopatii wprowadził Molish w 1937 roku w celu określenia wzajemnych wpływów o charakterze biochemicznym – zarówno szkodliwych, jak i korzystnych – pomiędzy roślinami, włączając także mikroorganizmy. Podczas pierwszego Światowego Kongresu Allelopatii w 1996 roku sformułowano definicję tego pojęcia, określając je jako każdy proces, w którym zaangażowane są wtórne metabolity, wytwarzane przez rośliny, mikroorganizmy i grzyby, mające wpływ na wzrost i rozwój systemów biologicznych i rolniczych, wyłączając zwierzęta.

Wpływ jednej rośliny na rozwój innych obok niej sąsiadujących jest znany od starożytności. Demokryt w 370 r. p.n.e., opisał doświadczenie polegające na niszczeniu drzew przez traktowanie ich korzeni mieszaniną kwiatów łubinu (*Lupinus* L.) namoczonych w soku szaleju jadowitego (*Cicuta virosa*). Również Teofrast (285 r. p.n.e.), zauważył występowanie wzajemnych oddziaływań między roślinami. Stwierdził on, że „groch ptasi nie użyźnia gleby, ale ją wyczerpuje”. Zjawisko allelopatii opisywał także Pliniusz (1 r. n.e.), wskazując na oddziaływanie orzecha włoskiego (*Juglans nigra* i *Juglans regia*) na inne gatunki.

Wyróżniane są dwa typy allelopatii mające związek z charakterem wydzielanej substancji. Są to:

- allelopatia prawdziwa, oznaczająca uwalnianie do środowiska związków chemicznych, które są toksyczne bezpośrednio po ich wytworzeniu przez roślinę.
- allelopatia funkcjonalna występująca w sytuacji, gdy uwalniane do środowiska substancje stają się toksyczne dopiero po ich uprzednim przekształceniu przez mikroorganizmy.

Substancje allelopatyczne jako produkty metabolizmu roślin mogą występować w częściach nadziemnych, korzeniach, owocach. Mogą także występować w nasionach, w których są inhibitory zabezpieczające je przed gniciem, a jednocześnie determinują ich kiełkowanie i część bezwzględnego spoczynku. Ponadto mogą także kumulować się w glebie i w ten sposób oddziaływać na inne rośliny. Stężenie tych substancji jest różne u różnych gatunków. Różnią się one właściwościami, ilością, zmiennością w trakcie okresu wegetacji roślin. Na ogół zjawiska allelopatyczne nie są wywoływane przez jedną substancję chemiczną, lecz najczęściej zachodzą pod wpływem połączenia kilku związków, a także występowania dodatkowo stresu środowiskowego.

Allelopatyki są zróżnicowaną grupą związków organicznych. Mogą być gazami, np. cyjanowodór, związkami alifatycznymi oraz substancjami wielkocząsteczkowymi, np. taniny. Innymi przykładami substancji allelopatycznych są glikozydy cyjanogenne (amigdalina, prunazyna, duryna), które uwalniają bardzo toksyczny gaz – cyjanowodór, amoniak, terpeny (α -pinen, β -pinen, kamfen, kamfora, cyneol, dipenten), kwasy organiczne (szczawiowy, octowy, bursztynowy, mrówkowy, mlekowy, propionowy, masłowy, krotonowy), flawonoidy (kwercetyna, kempferol, myricetyna, florydzyjna), laktony (kwas parasorbowy, patulina), kwasowe związki fenolowe (kwas

chlorogenowy, izochlorogenowy, p-kumarowy, ferulowy, syringowy, dihydroksybenzoesowy, wanilinowy), taniny, chinony (juglon).

Ze względu na charakter oddziaływania allelopatin można podzielić na stymulatory bądź inhibitory. Związki stymulujące wzrost roślin mogą w wysokich stężeniach pełnić funkcję inhibitorów, jak również związki uważane za inhibitory w niskich stężeniach mogą powodować stymulację niektórych procesów.

W celu rozróżnienia związków allelopatycznych, w zależności od organizmu wydzielającego (donora) lub odbierającego (akceptora), wprowadzono terminy:

- koliny — gdy mamy do czynienia z oddziaływaniem roślin wyższych na rośliny wyższe,
- fitoncydy — gdy rośliny wyższe oddziałują na mikroorganizmy,
- marazminy — gdy mikroorganizmy oddziałują na rośliny wyższe,
- antybiotyki — gdy mikroorganizmy oddziałują na mikroorganizmy.

Wymienione związki allelopatyczne w różny sposób mogą dostawać się do środowiska. Mogą one występować jako olejki eteryczne - wówczas dostają się do środowiska w procesie ewaporacji. Pozwala to na absorbowanie związków przez tkanki okrywające sąsiednich roślin bezpośrednio z atmosfery lub z rosą. Substancje allelopatyczne mogą być wymywane przez wodę z opadów atmosferycznych, wodę irygacyjną lub rosę, wydzielane przez system korzeniowy roślin. Najważniejszym sposobem i źródłem substancji allelopatycznych jest rozkład martwych roślin. Podczas degradacji resztek roślinnych, następuje uwalnianie i wymywanie ich do gleby, w której wykazują aktywność biologiczną. Działanie tych substancji polega na pobudzaniu lub hamowaniu kiełkowania, wzrostu i rozwoju roślin żyjących obok lub będących roślinami następczymi.

Allelopatia pozwala na odpowiedni dobór roślin do uprawy współrzędnej, polegającej na uprawie różnych, odpowiednio dobranych do siebie gatunków np. warzyw na jednym zagonie. Już w starych wiejskich ogrodach gospodynie sadiły obok siebie warzywa, kwiaty i zioła, wiedząc, że będą one obok siebie dobrze rosły i dadzą obfite plony. Ponadto pomysł uprawy współrzędnej wziął się z obserwacji przyrody, w której żadna roślina nie występuje w „monopolu”.

Uprawa współrzędna skupia się na uprawie kilku gatunków roślin obok siebie (warzyw, owoców, ziół, roślin ozdobnych). Współrzędna uprawa roślin wpływa korzystnie na poszczególne gatunki sąsiadujące ze sobą poprzez część nadziemną i podziemną: stymuluje ich wzajemny wzrost i rozwój, ogranicza występowanie chorób

i szkodników, a przez to poprawia zdrowotność roślin, zwiększa ich plon, wpływa na jego jakość m.in. poprawiając smak i zapach.

Uprawa ta koncentruje się na oddziaływaniu chemicznym (allelopatia), fizycznym (typ i tempo wzrostu, rodzaj systemu korzeniowego, okres wegetacji i termin dojrzałości zbiorczej) oraz zapotrzebowaniu warzyw na składniki pokarmowe. Uprawa współrzędna jest jedną z naturalnych metod ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami, a jej ochrony aspekt wynika z tego, że w większych skupiskach trudniej znaleźć pojedyncze rośliny. Szkodniki odnajdują roślinę żywicielską kierując się jej zapachem, a konkretniej, kierując się substancjami chemicznymi przez nią wydzielanymi. Mieszające się zapachy i barwy roślin warzywnych, przyprawowych i ozdobnych mylą szkodniki, które kierują się głównie węchem i wzrokiem, utrudniając im odnalezienie rośliny żywicielskiej.

Aby uprawa współrzędna przynosiła pożądany efekt istotny jest podział ogrodu na zagony z poszczególnymi gatunkami roślin i latami uprawy. Ten rodzaj uprawy poleca się dla gospodarstw ekologicznych i w uprawach biodynamicznych. W uprawie współrzędnej gleba pokryta jest przez cały sezon, co sprzyja zachowaniu jej wilgotności, dobrej struktury i hamuje rozwój chwastów. Ponadto uprawa ta może przyczynić się do poprawy zdrowotności warzyw ze względu na utrudnioną penetrację szkodników i odstraszające działanie niektórych gatunków roślin. Do uprawy współrzędnej należy tak dobierać gatunki, aby konkurencja między nimi była jak najmniejsza. Rośliny powinny należeć do różnych rodzin botanicznych (m.in. ze względu na choroby i szkodniki), mieć różny system korzeniowy, aby nie konkurowały o wodę i składniki pokarmowe. Ponadto nie powinny ograniczać sobie dostępu do światła. Korzystnie na uprawę wpływa obecność dodatkowych roślin w uprawie głównej. Zapobiega to nadmiernemu nasłonecznieniu, zaskorupianiu, wypłukiwaniu składników pokarmowych, hamuje rozwój chwastów. Ważne jest także, by jeden gatunek był zbierany wcześniej, dając miejsce do rozrastania się sąsiedniemu. Dobrym przykładem jest uprawa współrzędna kapusty, kalarepy i sałaty. Te dwie ostatnie rośliny zbierane są wcześniej, a kapusta silnie się rozrasta po ich zbiorze.

Uprawy współrzędne dobrze sprawdzają się na małych powierzchniach, ze względu na konieczność maksymalnego wykorzystania areалу uprawy.

W uprawie współrzędnej istotna jest także znajomość wymagań pokarmowych roślin, które będą uprawiane.

Do roślin o dużym zapotrzebowaniu na składniki pokarmowe należą: warzywa kapustne, ogórek, ziemniak, por, seler, dynia. Wymagają one odpowiedniego przygotowania roli poprzez zastosowanie obornika, kompostu, a także nawożenia w trakcie wegetacji.

Rośliny o umiarkowanych wymaganiach pokarmowych to czosnek, cebula, marchew, burak ćwikłowy, koper, sałaty, kalarepa, papryka, melon, szpinak. Roślinom tym zapewnia składniki pokarmowe zastosowany kompost, a jako nawóz pogłówny – gnojówki roślinne.

Najmniejsze wymagania pokarmowe mają: fasola, groch, rośliny przyprawowe.

Optymalne wykorzystanie składników pokarmowych jest jedną z zalet uprawy współrzędnej, dzięki stosowaniu upraw mieszanych o różnych wymaganiach.

2.3. ALLELOPATIA DODATNIA

Allelopatia dodatnia polega na pozytywnym oddziaływaniu substancji wydzielanych przez rośliny. Substancje te mogą mieć właściwości grzybobójcze, bakteriobójcze, odstraszać szkodniki, hamujące rozwój patogenów, a więc wpływ jednych roślin na drugie może odbywać się różnokierunkowo.

Aromatyczne rośliny przyprawowe wpływają dodatnio na walory smakowe swoich sąsiadów, np. ziemniak uprawiany z kminkiem i kolendrą. Pozytywnie wpływają na siebie marchew i koper. Na smak rzodkiewek korzystnie wpływa bliskość rzeżuchy. Również sąsiedztwo bazylii i pomidora jest korzystne, ponieważ bazylia poprawia smak pomidorów. Rośliną, która korzystnie wpływa na inne gatunki jest czosnek, który silnym zapachem odstrasza wiele szkodników i hamuje rozwój chorób, zwłaszcza grzybowych (szara pleśń na truskawce). Dobrze wpływa na wzrost warzyw, z wyjątkiem fasoli, grochu i kapustnych (powoduje obniżenie plonu). Uprawa marchwi z cebulą i koprem ogrodowym pozwala na wykorzystanie właściwości chemicznych i fizycznych tych roślin. Zastosowanie cebuli w uprawie marchwi chroni ją przed połyśnicą marchwianką, jednocześnie marchew korzystnie działa na wzrost cebuli, ograniczając pojaw śmietki cebulanki. Ponadto korzystnie na uprawę marchwi (porażenie korzeni przez rolnice, drutowce, mszyce) wpływa uprawa z selerem, koprem i majerankiem. Seler naciowy chroni rośliny kapustne przed pchełkami i gąsienicami, natomiast szalwia, tymianek i mięta przed bielinkiem kapustnikiem. Nasturcja, cebula, cząber i rzeżucha ogrodowa chronią warzywa i drzewa owocowe przed mszycami i bawełnicą korówką. W uprawie kapusty stwierdzono korzystne

sąsiedztwo selera korzeniowego a także ściółkowanie koniczyną czerwoną. W tych obiektach liczba roślin zasiedlonych przez gąsienice z objawami ich żerowania była najmniejsza. W uprawie marchwi najmniej korzeni uszkodzonych przez wszystkie gatunki obserwowanych agrofagów (połyśnicę marchwiankę, rolnice, drutowce i mszyce) stwierdzono we współrzędnej uprawie marchwi z cebulą. Żerowanie drutowców najbardziej ograniczało sąsiedztwo cząbrku, cebuli i majeranku. Cebula i czosnek ograniczają rozwój pleśni i chorób bakteryjnych, a ich silny zapach odstrasza gryzonie. Na zmniejszenie liczby mrówek w ogrodzie korzystnie wpływa mięta, zaś bazylika odstrasza mączniaka rzekomego ogórków. Gąsienice odstrasza uprawa tymianku, szałwi, selera i pomidorów.

Przykłady roślin odstrasżających szkodniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Oddziaływanie odstrasżające roślin na szkodniki

Szkodnik	Rośliny odstrasżające oraz oddziałujące niekorzystnie na szkodniki
bielinek kapustnik	bylica piołun
drutowce	gorczyca białą gryka, sałata
mszyce	anyż, czosnek, kolendra, mięta pieprzowa, nasturcja, petunia, wrotycz
mączliki i miodówka	aksamitka, nasturcja, bylica piołun
rolnice	nostrzyk, czosnek, czarny bez, cesarska korona
myszy	mięta pieprzowa, gorczyca
nicienie	aksamitka, dalia ogrodowa, nagietek lekarski, cykoria
oprzędziki	wrotycz, bylica piołun
pachówka strąkóweczka	pomidor, gorczyca biała
pchełki	bylica piołun, kocimiętka właściwa, mięta pieprzowa, pomidor, wrotycz, sałata
pędraki	bylica piołun, cebula, pelargonia, petunia
połyśnica marchwianka	bylica piołun, kolendra, rozmaryn lekarski, szałwia, cebula, por
przędziorki	cebula, czosnek, szczypiorek

stonka ziemniaczana	chrzan, fasola, len
ślimaki	czosnek, begonia

Źródło: Kreuter M. L. Ogród w zgodzie z naturą. Praktyczny poradnik dla ogrodnika-ekologa, Wyd. Elipsa 1998; Legutowska H. Ochrona roślin, Wyd. działkowiec Sp. z o.o. 2016.

Na zdrowotność nasion fasoli najkorzystniej wpływa sąsiedztwo majeranku. Korzystnie na wzrost i plonowanie żyta wpływa chaber bławatek, rumianek, rzepak, łubin, cebula, truskawka. Korzenie pomidora wydzielają substancję, która korzystnie wpływa na wzrost selera. Ziemniaki dobrze jest uprawiać w sąsiedztwie fasoli, kapusty, chrzanu oraz sałaty. Pozytywny wpływ na rośliny wywierają także nagietki, nasturcje i aksamitki, które działają ochronnie, stymulują wzrost i rozwój roślin, ponadto są roślinami dekoracyjnymi w ogrodzie. Pomagają ograniczać szkodliwe nicienie, pchełki ziemne, mszyce. Aksamitki przyczyniają się do wzrostu plonowania pomidorów. Nasturcje najlepiej sadzić w pobliżu roślin zasiedlanych przez mszyce, a także pod jabłonią, które roślina chroni przed bawełnicą korówką. Silny zapach kwiatów tych roślin oraz ziół przyciąga wiele owadów pożytecznych, w tym drapieżne bzygi żerujące na mszycach. Lawenda dzięki silnemu zapachowi chroni drzewa i krzewy przed mszycami i mrówkami. Pietruszka i wrotycz odstrasza groźne szkodniki, w tym owocówkę jabłkowieczkę i owocówkę śliwkowieczkę. Warto je zatem sadzić pod drzewami owocowymi. Mięta zaś odstrasza bielinkę kapustnika, mrówki i mszyce. Ponadto posadzona na grządkach zakażonych kiłą kapusty niszczy bakterie będące sprawcami tej choroby. Rumianek i pokrzywa zwiększają odporność roślin, a mniszek lekarski przyspiesza kwitnienie i owocowanie. Bazylia sadzona w sąsiedztwie ogórka ogranicza występowanie mączniaka rzekomego, dobrze wpływa na wzrost pomidorów, a także odstrasza komary i muchy. Cząber ogrodowy wpływa na zmniejszenie liczebności mszyce burakowej i sprzyja wzrostowi fasoli. Mięta, tymianek i szalwia lekarska odstrasza bielinki i wpływają na delikatniejszy smak kapusty i marchwi, zaś zapach selera odstrasza szkodniki kapusty.

Na wschody, wzrost roślin i dorodność plonu marchwi wpływa cebula, nieznacznie słabiej fasola szparagowa.

Przykłady wzajemnego korzystnego i niekorzystnego oddziaływania roślin w uprawie współrzędnej przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wzajemny wpływ roślin w uprawie współrzędnej

Warzywo	Dobre sąsiedztwo (allelopatia dodatnia)	Złe sąsiedztwo (allelopatia ujemna)
Cebula	ogórek, burak ćwikłowy, pomidor, marchew, pietruszka, sałata, bazylia, koper	fasola, groch, kapusta, rzodkiewka
Por	ogórek, sałata, marchew, rzodkiewka, seler, pomidor, pietruszka	fasola, groch, burak ćwikłowy, bób, brokuł
Marchew	groch, czosnek, por, pomidor, rzodkiewka, sałata, cebula, koper	seler, burak ćwikłowy, ziemniak
Burak ćwikłowy	fasola, groch, ogórek, kapustne, sałata, czosnek	ziemniak, por, szpinak
Seler	fasola, groch, ogórek, kapustne, sałata, czosnek	marchew, ziemniak, sałata
Fasola	cząber, truskawka, ogórek, ziemniak, rośliny kapustne, sałata, seler, burak ćwikłowy, pomidor	groch, koper włoski, czosnek, por, cebula
Ogórek	fasola, groch, sałata, burak ćwikłowy, seler, szpinak, pietruszka, czosnek	ziemniak, pomidor, rzodkiewka, rzodkiew
Pomidor	fasola, sałata, por, seler, szpinak, cebula, czosnek, pietruszka, nasturcja, kukurydza	groch, ogórek, ziemniak, koper włoski, papryka
Rośliny kapustne	fasola, groch, ogórek, sałata, marchew, burak ćwikłowy, seler, szpinak, pomidor	czosnek, por, cebula
Czosnek	burak, marchew, pomidor	fasola, groch, warzywa kapustne
Groch	warzywa kapustne, burak, marchew, koper, sałata, seler,	warzywa cebulowe

	ogórek, rzodkiewka, mięta, cząber, kminek	
Pietruszka	cebula, fasola, groch, ogórek, pomidor	warzywa kapustne, sałata
Rzodkiewka	burak, groch, sałata, cebula, ogórek, pietruszka, fasola, szpinak	warzywa kapustne, pomidor
Koper ogrodowy	cebula, warzywa kapustne, sałata, ogórek, kukurydza, marchew, burak, fasola	koper włoski, kolendra, bylica, piołun

Źródło: Kreuter M. L. Ogród w zgodzie z naturą. Praktyczny poradnik dla ogrodnika-ekologa, Wyd. Elipsa 1998; Dyki, B., Sikora E. Warzywnik dla każdego, Wyd. Działkowiec 2023.

Zjawisko allelopatii można także zaobserwować we współżyciu roślin uprawnych i chwastów. Obserwuje się inhibicyjne działanie żyta, gryki i konopii na niektóre chwasty, zarówno typowe dla danej rośliny uprawnej oraz nie występujące w tych uprawach, jak chaber bławatek, gwiazdnica pospolita i gryka polna. W praktyce rolniczej, stosuje się jesienny wysiew żyta z przeznaczeniem na przyoranie wiosną. Pozwala to na obniżenie inwazji chwastów, m.in.: komosa biała, palusznik, rzeżucha czy proso.

Ze względu na mechanizm allelopatycznych oddziaływań, zjawisko to może mieć duże znaczenie w ochronie roślin. Substancje allelopatyczne działające w określony sposób na rośliny mogą zmieniać ich dyspozycję w stosunku do organizmów patogenicznych i szkodników.

2.4. ALLELOPATIA UJEMNA

W uprawie roślin, niektóre gatunki mogą wpływać niekorzystnie na inne, hamując ich rozwój, powodować większą podatność na choroby i szkodniki. Takich przykładów jest wiele. W przypadku allelopatii ujemnej istotna jest nie tylko uprawa roślin w bezpośrednim sąsiedztwie, ale także unikanie uprawy roślin po sobie.

Niekorzystne oddziaływanie roślin występuje w przypadku cebuli, czosnku, mieczyków na fasolę (cebula obniża plon fasoli). Sąsiedztwo dyni, kabaczka, ogórka, słonecznika, pomidora, komosy białej niekorzystnie wpływa na ziemniaka, fasoli i gorzycy na buraka, kopru na marchew, maku polnego na jęczmień i żyto, truskawki,

pomidora, fasoli na rośliny kapustne. Ziemniak niekorzystnie wpływa na uprawę roślin dyniowatych. Towarzystwo truskawek i pomidorów jest nieodpowiednie dla roślin kapustnych, a pomidory źle czują się w sąsiedztwie kopru i rzodkiewki. Na porażenie korzeni marchwi przez agrofagi wpływa uprawa współrzędna w sąsiedztwie nagietka, tymianku oraz bazylii. Ponadto sąsiedztwo buraka ćwikłowego i ziemniaka jest bardzo niekorzystne dla marchwi. Rośliny te najsilniej ograniczyły wschody, przyczyniły się do bardzo słabego wzrostu części nadziemnej i korzenia. Uprawa ziemniaka i aromatycznych ziół niekorzystnie wpływa na ogórki. Sztandarowym przykładem jest wpływ orzecha czarnego, który wydziela toksyny hamujące rozwój innych roślin w otoczeniu. Podobnie czarna porzeczka i bylica piołun, eliminują ze swego otoczenia inne rośliny lub nie dopuszczają do ich kiełkowania. Jaskier polny, pełnik czy tojad wydzielają substancje hamujące rozwój bakterii brodawkowych, więc nie powinny być sadzone w pobliżu grochu czy fasoli, a substancje wydzielane przez czosnek i cebulę są tak silne, że obniżają plon fasoli. Jaskier polny, pełnik czy tojad wydzielają substancje hamujące rozwój bakterii brodawkowych, więc nie powinny być sadzone w pobliżu grochu czy fasoli, a substancje wydzielane przez czosnek i cebulę są tak silne, że obniżają plon fasoli. Niekorzystnie oddziałują na uprawę fasoli i grochu mieczyki i tulipan, nawet rosnące w odległości metra.

Niekorzystnym sąsiedztwem roślin są:

- groch – fasola,
- sałata – pietruszka,
- koper włoski – pomidory,
- fasola karłowa – cebula,
- pomidory – groch,
- ziemniaki – słoneczniki,
- ziemniaki – pomidory,
- kapusta – gorczyca,
- kapusta – cebula,
- bazylia – majeranek.

Również chwasty mogą wpływać negatywnie na rośliny uprawne. Ich niepożądany wpływ nie ogranicza się tylko do konkurencji o wodę, składniki

pokarmowe, ale także jest potęgowany przez specyficzne oddziaływani allelopatyczne, hamujące wzrost rozwój roślin uprawnych.

Stosowanie allelopatin w naturalnych ekosystemach musi mieć charakter ściśle kontrolowany. Obserwuje się bowiem efekty niepożądane, takie jak ich nieselektywna aktywność, sprawiająca, że wydają one efekt toksyczny w stosunku do wielu roślin, w tym nie tylko chwastów. Ponadto synteza naturalnych herbicydów na skalę przemysłową jest bardzo kosztowna, a okres półtrwania tych związków w środowisku krótki. Stwierdzono również, że część allelopatin może wykazywać działanie toksyczne lub nawet rakotwórcze dla ludzi oraz wiele spośród znanych allelopatin jest silnymi alergenami wywołującymi choroby skóry, dermatozy.

Literatura

1. Bhowmik P.C., Inderjit J., 2003. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. „Crop Protection”, 22 (4), 661-671, DOI: 10.1016/S0261-2194(02)00242-9.
2. Corrêa D., Uber S. C. 2021. Allelopatia w rolnictwie. Działanie na rośliny warzywne, Wyd. Nasza Wiedza.
3. Dyki, B., Sikora E. 2023. Warzywnik dla każdego, Wyd. Działkowiec.
4. Ferreira A. G., Aquila M. E. A. 2000. Alelopatia uma area emergentne daecofisiologia . Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasilia, Vol. 12 (1), 175-204.
5. Gniazdowska A. 2008. Czy oddziaływania allelopatyczne to „nowa broń” roślin inwazyjnych? Kontrowersje wokół badań dotyczących decydującej roli katechiny w inwazji *Centaurea maculosa*, Kosmos, 57(1–2), 39–40.
6. Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia — Nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami, Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 53 (2), 207-2017
7. Gniewek A., Błażej J. 2013. Oddziaływanie wybranych roślin na wschody i niektóre cechy morfologiczne marchwi zwyczajnej (*Daucus carota*), Acta Carpathica 7, Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, 21-25.
8. <https://poradnikogrodniczy.pl/allelopatia-w-ogrodzie-tabela-i-przyklady.php>
9. Inderjit D., Stephen O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy, Planta, 217 (4), s. 529- 539, DOI: 10.1007/s00425-003-1054-z. PMID: 12811559

10. Kaniszewski S. 2018. Warzywa w uprawie ekologicznej, Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice.
11. Kibler M. 2010. Uprawa warzyw metodami ekologicznymi na różnych typach ściółek, CDR w Brwinowie, Oddział w Radomiu, Radom.
12. Kreuter M. L. Ogród w zgodzie z naturą. Praktyczny poradnik dla ogrodnika-ekologa, Wyd. Elipsa 1998.
13. Kuc N. 2018. Wpływ juglonu ekstrahowanego z liści orzecha włoskiego (*Juglans regia* L.) na rozwój siewek rzodkiewki (*Raphanus sativus* var. *sativus*), *Acta Juvenum* vol. 3, 39-45.
14. Legutowska H. 2016. Ochrona roślin, Wyd. Działkowiec Sp. z o.o.
15. Oleszek W. 1996. Allelopatia – rys historyczny, definicja, nazewnictwo. [w:] Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Materiały Konferencyjne IUNG, Puławy, 5–15.
16. Oliveira I., Sousa A., Ferreira I.C.F.R., Bento A., Estevinho L., Pereira J.A. 2008. Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husky. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2326-2331.
17. Pisarek M., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Krochmal-Marczak B. 2012. Allelopatyczne oddziaływanie nasion cebuli na proces kiełkowania wybranych gatunków warzyw [w:] Współczesne dylematy polskiego rolnictwa, cz. II, red. K. Zarzecka, S. Kondracki, J. Skrzyczyńska, PWS w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska, 281-288.
18. Szafirowska A., Kołosowski S. 2008. Wykorzystanie allelopatycznych właściwości roślin w uprawie warzyw. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 1, 117-122.
19. Szczęśna J. 2020. Dobre sąsiedztwo roślin – praktyczne porady, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie.
20. Szymona J., Studzińska B. 1994. ABC rolnictwa ekologicznego, Agencja Reklamowo-Wydawnicza „EMES”, Kielce.
21. Vyvyan J. R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron* 58, 1631–1646.
22. Wierzbicka B., Majkowska-Gadomska J. 2012. The effect of biological control of the carrot Ely (*Psila rosea*) on the yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) storage roots. *Acta. Sci. Pol. Hortorum Cultus* 11(2), 29–39
23. <https://poradnikogrodniczy.pl/allelopatia-w-ogrodzie-tabela-i-przyklady.php> (data dostępu: 30.01.2024)

THE ROLE OF HERBS AND DYE HERBS IN AN ORGANIC FARMING SYSTEM

GRANT NO: NdS-II/SP/0226/2023/01

WORKSHOP 2

Intercropping of Vegetables and Crops with Herbs

Marta Pisarek, Ph.D. & Bernadeta Bienia, Ph.D.

2.1. INTRODUCTORY INFORMATION

In nature, the interaction of one organism with another, resulting from chemical transformations of the living environment, is a commonly observed phenomenon. The inhibition or restriction of the development or stimulation of one organism by another, observed in the functioning of organisms under natural conditions, led to the introduction of the term 'allelopathy' into the biological sciences.

Allelopathy is a type of competition and a cause of changes in the species composition of biocenoses, a driving force of ecological succession. It is a phenomenon with different interactions, occurring among various organisms. It is most noticeable and proven in the environment of plants, which, thanks to this phenomenon, have acquired the ability to protect themselves against attacks by weeds, fungal pathogens, insects and nematodes. It is an important ecological mechanism that plays a role in crop communities, natural vegetation, and invasive vegetation in various agroecosystems. Interactions between plants can also affect their growth and development, thus conditioning the effects of agricultural or horticultural production.

The multiple occurrence of allelopathy can be confused with effects caused by competition occurring between plants. In the case of competition, plants compete for water, light, nutrients, free space, necessary for their growth and development. In an allelopathy situation, plants do not compete with each other, but introduce compounds into the environment that cause different consequences for plants.

The direct effect of allelopathic substances is related to direct interference in plant development and metabolism. It causes changes at the cellular level, in photosynthesis, respiration, synthesis of proteins, enzymes, DNA and RNA.

Allelopathy is of great importance in organic farming, where the use of chemical herbicides is too much of an intrusion into the agrocenosis and furthermore reduces the quality of agricultural raw materials. In this case, the use of natural, plant-produced chemical compounds as weed control preparations seems to be a very effective solution. In addition, an appropriate selection of plants interacting positively with each other, especially in the first growth phases, is an ecological measure, as it can reduce the use of mineral fertilisation and chemical plant protection products.

2.2. ALLELOPATHY

The term allelopathy is derived from Greek and is a combination of the words allelon (mutual) and pathos (to suffer, to harm). Allelopathy is the direct or indirect effect of one plant, also microorganisms, on other plants via chemicals released into the environment. Allelopathy is the direct and indirect interaction that stimulates or inhibits the effect of one plant on another, due to the release of various organic and inorganic chemical compounds into the environment. The intensity of allelopathic properties, is determined by the developmental state of the plants.

The concept of allelopathy was introduced by Molish in 1937 to describe interactions of a biochemical nature - both harmful and beneficial - between plants, including microorganisms. At the first World Congress on Allelopathy in 1996, a definition of the concept was formulated, defining it as any process involving secondary metabolites, produced by plants, microorganisms and fungi, affecting the growth and development of biological and agricultural systems, excluding animals.

The effect of one plant on the growth of others next to it has been known since antiquity. Democritus, in 370 BC, described the experiment of destroying trees by treating their roots with a mixture of yellow lupin (*Lupinus L.*) flowers soaked in the sap of the cowbane (*Cicuta virosa*). Theophrastus (285 BC), too, noted the occurrence of interactions between plants. He stated that 'bird peas do not fertilise

the soil, but exhaust it'. The phenomenon of allelopathy was also described by Pliny (1 AD), who pointed out the effect of walnut (*Juglans nigra* and *Juglans regia*) on other species.

There are two types of allelopathy having to do with the nature of the secreted substance. These are:

- True allelopathy, meaning the release of chemical compounds into the environment that are toxic immediately after they are produced by the plant.
- Functional allelopathy, which occurs when substances released into the environment become toxic only after they have been transformed by microorganisms.

Allelopathic substances, as products of plant metabolism, can be found in aboveground parts, roots, fruits. They can also be present in seeds, where they are inhibitors that protect them from rotting and, at the same time, determine their germination and part of their absolute dormancy. In addition, they can also accumulate in the soil and thus affect other plants. The concentration of these substances varies between species. They vary in their properties, quantity, and variability during the growing season of plants. In general, allelopathic phenomena are not caused by a single chemical substance, but usually occur under the influence of a combination of several compounds, as well as the occurrence of additional environmental stress.

Allelopathics are a diverse group of organic compounds. They can be gases, e.g. hydrogen cyanide, aliphatic compounds and macromolecular substances, e.g. tannins. Other examples of allelopathic substances are cyanogenic glycosides (amigdaline, prunazina, durin), which release the highly toxic gas hydrogen cyanide, ammonia, terpenes (α -pinene, β -pinene, camphene, camphor, cineole, dipentene), organic acids (oxalic, acetic, succinic, formic, lactic, propionic, butyric, crotonic), flavonoids (quercetin, kaempferol, myricetin, phloridzin), lactones (parasorbic acid, patulin), acidic phenolic compounds (chlorogenic acid, isochlorogenic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, syringic acid, dihydroxybenzoic acid, vanillic acid), tannins, quinones (juglone).

Due to the nature of their effects, allelopathins can be divided into stimulators or inhibitors. Compounds that stimulate plant growth can act as inhibitors in high concentrations, as well as compounds considered as inhibitors in low concentrations can stimulate certain processes. In order to distinguish allelopathic compounds, depending on the secreting (donor) or receiving (acceptor) organism, the following terminology has been introduced:

- Colines - where there is an interaction between higher plants and higher plants;
- Phytoncides - when taller plants interact with micro-organisms;
- Marasmina - when microorganisms interact with taller plants;
- Antibiotics - when micro-organisms interact with micro-organisms.

These allelopathic compounds can enter the environment in different ways. They can occur as essential oils, in which case they enter the environment by evaporation. This allows the compounds to be absorbed by the covering tissues of neighbouring plants directly from the atmosphere or with dew. Allelopathic substances can be leached by precipitation water, irrigation water or dew, secreted by the root system of plants.

The most important way and source of allelopathic substances is the decomposition of dead plants. During the degradation of plant remains, they are released and leached into the soil, where they show biological activity. The action of these substances is to stimulate or inhibit the germination, growth and development of plants living alongside or as successor plants.

Allelopathy enables the proper selection of plants for intercropping, which involves growing different, appropriately matched species of, for example, vegetables in the same bed. Already in the old country gardens, housewives planted vegetables, flowers and herbs next to each other, knowing that they would grow well together and produce an abundant harvest. In addition, the idea of intercropping came from observing nature, in which no plant has a 'monopoly'.

Intercropping focuses on growing several plant species side by side (vegetables, fruit, herbs, ornamentals). Intercropping has a positive effect on neighbouring species through the above- and below-ground parts: it stimulates their

mutual growth and development, reduces the incidence of diseases and pests and thus improves the health of the plants, increases their yield, and influences its quality by, among other things, improving its taste and smell.

This cultivation focuses on the chemical (allelopathy), physical (type and rate of growth, type of root system, growing season and date of harvest maturity) and nutrient requirements of the vegetable. Intercropping is one of the natural methods of protecting plants from diseases and pests, and its protective aspect is due to the fact that in larger clusters it is more difficult to find individual plants. Pests find the host plant by its smell and, more specifically, by the chemicals it secretes. The mixed scents and colours of vegetable, spice and ornamental plants confuse pests, which are mainly guided by smell and sight, making it difficult for them to find the host plant.

To ensure that intercropping has the desired effect, it is important to divide the garden into beds with individual plant species and crop years. This type of cultivation is recommended for organic and biodynamic farms. In intercropping, the soil is covered throughout the season, which promotes moisture retention, good soil structure and inhibits weed growth. In addition, intercropping can improve the health of vegetables because of the impeded penetration of pests and the deterrent effect of certain plant species. For intercropping, species should be selected so that there is as little competition between them as possible.

Plants should belong to different botanical families (for reasons such as diseases and pests), have different root systems so that they do not compete for water and nutrients. In addition, they should not restrict their access to light. Cultivation is positively influenced by the presence of additional plants in the main crop. This prevents over-fertilisation of the soil, over-fertilisation, leaching of nutrients, and inhibits the growth of weeds. It is also important that one species is harvested earlier, giving space for the neighbouring one to grow. A good example is the intercropping of cabbage, kohlrabi and lettuce. The latter two plants are harvested earlier and the cabbage grows strongly after they are harvested.

Intercropping works well on small areas because of the need to maximise the use of the cultivated area. In intercropping, it is also important to know the nutritional requirements of the plants to be grown. Plants with high nutrient requirements include cabbage family vegetables, cucumber, potato, leek, celery and pumpkin. They

require adequate soil preparation through the application of manure, compost and also fertilisation during the growing season.

Plants with moderate nutrient requirements are garlic, onions, carrots, beetroot, dill, lettuces, kohlrabi, peppers, melon, spinach. These plants are provided with nutrients by applied compost and, as a post-harvest fertiliser, by plant manures. Beans, peas and spice plants have the lowest nutrient requirements. Optimal nutrient use is one of the advantages of intercropping, by using mixed crops with different requirements.

2.3. POSITIVE ALLELOPATHY

Positive allelopathy involves the positive effects of substances secreted by plants. These substances can have fungicidal, bactericidal, pest repellent, pathogen inhibitory properties, so the effect of one plant on another can be multidirectional.

Aromatic spice plants positively influence the taste qualities of their neighbours, e.g. potato grown with cumin and coriander. Carrots and dill positively influence each other. The taste of radishes is positively influenced by their proximity to cress. The proximity of basil and tomato is also beneficial, as basil improves the taste of tomatoes. A plant that has a beneficial effect on other species is garlic, which, with its strong smell, repels many pests and inhibits the development of diseases, especially fungal diseases (grey mould on strawberries). It has a good effect on the growth of vegetables, with the exception of beans, peas and brassicas (causes a reduction in yield). Growing carrots with onions and dill allows the chemical and physical properties of these plants to be exploited.

The use of onions in carrot cultivation protects carrots from the carrot fly, while carrots also have a beneficial effect on the growth of onions, limiting the appearance of the onion fly. In addition, the cultivation of carrots (root infestation by leafminers, wireworms, aphids) is favourably affected by cultivation with celery, dill and marjoram. Celery protects cabbage plants from flea beetles and caterpillars, while sage, thyme and mint protect them from the cabbage butterfly. Nasturtium, onion, savory and garden cress protect vegetables and fruit trees against aphids and woolly aphid.

In cabbage cultivation, a beneficial neighbourhood of root celery and also mulching with red clover was observed. In these objects, the number of plants infested by caterpillars with symptoms of their feeding was the lowest. In carrot cultivation, the lowest number of roots damaged by all species of observed agrophages (carrot fly, leafminers, wireworms and aphids) was found in intercropping of carrots with onions. Wireworm infestation was most limited by the proximity of savory, onion and marjoram. Onions and garlic reduce the development of mould and bacterial diseases, and their strong smell repels rodents. Mint has a beneficial effect on reducing the number of ants in the garden, while basil deters cucumber powdery mildew. Caterpillars are deterred by growing thyme, sage, celery and tomatoes. Examples of pest repellent plants are shown in Table 1.

Table 1. Repellent effect of plants on pests

Pests	Plants that repel and adversely affect pests
cabbage butterfly	common wormwood,
wireworms	white mustard, buckwheat, lettuce
aphids	aniseed, garlic, coriander, peppermint, nasturtium, petunia, tansy
whiteflies and honeycombs	velvetleaf, nasturtium, common wormwood,
clethrionomys	melilot, garlic, elderflower, crown imperial
mice	peppermint, mustard
nematodes	velvetleaf, garden dahlia, marigold, chicory
weevils	tansy, common wormwood,
pea moth	tomato, white mustard
flea beetle	common wormwood, catnip, peppermint, tomato, tansy, lettuce
scarab beetles	common wormwood, onion, geranium, petunia
carrot fly	common wormwood, coriander, rosemary, sage, onion, leek
spider mites	onion, garlic, chives
colorado potato	horseradish, beans, flax

beetle	
snails	garlic, begonia

Source: Kreuter M. L. Ogród w zgodzie z naturą. Praktyczny poradnik dla ogrodnika-ekologa, Wyd. Elipsa 1998; Legutowska H. Ochrona roślin, Wyd. działkowiec Sp. z o.o. 2016.

The healthiness of bean seeds is most favourably affected by the proximity of marjoram. The growth and yield of rye is favourably affected by cornflower, camomile, rape, lupine, onion, strawberry. Tomato roots secrete a substance that is beneficial to celery growth. Potatoes are good to grow in the vicinity of beans, cabbage, horseradish and lettuce. Marigolds, nasturtiums and velvetleaves also have a positive effect on plants; they have a protective effect, stimulate plant growth and development, and are additionally decorative plants in the garden. They help to reduce harmful nematodes, flea beetle and aphids.

Velvetleaves contribute to tomato yields. Nasturtiums are best planted near plants colonised by aphids, and also under apple trees, which the plant protects from woolly aphid. The strong scent of the flowers of these plants and herbs attracts many beneficial insects, including predatory hoverflies that feed on aphids. Lavender protects trees and shrubs from aphids and ants thanks to its strong fragrance. Parsley and tansy repel dangerous pests, including the apple fruit fly and plum fruit fly. It is therefore worth planting them under fruit trees.

Mint, on the other hand, repels cabbage butterfly, ants and aphids. In addition, when planted in beds infected with phytophthora, it destroys the bacteria that cause the disease. Chamomile and nettle increase the resistance of the plants, while dandelion accelerates flowering and fruiting.

Basil planted in the vicinity of cucumber reduces the occurrence of powdery mildew, has a good effect on tomato growth and also repels mosquitoes and flies. Savory reduces beet aphid and promotes bean growth. Mint, thyme and sage repel cabbage butterflies and affect the milder taste of cabbage and carrots, while the smell of celery repels cabbage pests. The emergence, plant growth and yield fertility of carrots is affected by onions, slightly less so by green beans.

Examples of mutually beneficial and detrimental plant interactions in intercropping are shown in Table 2.

Table 2. Mutual influence of plants in intercropping

Vegetable	Positive allelopathy	Negative allelopathy
Onion	cucumber, beetroot, tomato, carrot, parsley, lettuce, basil, dill	beans, peas, cabbage, radishes
Leek	cucumber, lettuce, carrot, radish, celery, tomato, parsley	beans, peas, beetroot, broad bean, broccoli
Carrot	peas, garlic, leek, tomato, radish, lettuce, onion, dill	celery, beetroot, potato
Beetroot	beans, peas, cucumber, brassicas, lettuce, garlic	potato, leek, spinach
Celery	beans, peas, cucumber, brassicas lettuce, garlic	carrot, potato, lettuce
Beans	savory, strawberry, cucumber, potato, brassicas, lettuce, celery, beetroot, tomato	peas, fennel, garlic, leek, onion
Cucumber	beans, peas, lettuce, beetroot, celery, spinach, parsley, garlic	potato, tomato, radish
Tomato	beans, lettuce, leek, celery, spinach, onion, garlic, parsley, nasturtium, corn	peas, cucumber, potato, fennel, pepper
Brassica plants	beans, peas, cucumber, lettuce, carrots, beetroot, celery, spinach, tomato	garlic, leek, onion
Garlic	beetroot, carrot, tomato	beans, peas, brassica vegetables
Peas	brassica vegetables, beetroot, carrot, dill, lettuce, celery, cucumber, radish, mint, savory, caraway	onion vegetables
Parsley	onion, bean, pea, cucumber,	brassica vegetables, lettuce

	tomato	
Radish	beetroot, peas, lettuce, onion, cucumber, parsley, beans, spinach	brassica vegetables, tomato
Garden dill	onions, brassica vegetables, lettuce, cucumber, corn, carrots, beetroot, beans	fennel, coriander, common wormwood

Source: Kreuter M. L. Ogród w zgodzie z naturą. Praktyczny poradnik dla ogrodnika-ekologa, Wyd. Elipsa 1998; Dyki, B., Sikora E. Warzywnik dla każdego, Wyd. Działkowiec 2023.

The phenomenon of allelopathy can also be observed in the coexistence of crops and hemp weeds. Inhibitory effects of rye, buckwheat and hemp on certain weeds, both typical of the crop and not present in these crops, such as cornflower, common starflower and field buckwheat, are observed. In agricultural practice, an autumn sowing of rye for ploughing in spring is used. This reduces the invasion of weeds such as goosefoot, digitaria, bittercresses and panicgrass.

Due to the mechanism of allelopathic interactions, this phenomenon can be of great importance in plant protection. Allelopathic substances acting in a specific way on plants can alter their disposition towards pathogenic organisms and pests.

2.4. NEGATIVE ALLELOPATHY

In plant cultivation, some species can adversely affect others, inhibiting their growth, making them more susceptible to diseases and pests. There are many such examples. In the case of negative allelopathy, it is important not only to grow plants in close proximity, but also to avoid growing plants in succession. Adverse plant interactions occur with onions, garlic, gladiolus on beans (onions reduce bean yield). The neighbourhood of pumpkin, zucchini, cucumber, sunflower, tomato, goosefoot adversely affects potato, beans and mustard on beetroot, dill on carrots, field poppy on barley and rye, strawberry, tomato, beans on brassica plants.

Potato negatively affects cucurbit plants. The company of strawberries and tomatoes is unsuitable for brassica plants, and tomatoes feel poorly in the vicinity of

dill and radish. The infestation of carrot roots by agrophages is influenced by intercropping in the vicinity of marigolds, thyme and basil. In addition, the vicinity of beetroot and potato is very unfavourable for carrots. These plants reduced emergence most severely and contributed to very poor growth of the aboveground part and the root.

The cultivation of potato and aromatic herbs negatively affects cucumbers. A flagship example is the effect of black walnut, which secretes toxins that inhibit the growth of other plants in the surroundings. Similarly, blackcurrant and common wormwood, eliminate other plants from their surroundings or prevent them from germinating.

Field buttercups, globeflower or wolfsbane secrete substances that inhibit the growth of papillary bacteria, so they should not be planted near peas or beans, and the substances secreted by garlic and onions are so strong that they reduce the yield of beans. The bean and pea crop is adversely affected by gladioli and tulip, even when growing a metre apart.

Disadvantageous plant neighbours are:

- peas - beans
- lettuce - parsley
- fennel - tomatoes
- dwarf beans - onions
- tomatoes - peas
- potatoes - sunflowers
- potatoes - tomatoes
- cabbage - mustard
- cabbage - onion
- basil - marjoram

Weeds can also have a negative impact on crops. Their undesirable influence is not only limited to competition for water, nutrients, but is also compounded by specific allelopathic effects, inhibiting the growth of crop plants. The use of allelopathins in natural ecosystems must be strictly controlled. This is because undesirable effects

have been observed, such as their non-selective activity, making them produce toxic effects on many plants, not just weeds.

Furthermore, the synthesis of natural herbicides on an industrial scale is very expensive and the half-life of these compounds in the environment is short. It has also been found that some allelopathins can have a toxic or even carcinogenic effect on humans and many of the known allelopathins are potent allergens causing skin diseases, dermatoses.

BIBLIOGRAPHY

1. Bhowmik P.C., Inderjit J., 2003. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. „Crop Protection”, 22 (4), 661-671, DOI: 10.1016/S0261-2194(02)00242-9.
2. Corrêa D., Uber S. C. 2021. Allelopatia w rolnictwie. Działanie na rośliny warzywne, Wyd. Nasza Wiedza.
3. Dyki, B., Sikora E. 2023. Warzywnik dla każdego, Wyd. Działkowiec.
4. Ferreira A. G., Aquila M. E. A. 2000. Alelopatia uma area emergentne daecofisiologia . Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Brasilia, Vol. 12 (1), 175-204.
5. Gniazdowska A. 2008. Czy oddziaływania allelopatyczne to „nowa broń” roślin inwazyjnych? Kontrowersje wokół badań dotyczących decydującej roli katechiny w inwazji *Centaurea maculosa*, Kosmos, 57(1–2), 39–40.
6. Gniazdowska A., Oracz K., Bogatek R. 2004. Allelopatia — Nowe interpretacje oddziaływań pomiędzy roślinami, Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 53 (2), 207-2017
7. Gniewek A., Błażej J. 2013. Oddziaływanie wybranych roślin na wschody i niektóre cechy morfologiczne marchwi zwyczajnej (*Daucus carota*), Acta Carpathica 7, Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, 21-25.
8. <https://poradnikogrodniczy.pl/allelopatia-w-ogrodzie-tabela-i-przyklady.php>
9. Inderjit D., Stephen O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy, Planta, 217 (4), s. 529- 539, DOI: 10.1007/s00425-003-1054-z. PMID: 12811559
10. Kaniszewski S. 2018. Warzywa w uprawie ekologicznej, Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice.

11. Kibler M. 2010. Uprawa warzyw metodami ekologicznymi na różnych typach ściółek, CDR w Brwinowie, Oddział w Radomiu, Radom.
12. Kreuter M. L. Ogród w zgodzie z naturą. Praktyczny poradnik dla ogrodnika-ekologa, Wyd. Elipsa 1998.
13. Kuc N. 2018. Wpływ juglonu ekstrahowanego z liści orzecha włoskiego (*Juglans regia* L.) na rozwój siewek rzodkiewki (*Raphanus sativus* var. *sativus*), *Acta Juvenum* vol. 3, 39-45.
14. Legutowska H. 2016. Ochrona roślin, Wyd. Działkowiec Sp. z o.o.
15. Oleszek W. 1996. Allelopatia – rys historyczny, definicja, nazewnictwo. [w:] Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii. Materiały Konferencyjne IUNG, Puławy, 5–15.
16. Oliveira I., Sousa A., Ferreira I.C.F.R., Bento A., Estevinho L., Pereira J.A. 2008. Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husky. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2326-2331.
17. Pisarek M., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Krochmal-Marczak B. 2012. Allelopatyczne oddziaływanie nasion cebuli na proces kiełkowania wybranych gatunków warzyw [w:] Współczesne dylematy polskiego rolnictwa, cz. II, red. K. Zarzecka, S. Kondracki, J. Skrzyczyńska, PWS w Białej Podlaskiej, Biała Podlaska, 281-288.
18. Szafirowska A., Kołosowski S. 2008. Wykorzystanie allelopatycznych właściwości roślin w uprawie warzyw. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, nr 1, 117-122.
19. Szczesna J. 2020. Dobre sąsiedztwo roślin – praktyczne porady, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie.
20. Szymona J., Studzińska B. 1994. ABC rolnictwa ekologicznego, Agencja Reklamowo-Wydawnicza „EMES”, Kielce.
21. Vyvyan J. R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron* 58, 1631–1646.
22. Wierzbicka B., Majkowska-Gadomska J. 2012. The effect of biological control of the carrot Ely (*Psila rosea*) on the yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) storage roots. *Acta. Sci. Pol. Hortorum Cultus* 11(2), 29–39
23. <https://poradnikogrodniczy.pl/allelopatia-w-ogrodzie-tabela-i-przyklady.php> (access date: 30.01.2024)

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa II” nr projektu NdS-II/SP/0226/2023/01 kwota dofinansowania 446 362,06 zł całkowita wartość projektu 446 362,06 zł.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego
