



Allelochemia marchwi (*Daucus carota* L.)

Izabela Jasicka-Misiak, Jacek Lipok

Zakład Chemii Ekologicznej, Instytut Chemii
Uniwersytet Opolski, Opole

Allelochemistry of carrot (*Daucus carota* L.)

Summary

Any different strategies used by higher plants to win the life competition, always involve chemical interactions between organisms. Allelochemicals are standard chemical weapons not only in the case of toxic plants; they are also present in common vegetables such as carrot. Numerous chemical compounds synthesised in carrot tissues, such as asarones, chlorogenic acid, *trans*-2-nonenal, and sesquiterpenes show allelopathic activity.

Asarones are synthesised in carrot leaves and stems in varying quantity during the growth season. There are known examples of nemathocidal and herbicidal activity of these compounds. These phenylpropanoids also have a moderate influence on the insects behaviour. The results of *in vitro* studies showed fungicidal activity of asarones against several species of phytopathogenic fungi. Chlorogenic acid and *trans*-2-nonenal isolated from carrot roots show insecticidal activity against carrot fly (*Psila rosae* Fabr.) larvae. Carrot seed oil and its main sesquiterpen components as carotol, caryophyllen and caryophyllen oxide, exhibited herbicidal or fungicidal activity.

Key words:

carrot, *Daucus carota* L., allelopathy, allelochemicals.

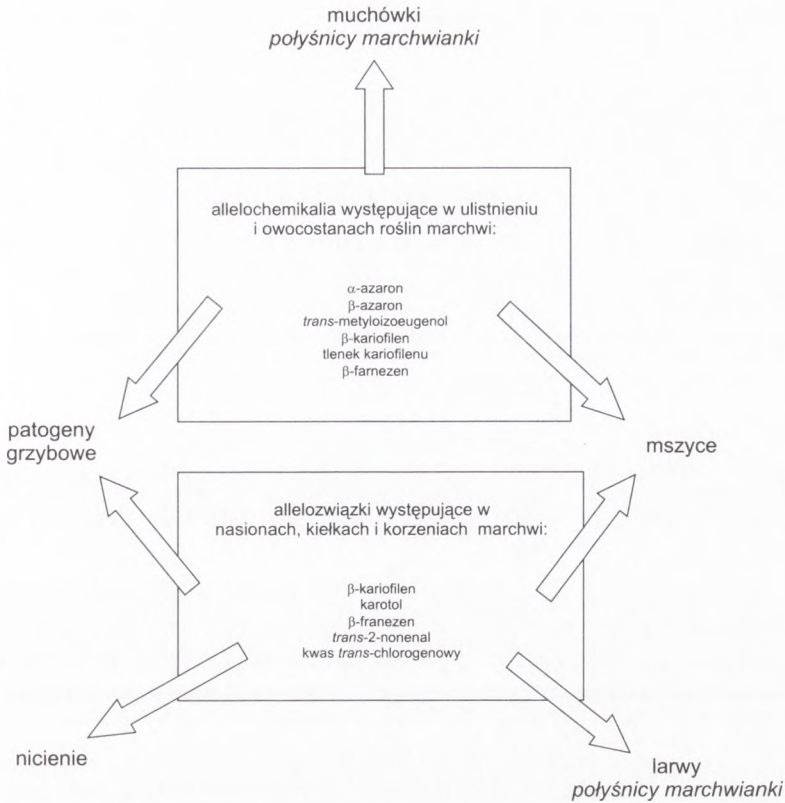
Adres do korespondencji

Izabela Jasicka-Misiak,
Zakład Chemii
Ekologicznej,
Instytut Chemii,
Uniwersytet Opolski,
ul. Oleska 48,
45-052 Opole.

biotechnologia

3 (50) 100–105 2000

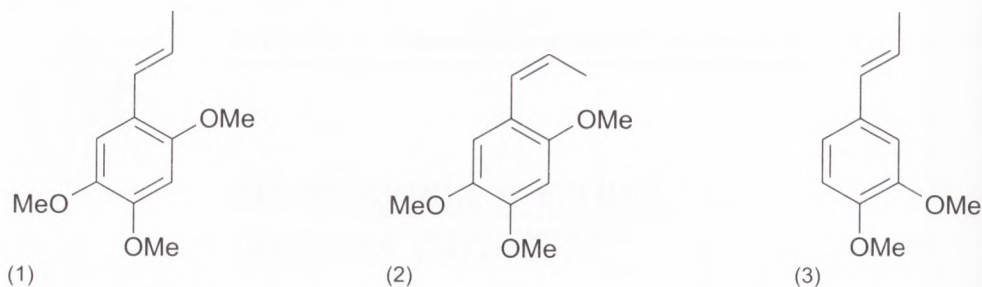
Rośliny wyższe, wykształciły w procesach adaptacyjnych różne sposoby konkurowania o dostępne zasoby środowiska. Dotyczy to zjawisk obserwowanych zarówno wewnątrz populacji, pomiędzy różnymi gatunkami roślin oraz w sytuacjach kiedy rośliny bronią się przed fitofagami i fitopatogenami. We wszystkich wymienionych przypadkach, interakcje roślin z różnymi organiz-



Rys. 1. Aktywność allelopatyczna substancji występujących w różnych częściach roślin marchwi.

mami mają charakter chemiczny, a substancje, które rośliny wykorzystują, to najczęściej niskocząsteczkowe metabolity wtórne o relatywnie prostej budowie, nazywane allelochemikaliami (1). Warto zwrócić uwagę, że tego typu substancjami dysponują nie tylko rośliny o uznanych właściwości toksycznych, ale także i te, które stały się synonimem zdrowego żywienia oraz podstawowym składnikiem zalecanych diet, jak na przykład marchew.

Marchew jadalna (*Daucus carota* L.) jest jednym z najbardziej popularnych warzyw korzeniowych w naszej strefie klimatycznej. Należy ona do rodziny roślin baldaszkowatych (*Umbelliferae*), których charakterystyczną cechą jest wydzielanie aromatycznych olejków eterycznych przez korzenie, łodygi, liście i owocostany (2). W mieszaninie różnych substancji tworzących olejki, występuje wiele allelozwiązków o różnych strukturach chemicznych, są to: aldehydy, alkohole, terpeny i propenylobenzeny nazywane również fenylopropenoidami. Różnorodność wymienionych związków i ich obecność w różnych tkankach i organach marchwi warunkuje aktywność allelopatyczną tej rośliny.



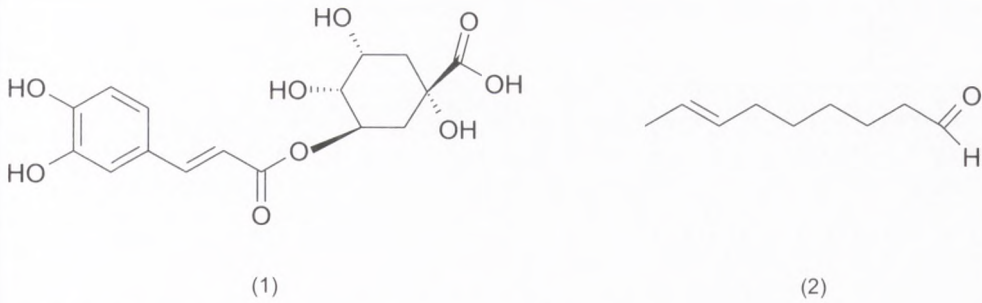
Rys. 2. Struktury *trans*-azaronu (1), *cis*-azaronu (2), *trans*-metyloizoeugenolu (3).

Wśród substancji zidentyfikowanych w liściach i łodygach marchwi, najczęściej wymieniane są izomery azaronu oraz *trans*-metyloizoeugenol należące do propenylbenzenów (3,4).

W badaniach aktywności biologicznej tych substancji wykazano ich istotny wpływ na wzrost roślin testowych. W przeprowadzonych testach *in vitro* stwierdzono także hamowanie wzrostu i rozwoju fitopatogenów grzybowych. Fenylopropenoidy wykazały istotne właściwości fungicydowe w stosunku do grzybów patogennych takich jak *Fusarium oxysporum* (W. G. Smith) Saccardo, *Botrytis cinerea* (Person ex Fries), *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, *Rhizoctonia solani* Kuhn (5). Izomer *cis* azaronu, jak się okazało, był bardziej skutecznym fungicydem, natomiast izomer *trans*, w większym stopniu hamował formowanie zarodników. Jeden z azaronów – izomer *trans*, występujący w liściach marchwi opisano jako silnie działający atraktant, stymulujący samice muchówek połyśnicy marchwianki (*Psila rosae* Fabr.) do składania jaj (3,4). W toku badań stwierdzono, że azarony pojawiają się w liściach marchwi okresowo, a ich maksymalne stężenie zbiega się w czasie z nalotem połyśnicy na uprawy marchwi. Ze względu na nieliczne występowanie muchówek w uprawach, w których prowadzono badania, opisanej zależności nie udało się udowodnić statystycznie.

Z epidermy korzeni marchwi wyizolowano aldehyd – *trans*-2-nonenal i kwas chlorogenowy, związki wykazujące działanie insektycydowe w stosunku do larw połyśnicy marchwianki (6).

Olej uzyskiwany z nasion marchwi stanowi mieszaninę głównie mono- i seskwiterpenów. Większość z tych substancji charakteryzuje się właściwościami allelopatycznymi. Na szczególną uwagę zasługują seskwiterpeny o strukturze karotanów: karotol i daukol, które to związki są specyficzne dla roślin z rodzaju *Daucus*. W przeprowadzanych badaniach wpływu oleju z nasion marchwi i głównych jego składników na kiełkowanie i wzrost wybranych roślin, wykazano, że zarówno olej jak i niektóre jego komponenty (karotol, tlenek kariofilenu) cechują silne właściwości herbicydowe. Substancje te hamują zarówno kiełkowanie jak i wzrost roślin testowych.



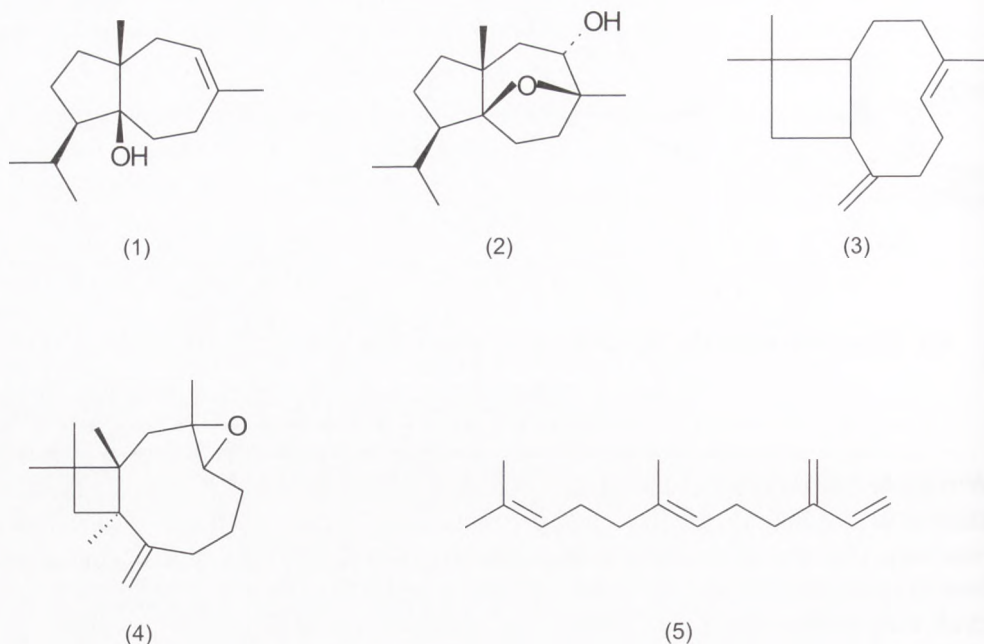
Rys. 3. Struktury kwasu chlorogenowego (1) i *trans*-2-nonenalu (2).

W toku badań aktywności biologicznej izolowanych seskwiterpenów jak i ich mieszaniny w stosunku do grzybów fitopatogenicznych, uzyskano również interesujące rezultaty. Okazało się, że olej z nasion oraz kariofilen wyraźnie ograniczają przyrost biomasy grzyba z rodzaju *Alternaria*, wyizolowanego z osłon nasiennych nasion marchwi. Inny seskwiterpenowy składnik oleju β -farnezen, opisany został jako feromon alarmowy polifagicznej mszycy *Myzus persicae* (Sulz.) (7). Olej z nasion marchwi jest także źródłem β -kariofilenu, związku hamującego aktywność repelentną β -farnezenu.

Wymieniane wcześniej substancje, wyodrębnione zostały także z roślin innych niż marchew. Wyniki badań ich aktywności allelopatycznej obrazują szerokie spektrum oddziaływania niezależnie od źródła pochodzenia. Azarony z liści i kłączy tataraku pospolitego (*Acorus caamus* L.) hamują procesy fotosyntezy i oddychania planktonicznych glonów: *Selenastrum capricornutum* i *Ankistrodesmus brauni* (8-10). Związki te wykazały także silne właściwości nicieniobójcze w stosunku do niektórych pasożytniczych obleńców. Znana jest również ich zdolność do hamowania wzrostu, żerowania oraz spermatogenezy i oogenezy niektórych gatunków owadów, m.in. *Prostephanus trunkatus* Horn. i *Peridroma saucia* L. (11-13). Stwierdzono również, że α -azaron jest związkiem kancerogennym i powoduje powstawanie guzów w okolicy dwunastnicy szczurów chorych na hipercholesterolemię oraz indukuje zmiany w strukturze chromosomów w limfocytach człowieka (14). *Trans* (α)-azaron, jak się okazało, jest genotoksyczny i cytotoksyczny dla ssaków (15).

Rugozal A i fulwoferuginina-seskwiterpeny o strukturze karotanów wyodrębnione z *Rosa rugosa* L. wykazują właściwości fungistatyczne i fungicydowe, ponadto fulwoferuginina jest substancją o działaniu przeciwbakteryjnym, a rugozal antyfidantem gąsienic żerujących na liściach tytoniu (16-18).

Specyficzna aktywność biologiczna substancji występujących w różnych częściach roślin marchwi, sprawia, że związki te mogą być szczególnie przydatne w miejscu ich występowania w roślinie. Tam bowiem, istnieje możliwość allelopatycznego oddziaływania na organizmy związane z marchwią zależnościami troficznymi różnego



Rys. 4. Struktury karotolu (1), daukolu (2), kariofilenu (3), tlenku kariofilenu (4), β -farnezenu (5).

rzędu. Większe możliwości takiego oddziaływania, posiadają przede wszystkim substancje specyficzne dla roślin z rodziny baldaszkowatych, czy też takie, których źródłem są jedynie rośliny marchwi albo wywodzące się z nich hodowle tkankowe lub komórkowe.

Aktywność allelopatyczna substancji specyficznych dla określonych roślin, może stanowić cenną wskazówkę co do poszukiwań nowych, biologicznie czynnych substancji. Związki tego rodzaju występujące jako metabolity roślin, działające selektywnie na fitofagi i patogeny, mogą być brane pod uwagę jako substancje aktywne nowej generacji środków ochrony roślin.

Literatura

1. *Plant Biochemistry*, (1997), Eds. Dey P. M., Harborne J. B., Academic Press, London.
2. Szejnkowski A., Szejnkowski J., (1993), *Słownik botaniczny*, WP, Warszawa.
3. Guerin P. M., Städler E., Buser H. R., (1983), *J. Chem. Ecol.*, 9, 843.
4. Guerin P. M., Städler E., (1984), *Ecol. Entom.*, 9, 4113.
5. Jasicka-Misiak I., Lipok J., Moliszewska E., (1999), *Chemia i Inżynieria Środowiska*, 6, 149-156.
6. Cole R. A., Phelps K., Ellis P. R., Hardman J. A., Rollason S. A., (1988), *Ann. Appl. Biol.*, 112, 13-18.
7. Griffiths D. C., Pickett J. A., Smart L. E., Woodcock C. M., (1989), *Pestic. Sci.*, 27, 269-276.
8. Della Greca M., Monaco P., Pollio A., Previtiera L., (1992), *Phytochem.*, 31, 4119.

9. Alliota G., Monaco P., Pinto G., Pollio A., Previtera L., (1991), *J. Chem. Ecol.*, 17, 2223.
10. Pollio A., Pinto G., Ligrone R., Alliota G., (1993), *J. Appl. Phytology*, 5, 395.
11. Koul O., Smirle M. J., Isman M. B., (1990), *J. Chem. Ecol.*, 16, 1911.
12. Koul O., Isman M. B., (1990), *Insect Sci. Appl.*, 11, 47.
13. Schmidt G. H., Strelake M., (1994), *J. Stored Prod.*, 30, 227.
14. Taylor J. M., Jones W. I., Hogan E. C., Gross M. A., David D. A., Cook E. L., (1967), *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 10, 405.
15. Abel G., (1987), *Planta Med.*, 53, 251.
16. Ghisalberti E. L., (1994), *Phytochem.*, 37, 597-623.
17. Hashidoko Y., (1996), *Phytochem.*, 43, 535-549.
18. Fraga B. M., (1989), *Studies in Natural Prod. Chem.*, 5, 721-741.