Zmiany pH ryzosfery indukowane przez korzenie

Aktywne oddziaływanie korzeni roślin powoduje, że pH ryzosfery istotnie różni się od pH otaczającej gleby. Zmiany pH w ryzosferze roślin truskawki indukowane są przez korzenie, w wyniku wydzielania jonów H^+ i pobierania kationów składników mineralnych (NH_4^+, Al^{3+}) lub wydzielania anionów HCO_3^-, anionów kwasów organicznych i innych anionów. Duże rośliny mają większą zdolność modyfikowania pH ryzosfery niż rośliny małe. Wierzchołki korzeni są najbardziej efektywne w podwyższaniu pH ryzosfery, w porównaniu z pozostałymi strefami korzeni. Najwyższe wartości pH odnotowano w ryzosferze wierzchołków korzeni, niższe w strefie korzeni środkowych i najniższe u podstaw korzeni. Wskazuje to na największe zdolności aktywnie rosnących stref korzeni do pobierania i wydzielania jonów w ryzosferze [31].

Wpływ genotypu na procesy zachodzące w ryzosferze

Odmiany truskawki różnią się zdolnością do modyfikowania procesów zachodzących w ryzosferze. Uzyskano różnice w wartościach pH ryzosfery oraz w reakcji roślin truskawki po zastosowaniu substratu bakteryjno-mikoryzowego. Spośród badanych odmian, rośliny mikoryzowane odmiany 'Senga Sengana' charakteryzowały się istotnie większą długością, średnicą oraz liczbą wierzchołków korzeni, a także bardziej intensywnym pobieraniem składników mineralnych i większym wydzielaniem jonów wodorowych w ryzosferze niż rośliny kontrolne.

Wpływ form N na zmiany pH ryzosfery

Wartości pH ryzosfery w największym stopniu zależą od formy N pobieranej przez rośliny, a także od sposobu nawożenia, odmiany, wieku roślin i innych czynników. Zróżnicowane nawożenie azotowe istotnie modyfikowało wzrost korzeni i pędów roślin truskawki oraz pH gleby ryzosferowej. Najwyższe wartości pH ryzosfery odnotowano u roślin truskawki odżywianych azotanem wapnia, niższe przy nawożeniu azotanem amonu, a najniższe pod wpływem siarczanu amonu. Odżywianie roślin siarczanem amonu związane było z intensywnym wydzielaniem jonów H^+ do ryzosfery i zakwaszeniem w strefie korzeni oraz zwiększało aktywność procesów biochemicznyh w ryzosferze [31, 32]

Wpływ jonów glinu na zmiany pH ryzosfery

Wartości pH ryzosfery zależą od aktywności korzeni oraz obecności i stężeń wymiennego Al w glebie. Najwyższe wartości pH odnotowano w ryzosferze roślin kontrolnych (nie nawożonych glinem), a najniższe przy nawożeniu roślin 3,0 mmol $Al^{3+} \cdot kg^{-1}$ gleby. Rośliny nawożone 1,0 mmol $Al^{3+} \cdot kg^{-1}$ gleby zwiększały pH ryzosfery do poziomu kontroli [30].

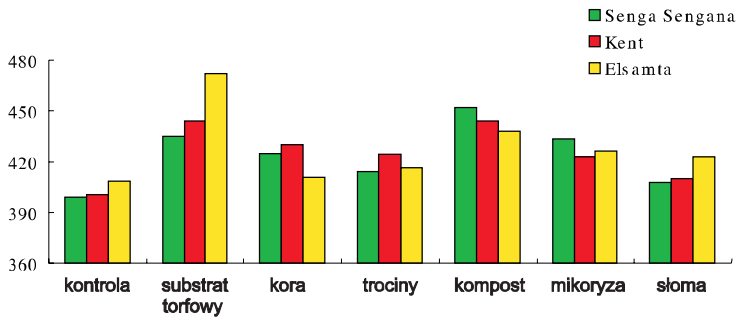
Wpływ mikoryzacji roślin na wzrost i plonowanie truskawki oraz procesy zachodzące w ryzosferze

W doświadczeniu polowym (2003–2006) badano wpływ mikoryzacji roślin i zróżnicowanego ściółkowania (substrat torfowy, kora drzewna, trociny, kompost, słoma żytnia) na wzrost i plonowanie 3 odmian truskawki 'Senga Sengana', 'Elsanta' i 'Kent'. Wszystkie poletka ściółkowane nawożono corocznie wiosną nawozami NPK w dawkach ograniczonych (w stosunku do standardowego nawożenia NPK), tj. 50 kg N, 40 kg P i 50 kg K_2O. Ściółki organiczne w ilości 25 $l \cdot m^{-2}$ stosowano corocznie wiosną wzdłuż rzędów roślin i mieszano z glebą bezpośrednio po ich rozłożeniu. Podczas sadzenia roślin wykonano jednorazową aplikację substratem mikoryzowym, który stosowano pod każdą roślinę (150 mg na 1 roślinę) do gleby w strefę wzrostu korzeni.

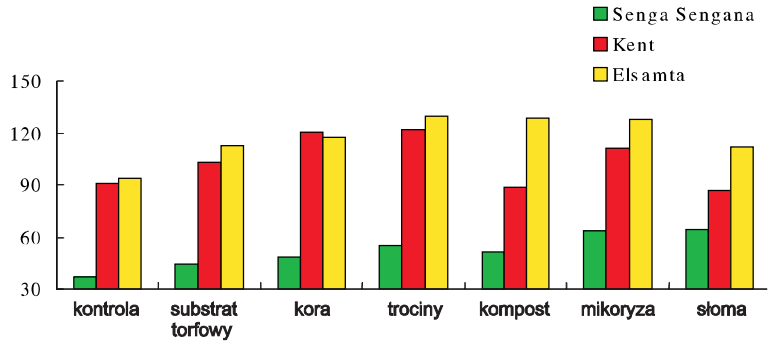
Uzyskane wyniki wskazują na korzystny wpływ mikoryzacji roślin oraz ściółkowania gleby substratem torfowym lub kompostem na wzrost i plonowanie oraz jędrność owoców truskawki odmiany 'Senga Sengana'. Rośliny mikoryzowane i ściółkowane miały bardziej intensywną zieloną barwę liści niż rośliny kontrolne (rys. 1). Substrat torfowy, kora i słoma wpłynęły na zwiększenie liczby rozłogów i sadzonek rozłogowych badanych odmian truskawki. Ograniczone nawożenie podstawowe NPK w połączeniu z mikoryzacją roślin truskawki zwiększyło o 21% liczbę owoców i o 16% wielkość plonu tej odmiany. Mikoryzacja i zastosowane ściółki organiczne wpłynęły na zwiększenie liczby owoców klasy ekstra badanych odmian truskawki (rys. 2).

Zastosowanie substratu torfowego lub mikoryzacji roślin miało także pozytywne oddziaływanie na wzrost korzeni roślin tj. długość, liczbę wierzchołków, średnicę, pole powierzchni i objętość korzeni. Wykazano korzystny wpływ zastosowanych ściółek organicznych na zawartość składników mineralnych (P, K, B, Fe, Mn, Zn) i materii organicznej w glebie (rys. 3).

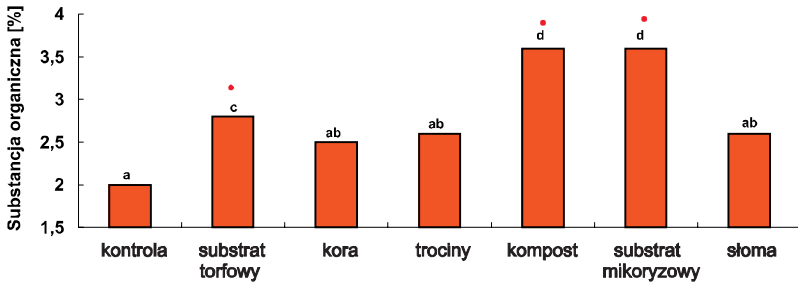
W doświadczeniu szklarniowym mikoryzowane rośliny truskawki odm. 'Senga Sengana' miały bardziej intensywną zieloną barwę liści, istotnie większą liczbę



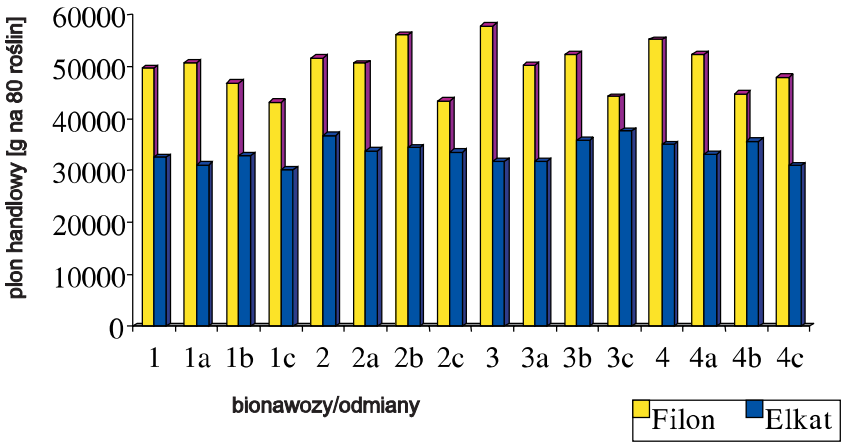
Rysunek 1. Wpływ bionawozów na plon handlowy trzech odmian truskawki (doświadczenie polowe, Sad Pomologiczny, 2005)



Rysunek 2. Liczba owoców klasy ekstra 3 odmian truskawki w zależności od zróżnicowanego ściółkowania



Rysunek 3. Wpływ zróżnicowanego ściółkowania na zawartość substancji organicznej w glebie



Rysunek 4. Wpływ bionawozów na plon handlowy dwóch odmian truskawki (doświadczenie polowe, Sad Pomologiczny, 2995)

i biomasę liści oraz świeżą i suchą masę, objętość i pole powierzchni korzeni. Rośliny inokulowane charakteryzowały się także większym zakwaszeniem w strefie ryzosfery i bardziej efektywnym pobieraniem jonów składników mineralnych (P, K, Fe, Zn i Mn) niż rośliny kontrolne (nawożone standardowo NPK) [20].

Wpływ bionawozów na wzrost i plonowanie roślin oraz procesy zachodzące w ryzosferze

W doświadczeniu polowym w latach 2004–2006 badano wpływ bionawozów na wzrost i plonowanie truskawki odmian: 'Filon' i 'Elkat'. W porównaniu do roślin kontrolnych nawożonych standardowo NPK (kombinacja 2, rys. 3) uzyskano istotne zwiększenie plonu handlowego roślin odm. 'Filon' po zastosowaniu Ausmy (kombinacja 2b, rys. 3), Bioilsy (kombinacja 3, rys. 3) i BF-Ecomixu (kombinacja 4, rys. 3). Zależności takiej nie stwierdzono w przypadku roślin odmiany 'Elkat'. W innym doświadczeniu bionawóz Bio-Feed wpłynął istotnie na zwiększenie plonu owoców odmian: 'Elkat' i 'Elsanta' (Gospodarstwo Markiewicz, 2005).

Te same bionawozy badano w doświadczeniu szklarniowym. Stymulowały one wzrost korzeni i pędów, a także aktywność enzymatyczną peroksydaz w liściach i korzeniach roślin truskawki. Ponadto zastosowane bionawozy istotnie modyfikowały zawartość składników mineralnych w liściach i korzeniach roślin oraz w glebie ryzosferowej. Bionawozy miały także stymulujący wpływ na zwiększenie ogólnej liczby bakterii w glebie ryzosferowej, a także zwiększały ich potencjał z ukierunkowaniem na eliminację wpływu patogenów glebowych na badane rośliny [42].

Wpływ mikroelementów na wzrost korzeni i pędów

Spośród przebadanych mikroelementów, mangan w największym stopniu stymulował wzrost korzeni i pędów roślin truskawki. Stwierdzono także wyraźny wpływ manganu na zwiększenie liczby sadzonek rozłogowych [szt. na 1 roślinę], w porównaniu z kontrolą, i pozostałych mikroelementów (Cu, Fe, Zn, Ti) [34].

Wnioski

Wykazano różnice odmianowe we wzroście roślin i w procesach zachodzących w ryzosferze po zastosowaniu substratu mikoryzowego. U roślin odmiany 'Senga Sengana' stwierdzono lepszy rozwój korzeni i pędów oraz większe zakwaszenie w ryzosferze związane z bardziej intensywnym wydzielaniem jonów H^+ w strefie korzeni niż w przypadku odmian 'Elsanta' i 'Kent'.

Rośliny inokulowane charakteryzowały się większym zakwaszeniem w strefie ryzosfery i bardziej efektywnym pobieraniem jonów składników mineralnych (P, K, Fe, Zn i Mn).

Inokulowanie roślin substratem mikoryzowym istotnie zwiększyło liczbę owoców, jędrność i plonowanie roślin odmiany 'Senga Sengana'.

Mikoryzacja roślin i bionawozy pochodzenia naturalnego stymulowały wzrost wegetatywny badanych odmian truskawki.

W porównaniu z roślinami kontrolnymi (standard NPK), bionawozy Ausma, Bioilsa i BF-Ecomix zwiększyły plon handlowy owoców truskawki odm. 'Filon', a Bio-Feed odmian 'Elkat' i 'Elsanta'.

W ocenianych owocach truskawki pochodzących z roślin traktowanych bionawozami nie stwierdzono obecności mikroorganizmów stanowiących bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia człowieka takich jak: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Escherichia coli*.

Mikrobiologiczne analizy gleb traktowanych bionawozami wykazały, że niektóre z nich (BF-Grow, Glucos K, Ausma, BF-Quality, BF-Start) mogą wpływać na zwiększenie liczebności populacji bakterii w glebie ryzosferowej, a także zwiększają ich potencjał z ukierunkowaniem na eliminację patogenów glebowych.

Substrat torfowy i mikoryzowy w największym stopniu wpłynęły na zwiększenie cech wzrostu korzeni tj. długości, liczby wierzchołków, średnicy, pola powierzchni i objętości korzeni badanych odmian truskawki.

Wykazano korzystny wpływ zastosowanych ściółek organicznych na zawartość składników mineralnych i materii organicznej w glebie.

Literatura

[1] Abanda-Nkpwatt D., Grimm U., Schreiber L., Schwab W. 2006. Dual antagonism of aldehydes and epiphytic bacteria from strawberry leaf surfaces against the pathogenic fungus *Botrytis cinerea* in vitro. *BioControl* 51: 279–291.

[2] Basak A. 2000. Nowe informacje o wynikach badań polskich preparatów zawierających NAA do przerzedzania zawiązków u jabłoni. *Rocz. AR Poznań* CCCXXIII, *Ogrod*. 31(2): 363–370.

[3] Basak A., Niezborała B., Krzewińska D. 1994. Wstępna ocena przydatności preparatu Krezacin, Mival, Ivin, Fuzykokcina i Benzolinon do regulowania wzrostu i rozwoju roślin sadowniczych. *Pestycydy* 2: 21–30.

[4] Basak A., Soczek Z. 1984. Perspektywy stosowania daminozydu (kwasu 1-N-dwumetylaminobursztynowego) i etefonu (kwasu 2-chloroetylenofosfonowego) w sadownictwie polskim. *Pestycydy* 1: 9–16.

[5] Basak A., Mikos-Bielak M. 2004. Owocowanie jabłoni i grusz po zastosowaniu kilku biostymulatorów. „Doskonalenie metod produkcji owoców zgodnie z wymogami Unii Europejskiej". XLIII Ogólnopol. Nauk. Konf. Sad., ISK Skierniewice, 1–3 września 2004: 165–166.

[6] Berg G., Kurze S., Buchner A., Wellington E.M., Smalla K. 2000. Successful strategy for the selection of new strawberry-associated rhizobacteria antagonistic to *Verticilium* wilt. *Can. J. Microbiol*. 46: 1128–1137.

[7] Brzozowski P. 2005. Opłacalność uprawy truskawek w tunelach. *Hasło Ogrodnicze* 9: 81–83.

[8] Duppong L.M., Delate K., Liebman M., Horton R., Romero F., Kraus G., Petrich J., Chowdbury P.K. 2004. The effect of natural mulches on crop performance, weed suppression and biochemical constituents of catnip and St. John's wort. *Crop Sci*. 44: 861–869.

[9] Dziadczyk P., Bolibok H., Tyrka M., Hortyński J.A. 2003. In vitro selection of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* DUCH.) clones tolerant to salt stress. *Euphytica* 132: 49–55.

[10] Forcella F, Poppe S R., Hansen N C., Head W A., Hoover E, Propsom F, Mckensie J. 2003. Biological mulches for managing weeds in transplanted strawberry (*Fragaria* × *ananassa*). *Weed Technology* 17: 782–787.

[11] García-Marí F., Gonzáles Zamora J.E. 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (*Acari*: *Tetranychidae*) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencja, Spain. *Experimental and Applied Acarology* 23: 487–495.

[12] Greco N., Sánchez N.E., Liljesthröm G.G. 2005. *Neoseiulus californicus* (*Acari*: *Phytoseiidae*) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (*Acari*: *Tetranychidae*): effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry. *Experimental and Applied Acarology* 37: 57–66.

[13] Greene D.W. 1992. A comparison of the effects of several cytokinins on apple fruits set and fruit quality. *Acta Hort.* 329: 144–146.

[14] Guerena M., Born H. 2007. Strawberries: Organic Production. ATTRA/NCAT. www.attra.ncat.org/attra-pub/PDF/strawberry.pdf 28 pp.

[15] Guetsky R., Shtienberg D., Elad Y., Fischer E., Dinoor A. 2002. Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. *Phytopathology* 92(9): 976–985.

[16] Helbig J. 2002. Ability of the antagonistic yeast *Cryptococcum albidus* to control *Botrytis cinerea* in strawberry. *BioControl* 47: 85–99.

[17] Hochmuth G., Cantliffe D., Chandler C., Stanley C., Bish E., Waldo E., Legard D., Duval J. 2006. Containerized strawberry transplants reduce establishment – period water use and enhance early growth and flowering compared with bare – root plants. *Horttechnology* 16(1): 46–54.

[18] Kęsik T., Maskalaniec T. 2005. Wpływ ściółkowania na temperaturę gleby i powietrza w łanie truskawki. *Acta Agrophysica* 6(1): 117–124.

[19] Lobell D.B., Cahill K.N., Field C.B. 2007. Historical effect of temperature and precipitation on California crop yield. *Climatic Change* 81: 187–203.

[20] Malusa E., Sas Paszt L., Popińska W., Żurawicz E. 2007. The effect of a substrate containing arbuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms (*Trichoderma*, *Bacillus*, *Pseudomonas* and *Streptomonas*) and foliar fertilization on growth response and rhizosphere pH of three strawberry cultivars. *International J. of Fruit Science* 6(4): 25–41.

[21] Masny A., Żurawicz E., Basak A. 2002. Influence of "Betokson Super" (BNOA) and other bioregulators on yield and its quality in strawberry. *Acta Hort*. 567: 467–470.

[22] Masny A., Basak A., Żurawicz E. 2004. Effect of foliar application of Kelpak SL and Goëmar BM 86® preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. *J. of Fruit and Ornamental Plant Research* 12: 23–27.

[23] Paranjpe A.V., Cantliffe D.J., Lamb E.M., Stoffella P.J. 2003. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Proc. Fla. State Hort. Soc*. 116: 98–105.

[24] Pieniążek S.A., Soczek Z., Cegłowski S. 1955. Zapobieganie przedwczesnemu opadaniu jabłek przy pomocy oprysków syntetycznymi substancjami wzrostowymi. *Prace Instytutu Sadownictwa*, Ser. A 1: 112–122

[25] Pollard J.E. 1974. Efect of SADH, ethephon and 2,4,5-T on color and storage quality of McIntosh apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(4): 341–343.

[26] Preusch P.L., Takeda F., Tworkoski T.J. 2004. N and P uptake by strawberry plants grown with composted poultry litter. *Scientia Horticulturae* 102: 91–103.

[27] Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Alakomi H.L., Oksman-Caldentey K.M. 2005. Bioactive berry compounds – novel tools against human pathogens. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 67: 8–18.

[28] Ricard J.L., Ricard T.J. 1997. The ethics of biofungicides – a case study: *Trichoderma harzianum* ATTC 20476 on Elsanta strawberries against *Botrytis cinerea* (gray mold). *Agriculture and Human Values* 14: 251–258.

[29] Sas L., Mercik S., Matysiak B. 1999. Rola rizosfery w mineralnym odżywianiu się roślin. *Post. Nauk Rol.* 6: 27–36.

[30] Sas L., Marschner H., Römheld V., Mercik S. 2002. The influence of aluminium on rhizosphere and bulk soil pH and growth of strawberry plants. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol*. 482: 467–474.

[31] Sas L., Marschner H., Römheld V., Mercik S. 2003. Effect of nitrogen forms on growth and chemical changes in the rhizosphere of strawberry plants. *Acta Physiologiae Plantarum* 25(3): 241–247.

[32] Sas-Paszt L., Żurawicz E. 2004. The influence of nitrogen forms on root growth and pH changes in the rhizosphere of strawberry plants. *Acta Horticulturae* 649: 217–221.

[33] Sas-Paszt L., Malusa E., Żurawicz E. 2004. The effect of a mycorrhiza-bacteria substrate and foliar fertilization on the changes in the rhizosphere and growth response of strawberry. Proceedings of the International Congress "Rhizosphere 2004" Perspectives and Challenges – A tribute to Lorenz Hiltner – 12–17 September 2004, Munich, Germany.

[34] Sas-Paszt L., Jarociński B.Z. 2005. The effect of micro-element fertilizers on the vegetative growth of strawberry plants cv. „Senga Sengana". *Chemistry for Agriculture* 6: 260–264.

[35] Sas-Paszt L., Żurawicz E. 2005. Studies of the rhizosphere of strawberry plants at the Research Institute of Pomology and Floriculture in Skierniewice, Poland. *International J. of Fruit Science* 5(1): 115–126.

[36] Stewart L.I., Hamel C., Hogue R., Moutoglis P. 2005. Response of strawberry to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi under very high soil phosphorus conditions. *Mycorrhiza* 15: 612–619.

[37] Szołtysek K., Dziuba S. 2006. Właściwości funkcjonalne żywności ekologicznej. *J. of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51(2): 186–189.

[38] Taylor B.K. 1978. Effects of gibberellin sprays on fruits russet and tree performance of Golden Delicious apple. *J. Hort. Sci*. 53: 167–169.

[39] Tomos A.D. 1990. Growth – a role for plant growth regulators? British Society for Plant Growth Regulation, Monograph No 21.

[40] Zmarlicka A.L., Żurawicz E. 2003. Truskawki polowe na zbiór przyspieszony. *Hasło Ogrodnicze* 11: 56–57.

[41] Żurawicz E., Masny A., Basak A. 2004. Productivity stimulation in strawberry by application of plant bioregulators. *Acta Hort*. 653: 155–162.

[42] Żurawicz E., Stutterheim N.C., Bruns C., Sas-Paszt L. 2006. Crop growth effects of processed raw materials applied as fertilizers or growth stimulators – a summary of partial EU project results. http://orgprints.org/7388/01/Public-Denmark.pdf

The role of rhizosphere in the nutrition of strawberry plants

Key words: strawberry, rhizosphere, mycorrhiza, bio-fertilizers

Summary

The rhizosphere is a 1–5 mm thick layer of soil (micro-environment) that adheres very closely to the surface of plant roots and is under their direct influence. This zone is characterized by an active interaction between all of its components and by very high dynamics of biological, physical and chemical processes taking place there. Rhizosphere studies are particularly important because of the development of new technologies in strawberry cultivation, both in the field and under covers, and because of insufficient knowledge with respect to fertilizer doses and application dates, and the forms of the basic mineral nutrients essential for proper growth and yielding of strawberry plants. An understanding of the role of processes taking place in the rhizosphere of strawberry plants will allow to determine precisely fertilization requirements of these plants to increase their growth and yielding.

It was revealed that there were cultivar-specific differences in the growth of strawberry plants and in the processes taking place in rhizosphere following the use of a mycorrhizal substrate. In 'Senga Sengana' plants there was evident better development of roots and shoots, and greater acidification in the rhizosphere connected with a more intense exudation of H^+ ions in the root zone than in the case of 'Elsanta' and 'Kent' cultivars. The inoculated plants were characterized by greater level of acidification in the rhizosphere, and more efficient uptake of nutrient ions (P, K, Fe, Zn, and Mn). The inoculation of strawberry plants with a mycorrhizal substrate significantly

increased the number of fruits, their firmness, and yielding of 'Senga Sengana' plants. The mycorrhization of plants and application of natural bio-fertilizers stimulated the vegetative growth of studied strawberry cultivars. Micro-biological analyses of the soil treated with bio-fertilizers showed that some of them can contribute to an increase in the size of bacterial populations in rhizosphere soil, and increase their potential towards eliminating soil pathogens. It was also shown that the mycorrhization of strawberry plants and the use of organic bedding materials had a advantageous effect on root growth parameters of the strawberry cultivars studied, and on the mineral and organic matter content in soil.

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 69–80

Charakterystyka i metody identyfikacji fitopatogennych bakterii *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*

***Helena Olczak-Woltman*[1], *Małgorzata Schollenberger*[2], *Katarzyna Niemirowicz-Szczytt*[1]**
[1]*Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin SGGW,*
[2]*Katedra Fitopatologii SGGW,*
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
e-mail: helenaolczak@interia.pl

Słowa kluczowe: kanciasta plamistość ogórka, identyfikacja *P. syringae* pv. *lachrymans*, różnicowanie molekularne patogenów roślin

Wstęp

Gatunek *Pseudomonas syringae* obejmuje patogeny powodujące plamistości i nekrozy liści, pędów i owoców różnych gatunków roślin. Jednym z 50 patowarów tego zbiorowego gatunku jest *Pseudomonas syringae* patowar (pv.) *lachrymans* [(Smith et Brayan) Young, Dye et Wilkie] [59]. Bakterie *P. s.* pv. *lachrymans* występują na roślinach z rodziny dyniowatych, powodując straty w jakości i wielkości plonu [1]. Objawami choroby przez nie wywoływanej – kanciastej plamistości są ciemnozielone, jakby nasiąknięte wodą plamy widoczne między nerwami na spodniej stronie liścia [48]. W warunkach wysokiej wilgotności względnej powietrza w miejscu powstawania plam od spodu blaszki liściowej pojawiają się śluzowate wycieki. Wycieki te, jako oznaki etiologiczne, są cechą charakterystyczną i ułatwiają zdiagnozowanie bakteriozy. Podczas suchej pogody kropelki wycieków wysychają, tworząc na dolnej stronie liści białe błonki. Po kilku dniach, na górnej stronie liści, w miejscach wodnistych plam, pojawiają się brązowe nekrozy i chlorotyczne obwódki, nazywane halo [24, 50].

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie aktualnych informacji o właściwościach, identyfikacji oraz charakterystyce molekularnej gatunku *P. syringae*, ze szczególnym uwzględnieniem patowaru *lachrymans*; bowiem wiedza na temat tego patowaru jest ciągle niewielka, a badania koncentrują się najczęściej na patowarach takich jak *tomato* i *syringae*.

Taksonomia i budowa bakterii

Gatunek *Pseudomonas syringae* należy do domeny *Bacteria*, gromady *Proteobacteria*, klasy *Gammaproteobacteria*, rzędu *Pseudomonadales*, rodziny *Pseudomonadaceae*, rodzaju *Pseudomonas* [11].

Gatunek *P. syringae* zaliczany jest do bakterii właściwych, Gram-ujemnych. Bakteria ta jest tlenową, nie tworzącą przetrwalników pałeczką, o wymiarach 0,8 × 1–2 μm, poruszającą się za pomocą 1–5 biegunowo umieszczonych rzęsek [8]. Urzęsienie komórek i chemotaksja bakterii z patowaru *lachrymans* powoduje kilkukrotne zwiększenie nasilenia objawów chorobowych [5]. Ściana komórkowa bakterii Gram-ujemnych zbudowana jest z błony zewnętrznej, na zewnątrz której znajduje się gęsta otoczka. U bakterii z gatunku *P. syringae* łańcuch polisacharydowy błony zewnętrznej jest specyficzny dla poszczególnych patowarów [57] i odgrywa rolę w specyficznej interakcji z tkanką rośliny żywicielskiej, natomiast otoczka zbudowana jest z wydzielanych zewnątrzkomórkowo polisacharydów – lewanu (wielocukru) i alginianu (soli kwasu alginowego) oraz z lipopolisacharydów i niewielkich ilości białek [39]. W komórkach niektórych patowarów gatunku *P. syringae* oprócz chromosomu występują także plazmidy. W przypadku patowaru *lachrymans* plazmidy te oznaczono jako R 18-1, RK 2 i RP 4 [31]. W ostatnich latach zsekwencjonowano genomy przedstawicieli dwóch patowarów z gatunku *P. syringae*: *tomato* i *syringae*. Stwierdzono, że genomy te zbudowane są z około 6 Mpz i zawierają średnio 58% par GC [3, 9, 17].

Biochemiczne metody identyfikacji bakterii z gatunku *P. syringae*

Prawidłowe rozpoznanie patogena w polu na podstawie objawów chorobowych jest zwykle trudne. Przykładowo objawy chorobowe na liściach ogórka mogą odbiegać od typowych kanciastych plam, a ponadto bardzo podobne do bakteryjnej kanciastej plamistości są objawy powodowane przez mączniaka rzekomego (*Pseudoperonospora cubensis*). Dlatego do prawidłowego rozpoznania patogena konieczna jest izolacja bakterii z liści porażonych roślin oraz wykonanie testów identyfikacyjnych. Zazwyczaj jako pierwszy wykonuje się test sprawdzający fluorescencję bakterii na pożywce King B w świetle UV [20]. Następnie, dla izolatów fluoryzujących wykonuje się testy fizjologiczno-biochemiczne, pozwalające na identyfikację gatunku *P. syringae* [24]. Tradycyjnym i powszechnie stosowanym jest zestaw pięciu testów, nazywany „LOPAT" od pierwszych liter nazw testów wchodzących w jego skład: sprawdzenie zdolności do wytwarzania wielocukru lewanu, aktywność oksydazy cytochromowej c, aktywność pektolityczna, wytwarzanie dihydrolazy argininy i wywoływanie reakcji nadwrażliwości na tytoniu [25]. Testy LOPAT pozwalają na rozróżnienie poszczególnych gatunków, spośród fluoryzujących bakterii z rodzaju

Pseudomonas, tworzących jedną z pięciu głównych grup i sześciu podgrup w ramach zestawu testów. Gatunek *P. syringae* tworzy grupę Ia. Natomiast spośród testów pozwalających na rozróżnienie poszczególnych patowarów tego gatunku uznanymi są: test na redukcję azotanu, test na wykorzystanie mleczanu lub winianu (soli kwasu 2,3-dihydroksybutanodiowego) przez bakterie, testy na aktywność pektynaz, zdolność do upłynniania żelatyny, hydrolizy arbutyny i eskuliny, test na zdolność do tworzenia ośrodków krystalizacji lodu INA (ice-nucleation active) oraz testy identyfikujące toksyny poszczególnych patowarów [46].

Izolacja patogena może być utrudniona, ponieważ na liściach występuje wiele bakterii epifitycznych, takich jak *Pseudomonas fluorescens* czy *Pseudomonas putida*, które po wysiewie homogenatu tkanki roślinnej na pożywkę, szybko zarastają kolonie patogena [51]. Izolacja bakterii przeprowadzana jest na ogół poprzez roztarcie w moździerzu fragmentu tkanki z pogranicza porażenia z dodatkiem wody sterylnej i przeniesienie zawiesiny, za pomocą ezy, na płytkę Petriego z pożywką King B [38]. Fluoryzujące pseudomonady wytwarzają na ubogiej w żelazo pożywce KB rozpuszczalny w wodzie, a nierozpuszczalny w chloroformie barwnik – fluoresceinę, który fluoryzuje w świetle UV (366 nm) na zielononiebieski kolor [24, 46]. Odporność *P. syringae* na promieniowanie UV jest kodowana przez geny zlokalizowane w plazmidzie w locus rulAB [54]. Fluorescencja jest charakterystyczna zarówno dla patogenicznych, jak i epifitycznych pseudomonad i jest pierwszą cechą badaną po izolacji bakterii z tkanki roślinnej. Bakterie epifityczne wytwarzają więcej barwnika i zwykle intensywniej fluoryzują niż bakterie patogeniczne [24, 46].

W celu dalszej identyfikacji, dla fluoryzujących izolatów wykonuje się testy LOPAT. Założenia testów opisano poniżej [25]:

- L – lewan (β-2,6-D-fruktan) jest wielocukrem, homopolimerem syntetyzowanym przez bakterie z fruktozy pochodzącej z cząsteczki sacharozy (aktywność enzymatyczna lewan-sacharazy powoduje polimeryzowanie fruktozy i uwalnianie cząsteczki glukozy). Lewan produkowany jest przez wszystkie patowary *P. syringae* na pożywkach zawierających sacharozę. Wytwarzanie lewanu przez bakterie z gatunku *P. syringae* powoduje jednocześnie powstawanie mukoidalnych, czyli wypukłych, błyszczących kolonii bakteryjnych na pożywkach bogatych w sacharozę (reakcja pozytywna w teście). Test polega na sprawdzeniu czy dany izolat ma zdolność do wytwarzania tego charakterystycznego typu kolonii.
- O – test polega na wykryciu obecności lub braku enzymu oddechowego zwanego oksydazą cytochromu C, który jest odpowiedzialny za końcowy etap łańcucha oddechowego. W etapie tym z jonów tlenu i wodoru tworzona jest woda. Jedną z metod wykrywania aktywności enzymu jest przeprowadzenie reakcji wskaźnikowej z użyciem specjalnych pałeczek firmy Oxoid o symbolu BR64A i przyłożenie ich do świeżej kultury bakteryjnej. Obecność enzymu u epifitycznych pseudomonadów, w wyniku reakcji wskaźnikowej, powoduje zmianę barwy pałeczki na kolor amarantowy, u *P. syringae* reakcja ta nie zachodzi.

- P – pektolityczny rozkład węglowodanów ziemniaka. Test przeprowadza się przez nałożenie świeżej kultury bakteryjnej na plastry ziemniaka i obserwację rozkładu tkanki ziemniaka. Test pozwala na rozróżnienie bakterii z gatunku *P. syringae* od bakterii z gatunku *Erwinia carotovora* i bakterii z rodzaju *Xantomonas*. Większość patowarów *P. syringae* nie ma aktywności pektolitycznej, w związku z czym daje wynik negatywny testu, jednak niektóre patowary, m.in. *lachrymans*, *sesami* czy *tabaci* wykazują słabą aktywność pektolityczną o zróżnicowanej intensywności.
- A – test pozwala na wykrycie obecności dwóch enzymów, które posiadają niektóre gatunki bakterii z grupy pseudomonad, mające zdolność do życia w warunkach beztlenowych. Enzymy grupy hydrolaz: desmidaza argininy i ureidaza cytruliny, umożliwiają wytworzenie ATP z argininy z wydzieleniem CO_2 i NH_3. Wytwarzanie NH_3 przez bakterie rozkładające argininę w pożywce (np. *P. fluorescens*) jest wykrywane w teście (reakcja wskaźnikowa), przeprowadzanym na pożywce Thornley'a. Patowary gatunku *P. syringae*, nie zawierające tych enzymów, nie rozkładają argininy w pożywce – wynik testu jest negatywny.
- T – reakcja nadwrażliwości na liściach tytoniu, umożliwiająca jednoznaczne zidentyfikowanie izolatów patogenicznych i oddzielenie ich od izolatów epifitycznych. Inokulum bakteryjne o stężeniu 10^8 jtk × ml^{-1} (jednostek tworzących kolonie) przygotowane z 24 h kultury bakterii, będących w fazie logarytmicznego wzrostu, wstrzykuje się pod skórkę liścia tytoniu (*Nicotiana tabacum*) tak, by wypełniło cały sektor liścia ograniczony nerwami. Rośliny pozostawia się w warunkach odpowiednich do wzrostu dla tytoniu, a po 24 h sprawdza, czy wystąpiła reakcja nadwrażliwości – gwałtownie obumieranie miękiszu, a następnie jasna nekroza tkanki inokulowanego sektora. Występowanie tych objawów potwierdza patogeniczność izolatu (dla którego tytoń nie jest rośliną żywicielską). Jeśli nie ma reakcji lub wystąpiła jedynie chloroza to izolat nie jest patogeniczny dla roślin czyli jest epifitem [21].

Po wykonaniu testów identyfikacyjnych, jednorodne czyste kultury *P. syringae* przechowywane są najczęściej w probówkach na skosach z agarem odżywczym (ang. nutrient agar, NA) [41]. Bakterie z gatunku *P. syringae* na agarze odżywczym tworzą owalne, lekko wzniesione, gładkie, białawe, błyszczące, całobrzegie kolonie [24, 50].

Izolat charakteryzujący się fluorescencją na pożywce KB i dający wyniki testów LOPAT zgodne ze wzorem dla grupy Ia (tab. 1) może zostać zakwalifikowany jako szczep *Pseudomonas syringae* [24, 38]. Określenie przynależności do poszczególnych patowarów opiera się natomiast na dodatkowych testach oraz znajomości rośliny żywicielskiej, z której dany szczep został wyizolowany. Przed ostatecznym potwierdzeniem przynależności szczepu do patowaru konieczne jest też chociażby częściowe spełnienie postulatów Kocha – zakażenie zdrowej rośliny żywicielskiej danym szczepem i uzyskanie objawów chorobowych, a następnie potwierdzenie ich identyczności z objawami obserwowanymi na naturalnie zakażonej roślinie.

Tabela 1. Wyniki testów LOPAT charakterystyczne dla grupy Ia i Ib

Rodzaj testu	Grupa I a – *P. syringae*	Grupa I b – *P.s.* subsp. *savastanoi*, *P.s.* pv. *delphini*
L – lewan	+	–
O – oksydaza	–	–
P – ziemniak	–	–
A – arginina	–	–
T – tytoń	+	+

Molekularne metody identyfikacji *Pseudomonas syringae*

Fizjologiczno-biochemiczne i biologiczne testy identyfikacyjne są czasochłonne i nie zawsze dają jednoznaczną odpowiedź, ponieważ istnieją szczepy nietypowe należące do *P. syringae*, które nie fluoryzują na pożywce KB lub wykazują silną aktywność pektolityczną na ziemniaku [24, 34, 51, 58]. Takie nietypowe szczepy są stosunkowo często identyfikowane w obrębie patowaru *lachrymans* [34, 37]. Dlatego też coraz większą popularnością cieszą się molekularne metody identyfikacji tych patogenów. Metody te pozwalają na zidentyfikowanie różnic w sekwencji DNA między poszczególnymi patowarami gatunku *P. syringae* lub między szczepami w obrębie patowaru. Molekularne metody identyfikacji patogenów są szybkie i dają jednoznaczne wyniki, wykazując jednocześnie zróżnicowanie pomiędzy szczepami i patowarami patogena [2].

Pierwszą molekularną cechą, która pozwala na określenie podobieństw między bakteriami jest oznaczenie zawartości guanidyny i cytozyny w genomie. Zawartość par GC dla gatunku *P. syringae* oznaczono na poziomie 60% [7, 39]. W latach 70. określono podobieństwo między patowarami *P. syringae* techniką hybrydyzacji DNA-DNA i wykazano, że *P. syringae* jest gatunkiem heterogenicznym [10, 35]. Jednak do identyfikacji szczepów bakterii najbardziej nadają się techniki oparte na zastosowaniu enzymów restrykcyjnych lub specyficznych starterów PCR, stosowane od lat 90. XX wieku [39]. Analiza restrykcyjna regionu niekodującego, nazwanego ITS1 (ang. inter-genic spacer 1), znajdującego się pomiędzy dwoma genami kodującymi podjednostki operonu rybosomowego – genem *rrs* (kodującym podjednostkę 16S RNA) i genem *rrl* (kodującym podjednostkę 23S RNA), pozwoliła na wykazanie zróżnicowania między szczepami bakterii *P. syringae* pv. *tomato* [28]. Louws i in. [26] wskazali na możliwość użycia starterów PCR, pozwalających na amplifikację powtarzalnych sekwencji DNA, nazywanych REP, ERIC i BOX (rep-PCR), do tworzenia specyficznych wzorów prążków DNA charakterystycznych dla poszczególnych patowarów *P. syringae*. Najnowsze badania z użyciem rep-PCR wykazały zróżnicowanie sekwencji nie tylko w obrębie gatunku *P. syringae*, ale także w obrębie niektórych patowarów, m.in. patowaru *lachrymans* i patowaru *syringae* [53]. Zróżnicowanie genetyczne wewnątrz patowaru *lachrymans* zostało potwierdzone także metodą AFLP (ang. Amplified Fragment Length Polymorphism, polimorfizm długoś-

ci fragmentów amplifikowanych), która pozwoliła na zidentyfikowanie charakterystycznych grup szczepów, nie mających powiązania z ich geograficznym pochodzeniem lub cechami fenotypowymi [27]. Jednymi z najnowszych metod molekularnych, po raz pierwszy zastosowanych do różnicowania i identyfikacji szczepów gatunku *P. syringae* są ADSRRS (Amplification of DNA Fragments Surrounding Rare Restriction Sites) i PCR-MP (Polymerase Chain Reaction-Melting Profiles) [33, 34]. Metody te były opracowane i pierwotnie stosowane przez Masnego i Płucienniczaka [29, 30] do różnicowania szczepów bakterii patogenicznych dla człowieka. Zastosowanie ich do badania różnicowania *P. s.* pv. *lachrymans* oraz innych bakterii towarzyszących objawom kanciastej plamistości ogórka pozwoliło na stwierdzenie dużych różnic w profilach DNA między poszczególnymi szczepami, co potwierdzało wyniki testów patogeniczności tych szczepów na roślinach, gdzie powodowały zróżnicowane natężenie objawów chorobowych [33, 34].

Duże zróżnicowanie *P. syringae* zostało także wykazane w analizach filogenetycznych czterech genów występujących w genomach bakteryjnych: *gyrB*, *rpoD*, *hrpL* i *hrpS*, przeprowadzonych przez Sawadę i in. [45]. W kolejnych badaniach [43, 44] wykazali oni, że horyzontalny transfer genów i rearanżacje w chromosomie bakteryjnym odgrywają dużą rolę w różnicowaniu *P. syringae*. Badania Sawady i in. [43, 44, 45] pozwoliły na zmapowanie klasteru genów *rrn* i wykazanie, że wielkość i struktura genomu *P. syringae* różni się między patowarami, a rearanżacje genomu na dużą skalę są powszechne. Z kolei Sarkar i Guttman [42] analizując zmienność bakterii z gatunku *P. syringae* podzielili jego genom na część podstawową (ang. core genome), kodującą białka niezbędne do życia bakterii, nie ulegającą horyzontalnemu transferowi genów oraz na część zmienną (ang. flexible genome), składającą się z różnych genów w zależności od szczepu bakterii, ulegającą horyzontalnemu transferowi genów. Badania Hwang i in. [16] wykazały, że nie ma wymiany genetycznej wewnątrz podstawowej części genomu. Natomiast geny należące do zmiennej części genomu, np. kodujące produkcję toksyn, łatwo i często ulegają horyzontalnemu transferowi genów.

Czynniki warunkujące patogeniczność bakterii na przykładzie *P. syringae* pv. *lachrymans*

Toksyny bakteryjne. Toksyny definiowane są jako nieenzymatyczne białka wydzielane przez patogena. Wywołują one chlorozy i nekrozy na liściach roślin i są szkodliwe dla nich nawet w małych stężeniach. Kodowane są przez geny zlokalizowane w chromosomie lub w plazmidach. Toksyny mają niską masę cząsteczkową i zbudowane są z aminokwasów. Wiele patowarów *P. syringae* wydziela toksyny, chociaż nazwano oraz opisano budowę i sposób działania tylko niektórych z nich, np: koronatynę wytwarza m.in. *P. s.* pv. *tomato*, a tabtoksynę patowary *tabaci* i *coronafaciens* [14, 39]. Przykładem bakterii, dla których dobrze opisano kilka rodzajów

wytwarzanych przez nie toksyn jest *P. s*. pv. *syringae*. Patowar ten produkuje cztery rodzaje toksyn, o budowie cyklicznych lipodepsinonapeptydów, będących analogami aminokwasowymi: syringomycynę, syringostatynę, syringotoksynę i syringopeptynę, które powodują gwałtowną lizę ściany komórkowej i powstawanie porów w błonie komórkowej, co w konsekwencji doprowadza do nekrozy tkanki roślinnej [39, 47]. Do tej pory nie scharakteryzowano dobrze toksyn wydzielanych przez *P. s*. pv. *lachrymans*. Shida i Misato [49] w filtracie uzyskanym z kultur bakterii z patowaru *lachrymans* zidentyfikowali toksynę o charakterze polisacharydu i masie molekularnej 27,500 Da. Toksyna ta powodowała nekrozy na liściach ogórka w stężeniu powyżej 0,1 ppm. Spitali i Smith [52] określili strukturę bocznego łańcucha lipopolisacharydu produkowanego przez patowar *lachrymans*. Natomiast badania Grgurina i in. [13] wykazały, że patowar ten zawiera cykliczną lipodepsinonapeptynę – syringopeptynę, oznaczoną jako SP 508, różniącą się jednak budową chemiczną od innych znanych syringopeptyn.

Bakteriocyny. Bakteriocyny to białka, często o dużej masie cząsteczkowej, produkowane przez szczepy niektórych patowarów (m.in. *lachrymans* czy *syringae*), wykazujące właściwości bakteriobójcze w stosunku do innych szczepów tego samego gatunku bakterii. Nie wiadomo, czy bakteriocyny wpływają na patogeniczność bakterii. Uważa się, że mogą one mieć znaczenie w czasie epifitycznego życia patogena, wpływając na eliminację konkurencyjnych bakterii [32, 55].

Enzymy. Chociaż większość patowarów *P. syringae* nie wytwarza enzymów biorących udział w patogenezie, to jednak bakterie z patowaru *lachrymans* wytwarzają poligalakturonazy i pektynazy [6, 15]. Prohezny i in. [36] stwierdzili, że aktywność pektolityczna patowaru *lachrymans* powoduje degradację ściany komórkowej zbudowanej z pektyn. Bakterie *P. syringae* pv. *lachrymans* wytwarzają również proteazę, wykazującą aktywność w pH 7–10. Ilość wytwarzanej proteazy wzrasta w miarę rozwoju choroby, a w miejscach nasiąkniętych wodą stwierdzono dużą koncentrację wolnych aminokwasów, które mogą powstać w wyniku rozkładu białek liści ogórka przez proteazę. Stwierdzono pozytywną korelację między patogenicznością szczepów, a ilością wytwarzanej przez nie proteazy [18, 19].

Polisacharydy zewnątrzkomórkowe (EPS). Na powierzchni komórek *P. syringae* pv. *lachrymans* występuje śluzowata otoczka, zbudowana m.in. z dwóch rodzajów polisacharydów: lewanu i alginianu. EPS uważane są za przyczynę powstawania charakterystycznych dla wielu bakterioz objawów chorobowych w postaci mokrych, uwodnionych plam [40]. Kiedy przestrzenie międzykomórkowe tkanki miękiszowej liścia, normalnie wypełnione powietrzem, zostają wypełnione bakteriami otoczonymi EPS, następują intensywne podziały komórkowe bakterii. Wydzielanie przez bakterie enzymów degradujących ściany komórkowe roślin powoduje wypływ z komórek roślinnych do przestrzeni międzykomórkowych jonów, aminokwasów, białek i wody niezbędnych do rozwoju bakterii. Na roślinach pojawiają się wtedy objawy chorobowe w postaci uwodnionych plam i wycieków komórek bakteryjnych [40, 56]. Uważa się, że rolą EPS jest ochrona komórek bakteryjnych przed nagłym wysychaniem

oraz przed indukowanymi, w efekcie degradacji składników ścian komórkowych, mechanizmami obronnymi rośliny. Przeprowadzono doświadczenia, w których stwierdzono, że po inokulacji patowarem *lachrymans* roślin ogórka rosnących w ciemności, kiedy dostępne są niewielkie ilości sacharozy, na roślinach nie powstawały typowe objawy chorobowe, a jedynie reakcja nadwrażliwości. Wynikało to prawdopodobnie z tego, że bakterie nie były w stanie wyprodukować odpowiedniej ilości EPS i obronić się przed roślinnym systemem odporności [22]. Wielocukier lewan syntetyzowany jest z sacharozy, obecnej powszechnie w przestrzeniach międzykomórkowych liścia jako transportowa forma cukru syntetyzowana w wyniku asymilacji przez rośliny. Lewan produkowany jest więc w roślinach zaraz po wniknięciu bakterii do przestrzeni międzykomórkowych liścia. Jednocześnie uwalniana jest glukoza, która służy jako źródło węgla do wzrostu bakterii. Aktywność lewan-sacharazy jest więc krytyczna w pierwszej fazie rozwoju choroby, natomiast w drugiej fazie istotniejsza staje się produkcja alginianu jako czynnika wirulencji. Stwierdzono, że wszystkie szczepy patowarów gatunku *P. syringae* powodujące uwodnienia i plamistości liści syntetyzują alginian w zainfekowanej tkance. Natomiast nie jest syntetyzowany np. przez gatunek *P. viridiflava*, który nie powoduje uwodnienia tkanek liścia [39].

Fitohormony. Patowary *P. syringae* wytwarzają hormony roślinne, takie jak auksyny, cytokininy czy etylen [39]. Badania Glickmann i in. [12] wykazały, że większość patowarów, w tym patowar *lachrymans*, wytwarza duże ilości auksyn, które prawdopodobnie biorą udział w patogenezie.

Siderofory. Są to niskocząsteczkowe związki, produkowane przez bakterie, mające zdolność do wychwytywania ze środowiska i wiązanie żelaza trójwartościowego [23]. Chelatowanie żelaza umożliwia bakteriom wzrost na pożywkach czy w środowiskach zawierających niewielkie ilości żelaza. Siderofory ułatwiają bakteriom rozmnażanie się wiążąc żelazo ze środowiska na i wokół rośliny, gdzie jego poziom jest zwykle zbyt niski w stosunku do potrzeb patogena [39]. Sideroforem jest fluoryzujący barwnik o charakterze białka, wydzielany przez *P. syringae* – pyowerdyna (fluoresceina). Pyowerdyny zawierają łańcuch białkowy – chromofor i kwas dikarboksylowy. Stwierdzono, ze schelatowane siderofory szczepów należących do patowarów *syringae*, *aptata*, *morsprunorum*, *tomato* oraz do gatunku *P. viridiflava* miały taką samą budowę aminokwasową [4].

Podsumowanie

W niniejszej pracy przedstawiono aktualną wiedzę dotyczącą ważnego patogena ogórka gruntowego, jakim jest *P. syringae* pv. *lachrymans*. Badania dowiodły dużego zróżnicowania pomiędzy szczepami patowaru *lachrymans*, zarówno na poziomie biologicznym (objawy chorobowe na ogórku), jak i molekularnym. Zastosowanie metod molekularnych pozwoliło na zobrazowanie dużego zróżnicowania między szczepami *P. syringae* pv. *lachrymans*. Nie ma natomiast opracowanych specyficz-

nych sekwencji DNA, które można by wykorzystać do identyfikacji szczepów tego patowaru. Do jego identyfikacji stosuje się metody tradycyjne, takie jak testy fizjologiczno-biochemiczne oraz test patogeniczności. I choć czasem nie dają one jednoznacznych wyników, to jednak zapewne jeszcze przez długi czas będą podstawą identyfikacji tych bakterii, ponieważ badań dotyczących tego patowaru prowadzi się niewiele.

Literatura

[1] Bradbury J.F. 1986. Guide to plant pathogenic bacteria. CAB International Mycological Institute, Ferry Lane, Kew, Surrey: 154–177.

[2] Bruijn de F.J., Rademaker J., Schneider M., Rossbach U., Louws F.J. 1996. Rep-PCR genomic fingerprinting of plant-associated bacteria and computer-assisted phylogenetic analyses. Mat. konf. nauk. „Biology of Plant-Microbe Interaction. Proceedings of the 8th International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions". St.Paul, 1993: 497–502.

[3] Buell C.R., Joardar V.R., Lindeberg M., 41 innych autorów. 2003. The complete genome sequence of the *Arabidopsis* and tomato pathogen *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 *Proc. Natl. Acad. Sci*. 100(18): 10181–10186.

[4] Bultreys A., Gheysen I. 2000. Production and comparison of peptide siderophores from strains of distantly related pathovars of *Pseudomonas syringae* and *Pseudomonas viridiflava* LMG 2352. *Appl. Eniron. Microbiol*. 66 (1): 325–331.

[5] Chet I., Zilberstein Y., Henis Y. 1973. Chemotaxis of *Pseudomonas lachrymans* to plant extracts and to water droplets collected from the leaf surfaces of resistant and susceptible plants. *Physiol. Plant Pathol*. 3: 473–479.

[6] Collmer A., Bauer D.W., He S.Y., Lindeberg M., Kelemu S., Rodriguez-Palenzuela P., Burr T.J., Chatterjee A.K. 1991. Pectic enzyme production and bacterial plant pathogenicity. W: Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions. H. Hennecke, D.P.S. Verma (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, v.1: 65–72.

[7] DeLey J. 1968. DNA base composition and hybridization in the taxonomy of phytopathogenic bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol*. 6: 63–90.

[8] Elliott C. 1951. Manual of bacterial plant pathogens. Chronica Botanica, Waltham, Mass: 186 ss.

[9] Feil H., Feil W.S., Chain P.S., 17 innych autorów. 2005. Comparison of the complete genome sequences of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* B728a and pv. *tomato* DC3000. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102: 11064–11069.

[10] Gardan L., Shafik H., Belouin S., Broch R., Grimont F., Grimont P.A.D. 1999. DNA relatedness among the pathovars of *Pseudomonas syringae* and description of *Pseudomonas tremae* sp. nov. and *Pseudomonas cannabina* sp. nov. (ex SUTIC and DOWSON, 1959). *Int. J. Syst. Bact*. 49: 469–478.

[11] Garrity G.M., Bell J.A., Lilburn T.G. 2004. Taxonomic outline of the *Prokaryotes*. W: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 2 wyd. Springer, New York.

[12] Glickmann E., Gardan L., Jacquet S., Hussain S., Elasri M., Petit A., Dessaux Y. 1998. Auxin production is a common feature of most pathovars of *Pseudomonas syringae*. *MPMI* 11(2): 156–162.

[13] Grgurina I., Bensaci M., Pocsfalvi G., Mannina L., Cruciani O., Fiore A., Fogliano V., Sorensen K.N., Takemoto J.Y. 2005. Novel cyclic lipodepsipeptide from *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* strain 508 and syringopeptin antimicrobial activities. *Antimicrob. Agents Ch.* 49(12): 5037–5045.

[14] Gross D.C. 1991. Molecular and genetic analysis of toxin production by pathovars of *Pseudomonas syringae*. *Ann. Rev. Phytopathol*. 29: 247–278.

[15] Hildebrand D.C. 1971. Pectate and pectin gels for differentiation of *Pseudomonas* spp. and other bacterial plant pathogens. *Phytopathology* 61: 1430–1436.

[16] Hwang M.S.H., Morgan R.L., Sarkar S.F., Wang W., Guttman D.S. 2005. Phylogenetic characterization of virulence and resistance phenotypes of *Pseudomonas syringae*. *Appl. Environ. Microbiol*. 71: 5182–5191.

[17] Joardar V., Lindeberg M., Jackson R.W., 29 innych autorów. 2005. Whole-genome sequence analysis of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* 1448A reveals divergence among pathovars in genes involved in virulence and transposition. *J. Bacteriol*. 187: 6488–6498.

[18] Keen N.T., Williams P.H., Walker J.C. 1967. Characterization of a protease produced by *Pseudomonas lachrymans*. *Phytopathology* 57: 257–262.

[19] Keen N.T., Williams P.H., Walker J.C. 1967. Protease of *Pseudomonas lachrymans* in relation to cucumber angular leaf spot. *Phytopathology* 57, 263–270.

[20] King E.O., Ward N.K., Raney D.E. 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. *J. Lab. Clin. Med*. 44: 301–307.

[21] Klement Z., Farkas G.L., Lovrekovich L. 1964. Hypersensitive reaction induced by phytopathogenic bacteria in the tobacco leaf. *Phytopathology* 54: 474–477.

[22] Klement Z., Gross M., Rudolph K. 1987. Leaf necrosis instead of water-soaking due to light deficiency after inoculation with *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. Mat. konf. nauk. Proc. 6th Int. Conf. Plant Path. Bact." Dordrecht, Boston, Lancaster, Maryland 1987: 430–436.

[23] Kryczyński S., Mańka M., Sobiczewski P. 2002. Słownik fitopatologiczny. Wydawnictwo Hortpress, Warszawa: 9, 106, 165.

[24] Lelliott R.A., Stead D.E. 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. W: Methods in Plant Pathology. T.F. Preece (red.), 6. Blackwell Scientific Publications, Oxford, v. 2: 44–56.

[25] Lelliott R.A., Billing E., Hayward A.C. 1966. A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic Pseudomonads. *J. Appl. Bacteriol*. 29: 470–489.

[26] Louws F.J., Fulbright D.W., Stephens Ch.T., de Bruijn F.J. 1994. Specific genomic fingerprints of phytopathogenic *Xanthomonas* and *Pseudomonas* pathovars and strains generated with repetitive sequences and PCR. *Appl. Environ. Microbiol*. 60: 2286–2295.

[27] Manceau C., Brin C. 2003. Pathovars of *Pseudomonas syringae* are structured in genetic populations allowing the selection of specific markers for their detection in plant samples. W: *Pseudomonas syringae* and Related Pathogens. Biology and Genetic. N.S. Iacobellis, A. Collmer, S.W. Hutcheson, J.W. Mansfield, C.E. Morris, J. Murillo, N.W. Schaad, D.E. Stead, G. Surico, M.S. Ullrich (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 503–512.

[28] Manceau C., Horvais A. 1996. Assessment of genetic diversity among strains of *Pseudomonas syringae* by PCR-restriction fragment length polymorphism analysis of rRNA operons with special emphasis on *P. syringae* pv. tomato. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 498–505.

[29] Masny A., Plucienniczak A. 2001. Fingerprinting of bacterial genomes by amplification of DNA fragments surrounding rare restrictions sites. *Bio Techniques* 31: 930–936.

[30] Masny A., Plucienniczak A. 2003. Ligation mediated PCR performed at low denaturation temperatures – PCR melting profiles. *Nucl. Acids Res*. 31: 114–119.

[31] Naumann K. 1986. Stand der Erkenntnisse über die Genetik der Resistenz gegenüber pflanzenpathogenen Bakterien. *Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz* 22(5): 367–388.

[32] Nomura M. 1967. Colicins and related bacteriocins. *Ann. Rev. Microbiol.* 21: 257–284.

[33] Olczak-Woltman H. 2006. Podstawy genetyczne hodowli odpornościowej ogórka (*Cucumis sativus* L.) na bakteryjną kanciastą plamistość (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* YOUNG et al.). Praca doktorska, SGGW, Warszawa: 110 ss.

[34] Olczak-Woltman H., Masny A., Bartoszewski G., Płucienniczak A., Niemirowicz-Szczytt K. 2007. Genetic diversity of *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* strains isolated from cucumber leaves collected in Poland. *Plant Pathology* 56: 373–382.

[35] Pecknold P.C., Grogan R.G. 1973. Deoxyribonucleic acid homology groups among phythopathogenic *Pseudomonas* species. *Int. J. Syst. Bacteriol*. 23: 111–121.

[36] Pohronezny K., Larson P.O., Leben C. 1977. Observations on cucumber fruit invasion by *Pseudomonas lachrymans*. *Plant Dis. Rep*. 62: 306–309.

[37] Riffaud C.M.-H., Glaux C., Guilbaud C., Dominguez H., Prior P., Morris C.E. 2003. Epidemiological clues for developing methods of control of bacterial blight of cantaloupe caused by *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*. W: *Pseudomonas syringae* and Related Pathogens. Biology and Genetic. N.S. Iacobellis, A. Collmer, S.W. Hutcheson, J.W. Mansfield, C.E. Morris, J. Murillo, N.W. Schaad, D.E. Stead, G. Surico, M.S. Ullrich (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 3–15.

[38] Rudolph K., Roy MA., Sasser M. 1990. Isolation of bacteria. W: Methods in Phytobacteriology. Z. Klement, K. Rudolph, D.C. Sands (red.), Akadémiai Kiadó, Budapest: 229–230.

[39] Rudolph K.W.E. 1995. *Pseudomonas syringae* pathovars. W: Pathogenesis and Host Specificity in Plant Diseases. Histopathological, Biochemical, Genetic and Molecular Bases. U.S. Singh, R.P. Singh, K. Kohmoto (red.), Pergamon, Elsevier Science, Langford Lane, New York, Tokyo, v.1: 47–138.

[40] Rudolph K.W.E., Gross M., Neugebauer M., Hokawat S., Zachowski A., Wydra K., Klement Z. 1989. Extracellular polysaccharides as determinants of leaf spot diseases caused by Pseudomonads and Xanthomonads. W: Phytotoxins and Plant Pathogenesis. A. Graniti, R.D. Durbin, i A. Ballio (red.), NATO ASI Series, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, v. H27: 177–218.

[41] Sands D.C. 1990. Physiological criteria – determinative tests. W: Methods in Phytobacteriology. Z. Klement, K. Rudolph i D.C. Sands (red.), Akadémiai Kiadó, Budapest: 133–141.

[42] Sarkar S.F., Guttman D.S. 2004. Evolution of the core genome of *Pseudomonas syringae*, a highly clonal, endemic plant pathogen. *Appl. Environ. Microbiol*. 70: 1999–2012.

[43] Sawada H., Shigehiko K., Masataka T., Suzuki F., Azegami K., Saitou N. 2002. A phylogenomic study of the OCTase genes in *Pseudomonas syringae* pathovars: the horizontal transfer of the argK-tox cluster and the evolutionary history of OCTase genes on their genomes. *J. Mol. Evol.* 54: 437–457.

[44] Sawada H., Suzuki F., Matsuda I., Saitou N. 1999. Phylogenetic analysis of *Pseudomonas syringae* pathovars suggests the horizontal gene transfer of argK and the evolutionary stability of hrp gene transfer. *J. Mol. Ewol.* 49: 627–644.

[45] Sawada H., Takeuchi T., Matsuda I. 1997. Comparative analysis of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* and pv. *phaseolicola* based on phaseolotoxin-resistant ornithine carbamoyltransferase gene (*argK*) and 16S-23S sRNA intergenic spacer sequences. *Appl. Environ. Microbiol*. 63: 282–288.

[46] Schaad N.W., Jones J.B., Chun W. 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. III wyd. APS Press, St. Paul, Minnesota: 373 ss.

[47] Segre A., Bachmann R.C., Ballio A., Bossa F., Grgurina I., Iacobellis N.S., Marino G., Pucci P., Simmaco M., Takemoto J.Y. 1989. The structure of siringomycins A1, E and G. *FEBS Lett*. 255: 27–31.

[48] Sherf A.F., Macnab A.A. 1986. Vegetable diseases and their control. Wiley-Interscience Publ., New York, Singapore: 311–315.

[49] Shida T., Misato T. 1981. Studies on cucumber angular leaf spot disease. Necrosis-inducing toxin production by *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*. *Sci. Pap. Inst. Phys. Chem. Res*. 75: 4853.

[50] Sobiczewski P., Schollenberger M. 2002. Bakteryjne choroby roślin ogrodniczych. Wydawnictwo PWRiL, Warszawa: 98–100.

[51] Song W.Y., Sechler A.J., Hatziloukas E., Kim H.M., Schaad N.W. 2003. Use of PCR for rapid identification of *Acidivorax avenae* and *A. avenae* subsp. *citrulli*. W: *Pseudomonas syringae* and Related Pathogens. Biology and Genetic. N.S. Iacobellis, A. Collmer, S.W. Hutcheson, J.W. Mansfield, C.E. Morris, J. Murillo, N.W. Schaad, D.E. Stead, G. Surico, M.S. Ullrich (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 531–544.

[52] Spitali M., Smith A.R.W. 2000. Structure of lipopolysaccharide side-chain of *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* NCPPB 1096, in relation to O-serogroup. *J. Phytopathol*. 148: 563–568.

[53] Stead D.E., Simpkins S.A., Weller S.A., Hennessy J., Aspin A., Stanford H., Smith N.C., Elphistone J.G. 2003. Classification and identification of plant pathogenic *Pseudomonas* species by REP-PCR derived genetic fingerprints. W: *Pseudomonas syringae* and Related Pathogens. Biology and Genetic. N.S. Iacobellis, A. Collmer, S.W. Hutcheson, J.W. Mansfield, C.E. Morris, J. Murillo, N.W. Schaad, D.E. Stead, G. Surico, M.S. Ullrich (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 411–420.

[54] Sundin G.W., Jacobs J.L., Murillo J. 2000. Sequence diversity of rulA among natural isolates of *Pseudomonas syringae* and effect on function of rulAB-mediated UV radiation tolerance. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 5167–5173.

[55] Vidaver A.K. 1976. Prospects for control of phytopathogenic bacteria by bacteriophages and bacteriocins. *Ann. Rev. Phytopathol*. 14: 451–465.

[56] Williams P.H., Keen N.T. 1967. Histology of infection by *Pseudomonas lachrymans*. *Phytopathology* 57: 254–256.

[57] Yakovleva L.M., Gvozdyak R.I., Zdorovenko G.M., Gubanova N.Y., Solyanik L.P. 1994. Structure and functions of lipopolysaccharides from *Pseudomonas syringae* (serogroup II). Mat. konf. nauk. "Plant Pathogenic Bacteria". Paryż, 1994: 669–674.

[58] Young J.M., Triggs C.M. 1994. Evaluation of determinative tests for pathovars of *Pseudomonas syringae* VAN HALL 1902. *J. Appl. Bacteriol*. 77: 195–207.

[59] Young J.M., Saddler G.S., Takikawa Y., De Boer S.H., Vauterin L., Gardan L., Gwozdyak R.I., Stead D.E. 1996. Names of plant pathogenic bacteria 1864–1995. *Rev. Plant Path.* 75: 721–263.

Characteristics and identification methods of phytopathogenic bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*

Key words: cucumber angular leaf spot, *P. syringae* pv. *lachrymans* identification, molecular differentiation of plant's pathogens

Summary

Paper presents the current state of knowledge about the bacterial species *Pseudomonas syringae* with emphasis on *P. syringae* pv. *lachrymans* – an important cucumber pathogen. The knowledge about the pathovar *lachrymans* is still insufficient because most projects on *P. syringae* concern pathovars *tomato* or *syringae*. However, the research carried out so far reveal a great differentiation among strains of pathovar *lachrymans*, on both the biological and molecular level. Although molecular methods illustrated the differences between strains, there are no molecular markers used for identifying this pathovar. For this purpose there are still used traditional biochemical and physiological methods as well as pathogenicity test which – despite of its disadvantages – will be probably used for identification of *P. syringae* pv. *lachrymans* strains for a long time yet.

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 81–91

Wpływ wybranych czynników na akumulację antocyjanów w roślinach*

Anna Grzesiuk, Henryk Dębski, Marcin Horbowicz
Instytut Biologii, Akademia Podlaska w Siedlcach
ul. Prusa 12, 08-110 Siedlce
e-mail: grzesiuk@ap.siedlce.pl

Słowa kluczowe: antocyjany, akumulacja, czynniki zewnętrzne, czynniki wewnętrzne

Wstęp

Antocyjany są związkami flawonoidowymi powszechnie występującymi w owocach, warzywach i w kwiatach. Barwniki antocyjanowe są na ogół glikozydami, w których reszty cukrowe związane zostały z niecukrowymi aglikonami – antocyjanidynami. Dotychczas w roślinach stwierdzono obecność i poznano struktury kilkuset cukrowych pochodnych antocyjanidyn. Najpowszechniej występującymi antocyjanidami są cyjanidyna, pelargonidyna i delfinidyna. O barwie owoców, warzyw lub kwiatów zawierających barwniki antocyjanowe decyduje zwykle jeden lub najwyżej kilka występujących w największych stężeniach antocyjanów. Czasem jednak, jak w przypadku kwiatów, na intensywność i odcień ich barwy ma wpływ mieszanina nawet kilkunastu antocyjanów. Zabarwienie tkanek roślinnych spowodowane przez antocyjany zależy też w dużym stopniu od pH soku komórkowego. W środowisku kwaśnym barwniki te są czerwone, lecz w miarę wzrostu pH środowiska przechodzą w odcienie czerwono-fioletowe, a następnie w niebieskie. Na barwę tkanek roślinnych wpływa również zdolność tworzenia przez antocyjany kompleksów z kationami metali. W niniejszym przeglądzie literatury naukowej omówiono wpływ niektórych czynników zewnętrznych i wewnętrznych na poziom antocyjanów w tkankach roślin.

* Publikacja powstała w ramach realizacji projektu badawczego nr N310 040 31, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Wpływ światła na biosyntezę antocyjanów

Światło jest jednym z najważniejszych czynników środowiskowych wpływających na wzrost i rozwój roślin. Jest ono niezbędne do fotosyntezy, ale także oddziałuje na wiele innych procesów fizjologicznych roślin jak kiełkowanie, wzrost, ruchy, kwitnienie i inne. Wykazano, że światło może także wpływać na wybarwianie owoców. Niektóre odmiany jabłek przechowywane w ciemności lub dojrzewające przy zbyt słabym świetle nie czerwienieją. Spowodowane jest to zależnością biosyntezy antocyjanów zawartych w jabłkach od obecności światła widzialnego, zwłaszcza jego części o krótkich długościach fal, a także promieniowania UV [29]. Światło powoduje aktywację genu lub genów odpowiedzialnych za syntezę enzymów katalizujących przemiany flawonoidów, w tym biosyntezę antocyjanów [57]. Bulwy niektórych odmian ziemniaka wytwarzają antocyjany bez dostępu światła. Jednak i w tym wypadku zastosowanie bezpośredniego światła wzmagało wyraźnie nagromadzanie tych barwników w bulwach [31]. Z kolei naświetlanie części nadziemnych ziemniaka w małym stopniu stymulowało biosyntezę antocyjanów w bulwach. Wówczas najpierw następowała synteza antocyjanów w pędzie, a dopiero potem w częściach podziemnych. Autorzy sugerują, że w liściach pod wpływem światła wytwarzany jest nieznany związek, który następnie zostaje przeniesiony do innych organów rośliny, takich jak pędy i bulwy, dając sygnał do syntezy barwników antocyjanowych [31].

Dowiedziono, że w jabłkach zależność między akumulacją antocyjanów a natężeniem padającego światła ma charakter liniowy [29, 47]. Stwierdzono, że zwłaszcza światło niebiesko-fioletowe i UV jest pod tym względem najbardziej efektywne, daleka czerwień zaś wpływa najmniej lub nawet działa hamująco [47].

Według jednej z hipotez światło niebieskie aktywuje kanały anionowe występujące w błonach tonoplastu, zwiększając akumulację antocyjanów w wakuolach siewek *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. [39]. Podanie związku blokującego kanały (kwasu 5-nitro-2-(3-fenylpropylamino)-benzoesowego) powodowało obniżenie poziomu antocyjanów o 72%, nie wpływając na aktywność głównych enzymów szlaku biosyntezy antocyjanów.

W biosyntezie antocyjanów oprócz światła również węglowodany mogą odgrywać pewną rolę, dostarczając odpowiednich substratów oraz indukując geny za tę biosyntezę odpowiedzialne [26]. Wybarwienie kwiatów roślin rosnących na świetle o natężeniu 1000 luksów było jaśniejsze niż wystawionych na światło o natężeniu 10000–15000 luksów. Ograniczenie dostępu światła do łodyg i liści badanej rośliny objawiało się również jaśniejszą barwą kwiatów. Gdy pąki kwiatowe wraz z łodygą umieszczono w roztworach sacharozy intensywność wybarwiania kwiatów była wprost proporcjonalna od stężenia zastosowanego cukru. Zjawisko to występowało niezależnie od panujących warunków świetlnych. Aktywność kilku enzymów wpływających na biosyntezę antocyjanów (syntazy chalkonowej, izomerazy chalkonowej,

reduktazy 4-dihydroflawonolowej) także ulegała podwyższeniu w miarę wzrostu stężenia sacharozy. Rezultaty te sugerują, że niskie natężenie światła wpływa na wybarwianie kwiatów poprzez redukcję procesu fotosyntezy, co prowadzi do obniżenia zawartości cukrów rozpuszczalnych w soku komórkowym płatków kwiatów i prowadzi do represji genów kodujących syntezę enzymów odgrywających rolę w biosyntezie antocyjanów [26].

Rola składników mineralnych w biosyntezie antocyjanów

Odpowiedzią roślin na zaburzenia w dostępności składników mineralnych może być zwiększenie poziomu barwników antocyjanowych, czego przykładem są tkanki jabłek odmiany 'Elstar', w których zawartość antocyjanów była ujemnie skorelowana z zawartością azotu i magnezu [2]. Podobne zjawisko wystąpiło w rzodkiewniku (*Arabidopsis thaliana*), który reagował na niedobór azotu i fosforu poprzez podwyższanie zawartość antocyjanów w liściach [15, 54]. Zbliżonym przykładem jest wzmożona synteza antocyjanów w siewkach kukurydzy [30] i gryki [28] narażonych na niedostatek azotu, potasu i fosforu. Zwiększenie biosyntezy antocyjanów w efekcie niewystarczających stężeń azotu i fosforu w pożywce obserwowano również w przypadku zawiesin komórek kilku gatunków roślin [17, 36, 43], w następstwie zaś uzupełnienia pożywki azotem zawartość antocyjanów zmniejszyła się [42]. Potwierdzeniem istotnego wpływu fosforu na poziom antocyjanów jest reakcja specyficznego mutanta rzodkiewnika (*Arabidopsis thaliana*) niezdolnego do utrzymywania odpowiednio wysokiego wewnątrzkomórkowego stężenia fosforu. Występuje w nim prawie 100 razy wyższa zawartość antocyjanów niż w normalnym fenotypie [67]. Zwiększona akumulacja barwników może też być objawem niedoboru siarczanów, jak okazało się u rzodkiewnika [38] oraz magnezu, co stwierdzono w tkankach jabłek [2].

Jony wapnia wykazują dodatni wpływ na syntezę antocyjanów. Przykładem jest kultura kalusa marchwi, w której zwiększenie poziomu wapnia pobudza produkcję tych barwników, natomiast dodanie inhibitorów transportu wapnia wpływa na obniżenie zawartości antocyjanów [56]. Zbliżonym przykładem jest też wzrost stężenia flawonoidów (w tym antocyjanów) i jednoczesne intensywniejsze wybarwienie jabłek w wyniku zwiększonego nawożenia wapniem drzew jabłoni [2].

Mechanizm lub mechanizmy wpływu makroelementów na syntezę antocyjanów są nadal mało poznane. Wydaje się, że związki te mogą oddziaływać na produkcję barwników bezpośrednio, na poziomie enzymów lub genów. Niedobory azotu i fosforu wywołują bowiem wzrost aktywności amoniakoliazy fenyloalaniny (PAL) oraz reduktazy dihydroflawonolowej (DFR) [59]. Bongue-Bartelsman i Phillips [3] wykazali, że deficyt azotu wpływa na znaczny wzrost poziomu mRNA specyficznego dla syntazy chalkonowej, izomerazy chalkonowej i reduktazy dihydroflawonolowej. Natomiast u rzodkiewnika niedobór azotu powoduje zwiększenie transkrypcji dwóch antocyjano-

wych genów regulatorowych *PAP1* i *PAP2* wpływających na aktywność syntazy chalkonowej i innych enzymów działających w szlaku biosyntezy flawonoidów [4].

Niedobory składników mineralnych mają także niekorzystny wpływ na przebieg fotosyntezy, co może prowadzić do zwiększonej wrażliwości na wysokie natężenie światła i indukować stres oksydacyjny w komórkach. Produkcja fotoochronnych barwników, takich jak antocyjany może chronić komórki przed oksydacyjnymi uszkodzeniami wywołanymi przez światło [23].

Wpływ patogenów i uszkodzenia tkanek na nagromadzanie antocyjanów

Atak patogena wywołuje w roślinie mechanizm obronny, którego efektem jest między innymi produkcja obronnych białek, modyfikacja ściany komórkowej oraz aktywacja biosyntezy flawonoidów, w tym także antocyjanów [16]. Wytwarzanie barwników jest często jednym z objawów zakażenia patogenem grzybowym, co wykazano w przypadku kukurydzy zainfekowanej grzybem *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. wywołującym antraknozę [24]. Infekcja pochodzenia bakteryjnego także może powodować objawy w postaci zwiększonej syntezy antocyjanów, co zostało stwierdzone w roślinach bawełny [25]. Również efektem działania elicytora typu grzybowego była wzmożona produkcja antocyjanów w kulturze kalusa marchwi [44]. Biosynteza i akumulacja antocyjanów może być odpowiedzią rośliny na uszkodzenia, zarówno mechaniczne, jak i spowodowane żerowaniem owadów, co zaobserwowano w roślinach petunii [58]. Ostatnio stwierdzono, że usunięcie kwitnącego pędu w *Arabidopsis thaliana* powodowało wzmożoną biosyntezę antocyjanów w liściach [32].

Zwiększona akumulacja antocyjanów jest zazwyczaj skorelowana z poziomem wrażliwości rośliny na czynnik chorobotwórczy i stanowi wskaźnik odporności lub nadwrażliwości żywiciela [24, 25]. W roślinach wrażliwych, takich jak siewki sorga oraz w kulturze komórkowej marchwi, produkcja barwników jest hamowana [22, 33]. W siewkach sorga indukowaną światłem syntezę barwników antocyjanowych można też zahamować poprzez inokulację niepatogennym grzybem [33]. Stwierdzono, że zmniejszenie wytwarzania antocyjanów następuje w wyniku represji transkrypcji genów kodujących enzymy przeprowadzające proces ich biosyntezy. Jednocześnie zaobserwowano, że spadkowi zawartości antocyjanów towarzyszy wzrost poziomu fitoaleksyn [33]. Sugerowane jest, że taka reakcja może być związana z hamowaniem przez rośliny mniej ważnych procesów metabolicznych, jak np. syntezy antocyjanów, w celu zwiększenia intensywności biosyntezy substancji o bezpośrednim znaczeniu dla przeżycia i zahamowania choroby.

Indukcja biosyntezy antocyjanów w wyniku ataku patogena odbywa się na ogół przy udziale kwasu jasmonowego (JA) lub jego estru metylowego (JA-Me), znanych

elementów systemu wewnątrzkomórkowej obrony [12, 48]. Mechaniczne uszkodzenie, żerowanie roślinożerców czy inwazja patogena powodują uwolnienie z fosfolipidów błon kwasu linolenowego, który poprzez szlak oktadekanowy jest przekształcany do kwasu jasmonowego. Zwiększone stężenie kwasu jasmonowego w komórce wpływa na ekspresję wielu różnych genów uczestniczących w mechanizmach obronnych, jak również genów zaangażowanych w biosyntezę antocyjanów [20]. Egzogenny kwas jasmonowy lub jego pochodne zwiększają akumulację barwników u wielu gatunków roślin [12, 50, 51, 52, 58].

Nie wydaje się jednak, aby antocyjany bezpośrednio uczestniczyły w oddziaływaniach z czynnikiem chorobotwórczym, gdyż są one magazynowane tylko w zdrowych, nie narażonych na infekcję komórkach epidermy otaczających obszar uszkodzenia dopiero po zahamowaniu rozwoju patogena [25]. Ich funkcja nie została jeszcze do końca wyjaśniona. Jedną z głównych odpowiedzi roślin na zranienie czy infekcję jest akumulacja związków fenolowych oraz reaktywnych form tlenu, szkodliwych nie tylko dla patogena, ale również dla komórek roślinnych. Wydaje się jednak, że antocyjany nagromadzane w komórkach na granicy uszkodzeń, dzięki zdolności dezaktywacji wolnych rodników oraz tworzenia kopigmentów ze związkami fenolowymi mogą wspomagać ochronę zdrowych tkanek przed gromadzącymi się wówczas toksycznymi metabolitami.

Wpływ stresów środowiskowych na akumulację antocyjanów

Rośliny mogą nagromadzać antocyjany w odpowiedzi na różne czynniki środowiskowe, które bezpośrednio lub pośrednio prowadzą do powstania deficytu wody. Zwiększona biosynteza tych barwników występuje jako reakcja na suszę, jako efekt niskiej temperatury panującej podczas wegetacji roślin lub pod wpływem zasolenia gleby [6, 7, 55].

Wysoki poziom antocyjanów jest często dodatnio skorelowany z wyższą odpornością danej rośliny na chłód [11], zasolenie [62], jak również na deficyt wody [66]. Nie ma jednak dowodów, że susza bezpośrednio indukuje syntezę tych związków, co wykazano na przykładzie ogórka. W poddanych stresowi wodnemu siewkach ogórków zwiększona produkcja barwników antocyjanowych następowała tylko wówczas, gdy rośliny narażone były dodatkowo na działanie promieni UV-B [66]. Podobne zjawisko stwierdzono u roślin *Eucalyptus nitens*, gdzie zaobserwowano zwiększone nagromadzenie antocyjanów pod wpływem niskiej temperatury, ale tylko w liściach siewek wystawionych na bezpośrednie działanie słońca [11]. Deficyt wody, oraz czynniki pośrednio prowadzące do jego wystąpienia, wpływają na obniżenie procesu fotosyntezy i wzrost fotoinhibicji. Ponieważ antocyjany, które akumulowane są głównie w komórkach epidermy, absorbują światło w zakresie podobnym do chlorofilu b, mogą więc chronić leżące głębiej komórki miękiszu asymilacyjnego przed nadmiarem energii świetlnej, zapobiegając tworzeniu reaktywnych form tlenu i oksydacyjnym uszko-

dzeniom komórek [6, 34, 55]. Chalker-Scott [6, 7] sugeruje, że antocyjany, oprócz fotoprotekcji, mogą również pełnić funkcję osmoregulatorów w komórkach. Ponieważ są one osmotycznie czynne, ich nagromadzenie w wakuolach może pozwolić utrzymać odpowiedni potencjał wodny w warunkach deficytu wody oraz zapobiec krystalizacji lodu, zwiększając wytrzymałość roślin na niską temperaturę. Jednakże zawartość antocyjanów, która nawet w jaskrawoczerwonych liściach wynosi od 1 do 4 mmol kg^{-1}, wydaje się zbyt niska, aby mogły one odgrywać znaczącą rolę w osmoregulacji [34].

Dobrym obiektem do badania wpływu temperatury na biosyntezę antocyjanów są kilkudniowe etiolowane siewki roślin [61]. Wykazano, że wystawione na światło siewki *Pinus banksiana* Lamb. nagromadzały dwukrotnie więcej antocyjanów w temperaturze 5°C niż w 15°C [40]. Również siewki gorczycy (*Sinapis alba* L.) rosnące w temperaturze 20 i 30°C reagowały w zbliżony sposób [27]. Interesujące zjawisko wystąpiło w siewkach *Polygonum cuspidatum* Siebold & Zucc. [64]. W temperaturze 5°C siewki wystawione na światło białe nagromadzały antocyjany jedynie w górnej części hypokotyla i w liścieniach, zaś przy 25°C zaś biosynteza rozpoczynała się najpierw w dolnej części hypokotyla, a potem stopniowo obejmowała całą siewkę. W niższej temperaturze (5°C) inicjacja biosyntezy antocyjanów w siewkach następowała zarówno pod wpływem światła czerwonego jak też niebieskiego oraz w zakresie bliskiego nadfioletu (BN), natomiast w temperaturze 25°C jedynie światło BN okazało się efektywne [64]. W siewkach rosnących w temperaturze 5°C fitochrom i antocyjany występowały jednocześnie, natomiast w siewkach rosnących w 25°C fitochrom ulegał szybkiemu rozkładowi, co wskazuje na niejednoznaczną jego rolę w biosyntezie antocyjanów. Biosynteza antocyjanów w dojrzałych roślinach jest również zależna od temperatury. Zawartość antocyjanów w kwiatach astrów rosnących w temperaturze 29°/21°C (dzień/noc) była o połowę niższa, niż w kwiatach roślin rosnących w temperaturach 17°/9°C [53]. Jednocześnie wyższa temperatura uprawy prowadziła do obniżenia aktywności ważnych enzymów szlaku biosyntezy antocyjanów – amoniakoliazy fenyloalaninowej (PAL) i izomerazy chalkonowej (CHI). Efektem tego rodzaju zależności może być stwierdzenie, że dojrzewające owoce winogron nagromadzają wyższe ilości antocyjanów podczas przechowywania w 20°C, niż w temperaturze 30°C [65].

Rola regulatorów wzrostu w biosyntezie antocyjanów

Endogenne jasmoniany, głównie kwas jasmonowy (JA) i jasmonian metylu (JA-Me), których biosynteza jest indukowana w roślinach po uszkodzeniu mechanicznym, infekcji przez patogeny i w wyniku żerowania szkodników, stanowią przekaźnik informacji między sygnałem stresowym a reakcją stresową, polegającą głównie na indukcji ekspresji różnych genów i biosyntezie specyficznych białek obronnych [12, 18]. Jasmoniany pełnią też ważną rolę w biosyntezie wielu metabolitów wtórnych, w tym różnych flawonoidów [45, 48]. Stwierdzono, że jasmonian metylu stymuluje biosyntezę i nagromadzanie się antocyjanów w siewkach soi [20],

rzodkiewnika [19], jabłkach [46], liściach i łodygach tulipanów [51], pędach brzoskwiń [52], w łodydze *Crassula multicava* LEM. [49], oraz pędach *Kalanchoe blossfeldiana* POELLN. [50]. Szczególnie wyraźny wpływ kwasu jasmonowego obserwowano w zawiesinie komórkowej winogron, gdzie pod wpływem tego regulatora zawartość antocyjanów wzrosła kilkakrotnie [13]. Wykazali w tym przypadku synergistyczne działanie światła i kwasu jasmonowego.

W roślinach rzodkiewnika (*Arabidopsis thaliana*) traktowanych cytokininą (benzyloadeniną) wykazano wzrost aktywności głównych enzymów szlaku biosyntezy antocyjanów: amoniakoliazy fenyloalaninowej (PAL), syntazy chalkonowej (CHS), izomerazy chalkonowej (CHI) i reduktazy dihydroflawonolowej (DFR), co prowadziło do zwiększonej akumulacji antocyjanów [14]. W innej pracy dotyczącej wpływu cytokinin (zeatyny i kinetyny) na rośliny rzodkiewnika oceniano wpływ światła niebieskiego na biosyntezę antocyjanów [8]. Zauważono, że niebieskie światło stymulowało biosyntezę antocyjanów, a zastosowanie wymienionych cytokinin wzmacniało ten efekt.

W regenerowanych pędach rośliny *Torenia fournieri* LINDEN stwierdzono, że zwiększanie zawartości endogennego kwasu abscysynowego (ABA) indukowało biosyntezę antocyjanów oraz degradację chlorofilu [37]. Poziom antocyjanów był wyższy w pędach *Torenia fournieri* podczas ich regeneracji w pożywce zawierającej 7% sacharozy, względem pożywki zawierającej 1,5% tego węglowodanu. Prawdopodobnie wyższe stężenie sacharozy stymulowało biosyntezę ABA, który w efekcie powodował indukcję syntezy antocyjanów. Potwierdzeniem tej hipotezy była obserwacja, że ABA dodany do pożywki zawierającej 1,5% sacharozy podnosił zawartość antocyjanów w pędach *Torenia fournieri* do poziomu zbliżonego do zawartości w pędach rosnących na pożywce z 7% dodatkiem sacharozy, ale bez dodatku ABA. Podobne zjawisko zaobserwowano również w dojrzewających owocach winogron, gdzie wykazano, że zwiększonej akumulacji antocyjanów w temperaturze 20°C względem 30°C towarzyszyło istotne podniesienie zawartości kwasu abscysynowego [53].

Wiek rośliny a biosynteza antocyjanów

Jednym z częstych zjawisk u młodych roślin jest zjawisko czerwienienia siewek, co obserwowano u wielu gatunków [1, 61]. Siewki wielu roślin akumulują antocyjany przejściowo, często w wyniku fotoindukcji i zawsze już w kilka godzin po ekspozycji na światło [5, 10, 21, 35, 60]. Siewki roślin drzewiastych wymagają do stymulacji syntezy antocyjanów dodatkowego bodźca środowiskowego, takiego jak np. niska temperatura, podczas gdy dojrzałe rośliny nie mają już takiej zdolności. U roślin drzewiastych klimatu umiarkowanego zjawisku czerwienienia siewek często towarzyszy pokrywanie się barwnikami antocyjanowymi także liści [41]. Natomiast u drzewiastych roślin klimatu tropikalnego akumulacja antocyjanów w liściach jest na ogół reakcją na suszę [9]. Jednak inne rośliny rosnące w takim środowisku tworzą antocyjany w siewkach z bliżej nieznanych przyczyn [63].

Podsumowanie

Na akumulację antocyjanów w roślinach wpływa wiele czynników, zarówno biotycznych jak i abiotycznych. Spośród omówionych najważniejsze wydają się warunki świetlne podczas wegetacji, jak również niedobory niektórych pierwiastków oraz reakcja na atak patogena lub żerowanie szkodników. Jednakże rola światła w biosyntezie i akumulacji antocyjanów jest nie do końca poznana. Zwłaszcza hipoteza o ochronnej roli antocyjanów przed nadmiernym promieniowaniem wymaga dalszych badań. Spośród czynników wewnętrznych na uwagę zasługuje kwas jasmonowy i jego ester metylowy. Dalszych prac wymaga też wyjaśnienie roli innych regulatorów wzrostu w wieloetapowym szlaku biosyntezy antocyjanów. Autorzy niniejszej publikacji podjęli badania z tego zakresu w ramach projektu badawczego finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura

[1] Amrhein N. 1978. Biosynthesis of cyanidin in buckwheat hypocotyls. *Phytochemistry* 18: 585–589.

[2] Awad M.A., de Jager A. 2002. Relationships between fruit nutrients and concentrations of flavonoids and chlorogenic acid in 'Elstar' apple skin. *Sci. Hortic*. 92: 265–276.

[3] Bongue-Bartelsman M., Phillips D.A. 1995. Nitrogen stress regulates gene expression of enzymes in the flavonoid biosynthetic pathway of tomato. *Plant Physiol. Biochem*. 33: 539–546.

[4] Borevitz J.O., Xia Y., Blount J., Dixon R.A., Lamb C. 2000. Activation tagging identifies a conserved MYB regulator of phenylpropanoid biosynthesis. *Plant Cell* 12: 2383–2394.

[5] Buchholz G., Ehmann B., Wellmann E. 1995. Ultraviolet light inhibition of phytochrome-induced flavonoid biosynthesis and DNA photolyase formation in mustard cotyledons (*Sinapis alba* L.). *Plant Physiol*. 108: 227–234.

[6] Chalker-Scott L. 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochem. Photobiol*. 70: 1–9.

[7] Chalker-Scott L. 2002. Do anthocyanins function as osmoregulators in leaf tissues? W: K.S. Gould, D.W. Lee (red.), Why Leaves Turn Red: Anthocyanins in Vegetative Organs, Advances in Botanical Research, Academic Press, London.

[8] Chen D.-Q., Li Z.-Y., Pan R.-C., Wang X.-J. 2006. Anthocyanin accumulation mediated by blue light and cytokinin in *Arabidopsis* seedlings. *J. Integrative Plant Biol*. 48: 420 – 426.

[9] Choinski J. S., Johnson J.M. 1993. Changes in photosynthesis and water status of developing leaves of *Brachystegia spiciformis* BENTH. *Tree Physiol*. 13: 17–27.

[10] Christie P.J., Alfenito M.R., Walbot V. 1994. Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta* 194: 541–549.

[11] Close D.C., Beadle C.L., Holz G.K., Brown P.H. 2002. Effect of shade cloth tree shelters on cold-induced photoinhibition, foliar anthocyanin and growth of *Eucalyptus globulus* LABILL. and *E. nitens* (DEANE & MAIDEN) MAIDEN seedlings during establishment. *Aust. J. Bot.* 50: 15–20.

[12] Creelman R.A., Mullet J.E. 1997. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. *Ann. Rev. Plant Phys*. 48: 355–381.

[13] Curtin C., Zhang W., Franco C. 2003. Manipulating anthocyanin composition in *Vitis vinifera* suspension cultures by elicitation with jasmonic acid and light irradiation. *Biotechnol. Lett.* 25: 1131–1135.

[14] Deikman J., Hammer P.E. 1995. Induction of anthocyanin accumulation by cytokinins in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.* 108: 47–57

[15] Diaz C., Saliba-Colombani V., Loudet O., Belluomo P., Moreau L., Daniel-Vedele F., Morot-Gaudry J.F., Masclaux-Daubresse C. 2006. Leaf yellowing and anthocyanin accumulation are two genetically independent strategies in response to nitrogen limitation in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol*. 47: 74–83.

[16] Dixon R. A., Paiva N. L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell* 7: 1085–1097.

[17] Do C.B., Cormier F. 1991. Effects of low nitrate and high sugar concentrations on anthocyanin content and composition of grape (*Vitis vinifera* L.) cell suspension. *Plant Cell Rep*. 9: 500–504.

[18] Farmer E.E., Ryan C.A. 1990. Interplant communication: airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87: 7713–7716.

[19] Feys B.J.F., Benedetti C.E., Penfold C.N., Turner J.G. 1994. *Arabidopsis* mutants selected to for resistance to the phytotoxin coronatine are male sterile, insesensitive to methyl jasmonate and resistant to a bacterial pathogen. *Plant Cell* 6: 751–759.

[20] Franceschi V.R., Grimes G.D. 1991. Induction of soybean vegetative storage proteins and anthocyanins by low-level atmospheric methyl jasmonate. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 88: 6745–6749.

[21] Gitz D. D., Liu L., McClure J.W. 1998. Phenolic metabolism, growth, and UV-B tolerance in phenylalanine ammonia-lyase-inhibited red cabbage seedlings. *Phytochemistry* 49: 377–386.

[22] Glässgen W.E., Rose A., Madlung J., Koch W., Gleitz J., Seitz H.U. 1998. Regulation of enzymes involved in anthocyanin biosynthesis in carrot cell cultures in response to treatment with ultraviolet light and fungal elicitors. *Planta* 204: 490–498.

[23] Guidi L., Lorefice G., Pardossi A., Malorgio F., Tognoni F., Soldatini G.F. 1998. Growth and photosynthesis of *Lycopersicon esculentum* (L.) plants as affected by nitrogen deficiency. *Biologia Plantarum* 40: 235–244.

[24] Hammerschmidt R., Nicholson R.L. 1977. Resistance of maize to anthracnose: changes in host phenols and pigments. *Phytopathology* 67: 251–258.

[25] Kangatharalingam N., Pierce M.L., Bayles M.B., Essenberg M. 2002. Epidermal anthocyanin production as an indicator of bacterial blight resistance in cotton. *Physiol. Mol. Plant Path*. 61: 189–195.

[26] Kawabata S., Kusuhara Y., Li Y., Sakiyama R. 1999. The regulation of anthocyanin biosynthesis in *Eustoma grandiflorum* under low light conditions. *J. Japan. Soc. Hort. Sci*. 68: 519–526.

[27] Kinnersley A.M., Davies P.J. 1977. Effect of temperature on phytochrome-mediated responses in seedlings of mustard. *Plant Physiol*. 60: 175–177.

[28] Krause, J., Reznik, H. 1976. Investigation of flavonol accumulation in *Fagopyrum esculentum* MOENCH as influenced by P- and N-deficiency. *Z. Pflanzenphysiol*. 70: 392–400.

[29] Lancaster J. E. 1992. Regulation of skin colour in apples: a review. *Critical Rev. Plant Sci.* 10: 487–502.

[30] Lawanson, A. O., Akindele B.B., Fasalojo P.B., Akpe B.L. 1972. Time-course of anthocyanin formation during deficiencies of nitrogen, phosphorus and potassium in seedlings of *Zea mays* LINN. var. E. S. 1. *Z. Pflanzenphysiol*. 66: 251–253.

[31] Lewis C.E., Walter J.R.L., Lancaster J.E., Conner A.J. 1998. Light regulation of anthocyanin, flavonoid and phenolic acid biosynthesis in potato minitubers in vitro *Austr. J. Plant Physiol.* 25: 915 – 922.

[32] Li S., Strid Å. 2005. Anthocyanin accumulation and changes in CHS and PR-5 gene expression in *Arabidopsis thaliana* after removal of the inflorescence stem (decapitation). *Plant Physiol. Biochem.* 43: 521–625.

[33] Lo S-C., Nicholson R.L. 1998. Reduction of light-induced anthocyanin accumulation in inoculated sorghum mesocotyls. *Plant Physiol*. 116: 979–989.

[34] Manetas Y. 2006. Why some leaves are anthocyanic and why most anthocyanic leaves are red? *Flora* 201: 163–177.

[35] Mohr H., Drumm-Herrel H. 1983. Coaction between phytochrome and blue/UV light in anthocyanin synthesis in seedlings. *Physiol. Plant.* 58: 408–414.

[36] Mori T., Sakurai, M. 1994. Production of anthocyanin from strawberry cell suspension cultures; effects of sugar and nitrogen. *J. Food Sci*. 59: 588–593.

[37] Nagira Y., Ikegami K., Koshiba T., Ozeki Y. 2006. Effect of ABA upon anthocyanin synthesis in regenerated torenia shoots. *J. Plant Res*. 119:137–144.

[38] Nikiforova V.J., Gakiere B., Kempa S., Adamik M., Willmitzer L., Hesse H., Hoefgen R. 2004. Towards dissecting nutrient metabolism in plants: a systems biology case study on sulphur metabolism. *J. Exp. Bot*. 55: 1861–1870.

[39] Noh B., Spalding E.P. 1998. Anion channels and the stimulation of anthocyanin accumulation by blue light in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiol*. 116: 503–509.

[40] Nozzolillo C., Isabelle P., Das G. 1989. Seasonal changes in phenolic constituents of jack pine seedlings (*Pinus banksiana*) in relation to the purpling phenomenon. *Canad. J. Bot*. 68: 2010–2017.

[41] Oren-Shamir M., Levi-Nissim A. 1997. Temperature effect on the leaf pigmentation of *Cotinus coggygria* 'Royal Purple.' *J. Hort. Sci.* 72: 425–432.

[42] Pirie A., Mullins M.G. 1976. Changes in anthocyanin and phenolics content of grapevine leaf and fruit tissues treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. *Plant Physiol*. 58: 468–472.

[43] Rajendran L., Ravishankar G.A., Venkataraman L.V. Prathiba K.R. 1992. Anthocyanin production in callus cultures of *Daucus carota* as influenced by nutrient stress and osmoticum. *Biotechnol. Lett*. 14: 707–712.

[44] Rajendran L., Suvarnalatha G., Ravishankar G.A., Venkataraman L.V. 1994. Enhancement of anthocyanin production in callus cultures of *Daucus carota* L. under the influence of fungal elicitors. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 42: 227–231.

[45] Richard S., Lapointe G., Rutledge R.G., Seguin A. 2000. Induction of chalcone synthase expression in white spruce by wounding and jasmonate. *Plant Cell Physiol*. 41: 982–987.

[46] Rudell D.R., Mattheis J.P., Fan X., Fellman J. K. 2002. Methyl jasmonate enhances anthocyanin accumulation and modifies production of phenolics, and pigments in 'Fuji' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127: 435–441.

[47] Saure M. C. 1990. External control of anthocyanin formation in apple: a review. *Sci. Hort*. 42: 181–218.

[48] Saniewski M., Czapski J. 1999. Jasmoniany i ich funkcja allelopatyczna. *Post. Nauk Rol*. 1: 3 – 18.

[49] Saniewski M., Horbowicz M., Puchalski J. 2006. Induction of anthocyanins accumulation by methyl jasmonate in shoot of *Crassula multicava* LAM. *Acta Agrobot*. 59: 43–50.

[50] Saniewski M., Horbowicz M., Puchalski J., Ueda J. 2003. Metyl jasmonate stimulates the formation and accumulation of anthocyanins in *Kalanchoe blossfeldiana*. *Acta Phys. Plant*. 25: 143–149.

[51] Saniewski M., Miszczak A., Kawa-Miszczak L., Węgrzynowicz-Lesiak E., Miyamoto K., Ueda J. 1998. Effect of methyl jasmonate on anthocyanin accumulation, ethylene production, and CO_2 evolution in uncooled an cooled tulip bulbs. *J. Plant Growth Regul.* 17: 33–37.

[52] Saniewski M., Miyamoto K., Ueda J. 1998. Methyl jasmonate induces gums and stimulates anthocyanin formation in peach shoots. *J. Plant Growth Regul.* 17: 121–124.

[53] Shaked-Sachray L, Weiss D, Reuveni M, Nissim-Levi A, Oren-Shamir M. 2002. Increased anthocyanin accumulation in aster flowers at elevated temperatures due to magnesium treatment. *Physiol Plant.* 114:559–565.

[54] Stewart A.J., Chapman W., Jenkins G.I., Graham I., Martin T., Crozier A. 2001. The effect of nitrogen and phosphorus deficiency on flavonol accumulation in plant tissues. *Plant Cell Environ*. 24: 1189–1197.

[55] Steyn W.J., Wand S.J.E., Holcroft D.M., Jacobs G. 2002. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. *New Phytol*.155: 349–361.

[56] Sudha G., Ravishankar G.A. 2003. The role of calcium channels in anthocyanin production in callus cultures of *Daucus carota*. *Plant Growth Regul*. 40: 163–169.

[57] Takos A.M, Jaffé F.W., Jacob S.R., Bogs J., Robinson S.P., Walter A.R. 2006. Light-induced expression of a MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples. *Plant Physiol*. 142: 1216–1232.

[58] Tamari G., Borochov A., Atzorn R., Weiss D.1995. Methyl jasmonate induces pigmentation and flavonoid gene expression in petunia corollas: a possible role in wound response. *Physiol. Plantarum* 94: 45–50.

[59] Tan S.C., 1980. Phenylalanine ammonia-lyase and phenylalanine ammonia–lyase inactivating system: effects of light, temperature and mineral deficiencies. *Aust. J. Plant Physiol.* 7: 159–167.

[60] Toguri T., Umemoto N., Kobayashi O., Ohtani T. 1993. Activation of anthocyanin synthesis genes by white light in eggplant hypocotyl tissues, and identification of an inducible P-450 cDNA. *Plant Mol. Biol*. 23: 933–946.

[61] Troyer J. 1964. Anthocyanin formation in excised segments of buckwheat-seedling hypocotyls. *Plant Physiol.* 39: 907–912.

[62] Wahid A., Ghazanfar A. 2006. Possible involvement of some secondary metabolites in salt tolerance of sugarcane. *J. Plant Physiol*. 163: 723–730.

[63] Woodall G. S., Stewart G.R. 1998. Do anthocyanins play a role in UV protection of the red juvenile leaves of Syzygium? *J. Exp. Bot*. 49, 1447–1450.

[64] Yamaguchi F., Nozue M., Yasuda H., Kubo H. 2000. Effects of temperature on the pattern of anthocyanin accumulation in seedlings of *Polygonum cuspidatum*. *J. Plant Res*. 113: 71–77.

[65] Yamane T., Jeong S.T., Goto-Yamamoto N., Koshita Y., Kobayashi S. 2006. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *Am. J. Enol. Vitic*. 57:54–59.

[66] Yang Z.M., Zheng S.J., Hu A.T., Zheng Y.F., Yan J.Y. 2000. Response of cucumber plants to increased UV-B radiation under water stress. *J. Envir. Sci*. 12: 236–240.

[67] Zakhleniuk O.V., Raines C.A., Lloyd J.C. 2001. *pho3*: a phosphorus-deficient mutant of *Arabidopsis thaliana* (L.) HEYNH. *Planta* 212: 529–534.

The effect of selected factors on accumulation of anthocyanins in plants

Key words: anthocyanins, accumulation, exogenous factors, endogenous factors

Summary

Anthocyanins occur mostly in flowers and fruits, but also in leaves, stems, and roots of plants. They are found predominantly in outer cell layers such as the epidermis and peripheral mesophyll cells. In plant seedlings, where chlorophyll and wax production has not yet begun and which would be unprotected from UV light, the anthocyanins production increases. Such plants are coloured by anthocyanins, and thereby protected from damage. Biosynthesis of anthocyanins is enhanced mainly by light. But lack or deficit of some nutrients (phosphorus, potassium, nitrogen) may cause increase of anthocyanin content in plants as well. Increased accumulation of anthocyanins is caused by abiotic and biotic stress conditions during plants vegetation. In biosynthesis of anthocyanin an important role play the plant hormones as well, especially those involved in aging processes and plant defense systems against pathogen or herbivore attack.

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 93–99

Kronika

Społeczne funkcje uczonych
(fragmenty wykładu wygłoszonego w trakcie uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu w dniu 19 VI 2007 r.)

Rozważając problem roli uczonego w społeczeństwie, odwołam się na wstępie do stwierdzenia Kartezjusza „Każdy człowiek jest zobowiązany przyczyniać się ile w jego mocy do dobra drugich i zaiste nic nie jest wart ten, kto nikomu nie jest użyteczny". Całe szczęście i pomyślność naszego życia zależy od dobrego użytku, jaki zrobimy z naszych talentów i umiejętności. Krótko i dosadnie wyraził to przekonanie Seneka, mówiąc: „*alteri vivas opartet si vis tipi vivere*" (Sentencje łacińskie), co oznacza: „Musisz żyć dla innych, jeśli chcesz żyć z pożytkiem dla siebie".

Choć przytoczone sformułowania odnoszą się do ogółu ludzkości, to jednak szczególnie dotyczą ludzi nauki, których misja społeczna w każdym społeczeństwie i narodzie odgrywa doniosłe znaczenie. Jest to konsekwencją wielorakich funkcji społecznych, jakich od uczonych wymaga ludzkość, która dostrzega w nich:

- pracownika nauki jako twórcę,
- pracownika nauki jako nauczyciela i wykładowcę,
- pracownika nauki jako opiniodawcę,
- pracownika nauki jako eksperta,
- pracownika nauki jako krzewiciela wiedzy,
- pracownika nauki jako człowieka społeczeństwa i wspólnoty międzynarodowej.

Wszystkie wymienione role wyznaczają podstawową zasadę etyczną uczonemu: „dążyć i głosić zawsze prawdę, unikać fałszu". Tę zasadę dobitnie akcentuje L. Hirszfeld stwierdzając „można zapomnieć zdobywcy grabież, a nawet gwałt, ale nie można przebaczyć uczonemu, jeśli próbuje to naukowo uzasadnić".

Społeczeństwo polskie wymaga od uczonych nie tylko odkrywania prawdy i pomnażania wiedzy, ale także jej przybliżania poprzez racjonalne i zrozumiałe upowszechnianie. Ta misja jest adekwatnie wyrażona, gdyż pozycja uczonego polskiego jest najwyżej oceniana. W plebiscycie Polityki wśród 36 ocenianych profesji, profesor uniwersytecki uzyskał pierwsze miejsce. Trzy ostatnie, jak łatwo się domyślić, zajęli kolejno: 34 – minister, 35 – poseł na sejm, 36 – działacz partii politycznej.

Tak wysoka pozycja uczonego jest zrozumiała, biorąc pod uwagę jego działalność prowadzącą do powiększania wiedzy i odkrywanie prawdy, a chęć jej posiadania i zrozumienia świata jest chyba naturalnym atrybutem człowieka.

Nauka była, jest i będzie głównym motorem postępu i przeobrażeń cywilizacji ludzkiej. Od dokonanych osiągnięć zwykliśmy określać nazwy okresów czasu w historii. Pierwsza połowa XX w. to era stali i elektryfikacji, druga połowa XX w. to era elektroniki i automatyki, koniec XX w. i początek nowego 100-lecia to prawdziwa rewolucja w informatyce, biologii i fizyce.

Szacuje się, że globalne osiągnięcia nauki i techniki XX w. przewyższają wszelkie dokonania od zarania ludzkości do końca XIX w. W XX w. człowiek zrealizował najwyższe marzenie, oderwał się od ziemi i wylądował na księżycu. Wtedy jednak zrozumiał, że szczyt marzeń przesunął się i skierował na ponowny powrót na ziemię, aby tu dalej realizować swoje plany życiowe. Ich realizacji sprzyjać będą przede wszystkim osiągnięcia nauki i techniki. Zawrotny postęp w ostatnich latach nauk biologicznych, przy wykorzystaniu osiągnięć biofizyki i biochemii, zbliża nas do wyjaśnienia największej tajemnicy, jaką jest granica życia i śmierci. Pół wieku temu odkryto i opisano po raz pierwszy strukturę DNA, z której zbudowane są geny. Odkrycie to stało się jednym z najbardziej brzemiennych osiągnięć naukowych w historii życia na ziemi. Zdaniem wielu uczonych jesteśmy coraz bliżej poznania tajemnicy większości chorób, jakie trapią ludzkość, a wyniki badań inżynierii genetycznej przyniosą prawdziwą rewolucję w wielu dziedzinach wiedzy i w konsekwencji także naszego życia. Istnieje szansa odbudowy tkanek zniszczonych w procesie starzenia się, możemy zatem zrealizować cel, jaki osiągnął dr Faust, ale bez konieczności sprzymierzenia się z siłami nieczystymi, bez podpisywania diabelskiego cyrografu.

Inny przykład rewolucji naukowej w naukach przyrodniczych to fizyka i chemia. Poprzez niebywały rozwój elektrotechniki i nowych materiałów, stwarza się możliwość przyspieszenia wieku informatyki, komunikacji, pokonania barier czasu i odległości oraz łączenia ludzi poprzez szybki i bezpieczny transport. Dziś możemy postawić pytanie: czy przy rozwoju telefonii, faksu i poczty elektronicznej w przyszłości potrzebna będzie poczta i ogrom zatrudnionych w niej ludzi?

Nauki i technologie biologiczne przy wykorzystaniu osiągnięć fizyki i chemii stwarzają nowe perspektywy naszego rozumienia i oddziaływania na wszystko, co żyje, na ochronę zdrowia, produkcję żywności i ochronę środowiska. Tym samym kształtować będą stosunki społeczne i personalne, strukturę rodziny i wartości

etyczne. Powstanie zatem podwójne wyzwanie intelektualne i techniczne. Gdy mówimy o osiągnięciach różnych dziedzin nauki i techniki niezbędne jest w tym gronie zwrócenie uwagi na nauki nam najbliższe, a zatem rolnicze. Zajmują one szczególne miejsce stanowiąc interdyscyplinarny obszar wiedzy korzystający z osiągnięć biologii, chemii, fizyki, techniki i ekonomi. To właśnie nauki rolnicze wykorzystują osiągnięcia nauk przyrodniczych i technicznych, odpowiadają za wyżywienie ludzkości i jej zdrowie, za uwolnienie człowieka od nędzy i głodu. Ich dynamiczny rozwój spowodował w wielu regionach świata przerost produkcji w stosunku do popytu. Równocześnie są na świecie, a także w Polsce, obszary i rodziny stale odczuwające głód, który nierzadko prowadzi nawet do śmierci. Wina za ten dramatyczny stan w małym stopniu obciąża naukę, ale przede wszystkim politykę i ludzi nierzetelnie wypełniających swoje społeczne misje. W historii cywilizacji ludzkiej i na tym tle rozwoju nauki zdarzały się przypadki, kiedy wielkie odkrycia, doniosłe dla całego świata, zostały wykorzystane nie dla dobra ludzkości, ale jej zagłady. Przecież odkrycia chemików i fizyków decydowały o losach dwóch największych wojen światowych XX w. Dziś mówimy, że pierwszą wygrali chemicy, a drugą fizycy. Przyniosły one światu, ludziom tyle cierpienia i pochłonęły miliony ofiar. Dotknęły także, i to w sposób szczególny, nasz Naród. Ponieśliśmy wiele ofiar, a nasi bohaterowie spoczywają na cmentarzach niemal całego świata, w Europie od Narwiku po Monte Casino. Wspominając o tragicznych konsekwencjach przy wykorzystaniu osiągnięć naukowych trzeba jednak pamiętać, że o ostatecznym zwycięstwie zdecydowali fizycy, którzy przekształcili materię w energię i wywołali nieznane wówczas moce, które pozwoliły zwyciężyć siły zła. Dlatego też, jeśli dzisiaj słyszy się głosy lansujące opinie, że w nauce jest tyleż osiągnięć co niebezpieczeństwa, to trzeba stanowczo im się przeciwstawiać, bo poglądy takie głoszą i urabiają opinię ludzie o wąskich horyzontach myślowych, przeciwnicy postępu i nowoczesności. To oni także obarczają statystykę winą za wykrzywianie faktów, ale nigdy nie podjęli próby, aby się jej nauczyć. Stąd też racje ma L. Hirszfeld, mówiąc: „należałoby odebrać prawo organizowania nauki tym, którzy nigdy nie wnieśli do nauki żadnych konkretnych odkryć, lecz jedynie są zdania, iż ten, a nie ów ma racje".

Przeciwnikom rozwoju nauki można także zacytować słowa wybitnego polskiego naukowca i polityka Władysława Grabskiego, wypowiedziane 60 lat temu: „Nauka nie potrzebuje szukać uzasadnienia swej racji bytu w tym, że jest potrzebna działaczom. Nauka jest potrzebna duchowi ludzkiemu, który poszukuje prawdy." Dalsze potwierdzenie znajdujemy w słowach św. Jana: „poznacie prawdę, a prawda was wyzwoli".

W sytuacji, gdy zadawane są pytania dotyczące uzasadnienia konkretnych badań naukowych, do nas uczonych, a nie polityków i dziennikarzy należy zajmowanie jednoznacznego stanowiska na tak. Musimy je kontynuować, ponieważ przeznaczeniem ludzkości jest obowiązek poszukiwania wiedzy, bo jest to jedyna droga do rozwiązania problemów, które pozostają nierozwiązane. Nie wolno nam, nie mamy

prawa zamykać drogi do przyszłości. Przyszłe pokolenia nie wybaczyłyby nam decyzji, że osiągnięty przez nas poziom jest wystarczający. Opcja zaniechania jest również całkowicie egoistyczna. Oznaczałaby rezygnację z poszukiwania rozwiązań na wyższym poziomie w stosunku do problemów dnia dzisiejszego.

Ponadto dalszy rozwój i postęp w badaniach naukowych jest niezbędny do tworzenia nowych technologii. Wykorzystanie wiedzy w praktyce dostarczać nam będzie nowych i nowoczesnych technologii, zapewniających poczucie wolności, nowy styl życia i nowe środki do działania. Być może, że w początkowym okresie te technologie będziemy musieli odbierać jako uciążliwe, jednak będą perspektywiczne i musimy chwytać z zapałem i z rozwagą nowe szanse, jakie nam stwarzają. Kontynuując badania skierowane ku przyszłości należy optymalizować szanse i minimalizować ryzyko. Nie obarczajmy naszych potomnych konsekwencjami naszych błędów. Jednakże wstrzymanie na obecnym etapie nowych badań pozbawiłoby przyszłe pokolenie wiedzy, jaka może otwierać przed nim nowe horyzonty. Naszym obowiązkiem jest zaoferowanie potomnym wszelkich szans, a zarazem nowych możliwości. Za to jesteśmy odpowiedzialni i nie mamy prawa pozostawiać ich w sytuacji przymusowej decydując z góry o ich miejscu. Potomni zapewne okażą się mądrzejsi od nas. Stając w obliczu przemian, naukowiec ma dodatkowe obowiązki, tj. odpowiedzialność, gdyż dysponuje lepszą wiedzą o sytuacji. Stoimy zatem przed moralnym dylematem, jakie są granice ludzkiej ingerencji w prawa natury. W takich trudnych momentach przywołajmy w pamięci opowieść o uczniu Czarnoksiężnika, będącą rozwinięciem mitu o Puszce Pandory. Stale musimy mieć na uwadze, aby przestrzegać granicy eksperymentu naukowego, który przecież może się wymknąć spod kontroli. O tym jednak muszą decydować ludzie kompetentni cieszący się powszechnym zaufaniem społeczeństwa i potrafiący utrzymać dialog z tym społeczeństwem. Oto kolejna rola, a zarazem misja uczonego.

W trudnych decyzjach i w wypadku etycznych wątpliwości pamiętajmy o zasadzie, że najważniejsza jest odpowiedzialność uczonego względem prawdy. Etyka jest funkcją czasu, miejsca i posiadanej wiedzy. Przeciwnicy postępu uważają za arogancję wszelkie próby modyfikowania natury. Dla ludzi świadomych, arogancją jest utrzymywanie, że to my tacy, jakimi jesteśmy, jesteśmy doskonali. Bazując zatem na rzetelnej wiedzy, zachowując niezbędne ryzyko musimy podążać naprzód w badaniach, gdyż nie mamy prawa wyłączać światła dla przyszłości.

W tej trudnej i odpowiedzialnej roli uczeni powinni szukać pomocy w środkach masowego przekazu. Obecnie, zwłaszcza w Polsce, pomoc mediów w upowszechnianiu osiągnięć naukowych jest znikoma, a często wręcz szkodliwa. Ważniejsze dla mediów są drobne sensacyjki aniżeli informacje o ważnych odkryciach naukowych. Stąd też kolejna ważna funkcja społeczna uczonego: przekazywać i pozyskiwać przedstawicieli mediów do rzetelnej i fachowej informacji o osiągnięciach naukowych. Przywołam w tym miejscu znamienitą wypowiedz artysty i uczonego Leonarda da Vinci: „Gdzie natura kończy stwarzać swoje własne gatunki, tam człowiek zaczyna

wykorzystując przedmioty naturalne i przy pomocy tejże natury, tworzyć nieskończoność gatunków".

Musimy zatem podążać drogą od drzewa wiedzy do kontroli przeznaczenia. Pomimo wykazanych ogromnych osiągnięć nauki i techniki, ludzkość wchodzi w XXI w. z nowymi i trudnymi problemami. Globalne znaczenie dla całego świata zapewne stanowić będą: problemy energetyczne, ochrona środowiska, woda oraz zdrowie i wyżywienie. Wszystkie wymienione obszary znajdą swoje odbicie w rozwoju nauk rolniczych. W problematyce energetycznej dokonuje się zaledwie ewolucja, a już niezbędna jest rewolucja. Mnożymy drobne przyczynki badawcze poszukując w śmieciach poważnych rezerw energetycznych. Bilans paliw ciekłych był zawsze problemem politycznym, a w najbliższej przyszłości może się jeszcze pogłębić. Zdecydują o tym ludy azjatyckie, kiedy miliardy ludzi przesiądzie się z rowerów do samochodów. Dlatego z determinacją, ale i ostrożnością należy poszukiwać przyszłościowych źródeł, wśród których poczesne miejsce należeć będzie do energetyki atomowej i wodoru.

Marzy mi się także, rewolucja w nauce i praktyce rolniczej, na które będą pracowały coraz liczniejsze dziedziny nauki. Być może ziści się wizją Wesa Jacksona [10]. W jego przekonaniu wynalezienie gospodarski ornej było najgorszym i niosącym główne konsekwencje wydarzeniem w historii ziemi. W ciągu paru tysięcy lat gospodarka orna z rozległych, niegdyś zdrowych terenów, uczyniła połacie monokultur. Utrata warstwy ornej w wyniku erozji nie może trwać w nieskończoność. Zdaniem Jacksona rolnictwo aktualnie potrzebuje całkiem nowej koncepcji w postaci wieloletnich kultur mieszanych, w tym zbóż wieloletnich, uprawa takich zbóż powinna przyczyniać się do zwiększania różnorodności naziemnej flory i fauny. Prowadzone doświadczenia już dzisiaj przynoszą korzystne rezultaty. Nowe odmiany wieloletnich zbóż, z których wypieka się smaczny chleb. We wspólnocie rośliny lepiej rosną i wzajemnie się uzupełniają, wykorzystując przy tym symulację z mikroorganizmami. Nie trzeba zatem ani nawozić ani stosować środków ochrony roślin. Plantacje są wieloletnie bez orki i doprawiania gleby.

Co za tem robi rolnik? Nic, siedzi i patrzy jak mu samo rośnie. Oszczędności energetyczne w takim systemie są ogromne, a zapotrzebowanie nośników energii z zewnętrz prawie spada do zera. Niewielkie potrzeby w całości zostaną pokryte energią wyprodukowaną na miejscu, poprzez uprawy roślin oleistych. Wizja Jacksona kończy się stwierdzeniem: aby w XXI w. dobrze i zdrowo jeść i żyć, trzeba w rolnictwie dokonać drugiej rewolucji, polegającej na wojnie z uprawą roli i wznowieniu stosunków dyplomatycznych pomiędzy mądrością przyrody a sprytem człowieka.

Na pozór wydawać by się mogło, że piękna wizja przyszłościowego rolnictwa, czyni człowieka wolnym i szczęśliwym. Potwierdza to także znany socjolog Steffaneli, który mówi: „Najgłębszej i najistotniejszej roli mechanizacji rolnictwa należy szukać w aspekcie ludzkim. Mechanizacja uwalnia człowieka od wysiłku

fizycznego i przyczynia się do rozwoju intelektualnego a rozwój intelektualny człowieka jest podstawową formą jego osobowości". [5 za Steffanelim]

Pozornie w tym miejscu dochodzimy do szczytu ludzkich marzeń, równocześnie „mieć i być". Osiągnąć to razem jest zarówno trudno jak i skomplikowanie. Dostrzega to Peter wyrażając opinię „ dlaczego świat idzie na opak" Rozwinięciem tej myśli są pytania pochodne:

- dlaczego szkoły nie szerzą mądrości?
- dlaczego sądy nie wymierzają sprawiedliwości?
- dlaczego dobrobyt nie stwarza szczęścia?

Nauka poprzez badania odkrywa kolejne tajemnice rzeczywistości, tworzy wiedzę i wynikające z niej prawa. To dzięki niej produkujemy coraz więcej i jednocześnie lepiej. Zmieniając struktury sił wytwórczych osiągamy coraz wyższe wydajności. W efekcie tych dokonań, faktycznie nie tylko rolnik, ale i wiele innych zawodów traci pracę i schodzi na margines nędzy i bezużyteczności. Stąd najwyższy problem XXI w. problem bezrobocia i podziału społeczeństw i ludzi na bogatych i nędzarzy. Tutaj kolejny już raz schodzimy od nauki do polityki. To od polityków winniśmy oczekiwać zabezpieczenia porządku i sprawiedliwości społecznej.

Osiągnięcia nauki i techniki mają służyć całej ludzkości, poprawiać byt i zmniejszać uciążliwość pracy, w żadnej mierze nie mogą dzielić na uprzywilejowaną i bogatą grupę oraz grupę pokrzywdzonych i ubogich. Tylko całe społeczeństwo, świadome swych szans i dostrzegające korzyści z rozwoju nauki, aprobować będzie ponoszone wydatki na dalszy rozwój nauki.

Taki stan świadomości społecznej wymaga aktywnej działalności nas uczonych. Kto bowiem lepiej zna problem rozwijającego się świata? To my winniśmy wpływać na społeczne zrozumienie zachodzących przemian. Powinniśmy uczestniczyć w życiu społecznym nie oddzielając się barierą wiedzy czy możliwości intelektualnych. Musimy mieć jednak pełną świadomość, że oddziaływanie nasze polegać musi na uczciwym i rzetelnym informowaniu ludzi, a nade wszystko unikaniu schlebiania i taniego poklasku. Te ostanie są domeną polityków, stanowiąc podstawowe instrumenty działania w walce o mandaty wyborcze. W interesie uczonych jest podnoszenie poziomu intelektualnego społeczeństwa, podczas gdy politycy nie są zainteresowani wymagającymi wyborcami. W tej doniosłej misji niech nam zawsze towarzyszy przesłanie, jakie nam pozostawił nasz polski Papież, Jan Paweł II, w którego auli się znajdujemy:

„Potrzeba nieustającej odnowy umysłów i serc, aby przepełniała je miłość i sprawiedliwość, uczciwość i ofiarność, szacunek dla innych i troska o dobro wspólne, szczególnie to dobro, jakim jest wolna Ojczyzna. Człowiek jest wielki nie przez to, kim jest, nie przez to co ma, lecz przez to czym dzieli się z innymi".

Literatura

[1] Hirszfeld H., Kelus A., Miligram F. 1956. Ludwik Hirszfeld. Maszynopis.
[2] Dietrich M. 2000. Uczony w społeczeństwie. *Nauka* 4.
[3] Haman J. 1996. O kierunkach rozwoju inżynierii rolniczej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 443.
[4] Illg J. 1998. Księga Aforyzmów. Wyd. Videograf II. Katowice.
[5] Kierul Z. 1986. Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych. PWRiL.
[6] Lehn J.M. 2000. Nauka a społeczeństwo – kilka refleksji. *Nauka* 2.
[7] Michałek R. 2000. Uwarunkowania naukowego awansu w inżynierii rolniczej. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. Kraków.
[8] Peter L.J. 1979. Plan Petera. Książka i Wiedza.
[9] Popularna Encyklopedia Powszechna. 1994. Fogra. Oficyna Wydawnicza.
[10] Praca zbiorowa. 1999. Mnożnik cztery, Raport dla Klubu Rzymskiego. Wydawnictwo Rolewski.
[11] Sentencje Łacińskie. 2002. Wydawnictwo Astrum.
[12] Znaniecki F. 1984. Społeczne funkcje uczonych. PWN.

Rudolf Michałek
Członek rzeczywisty PAN

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 101–109

Problemy badawcze z zakresu agronomii w świetle IX Kongresu Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego (ESA)

IX kongres Europejskiego Towarzystwa Agronomicznego odbył się w Warszawie w dniach od 4 do 7 września 2006 roku. Wyniki prac naukowych zostały opublikowane w formie abstraktów [1] i tematycznych prac przeglądowych [2], a częściowo podsumowane w wydawnictwie ESA [3]. Celem niniejszego opracowania jest przegląd problemów badawczych zasygnalizowanych w abstraktach i próba porównania zainteresowań polskich i zagranicznych pracowników nauki.

Zboża wiechlinowe

Pszenica zwyczajna i twarda. Prezentowana tematyka badań dotyczyła: wykorzystania azotu mineralnego w różnych warunkach uprawy (143, 159, 169, 207, 339, 421, 429*), kształtowania jakości technologicznej ziarna przez nawożenie azotem i siarką oraz przechowywania ziarna (197, 449, 455, 463, 483), reakcji i poszukiwania odporności na stresowe warunki wilgotnościowo-termiczne (77, 101, 177, 191, 345, 353, 355), problematyki chorób, w tym ich prognozowania, hodowli odpornościowej i zabiegów agrotechnicznych zmierzających do ich ograniczenia (27, 155, 205, 231, 751), szacowania plonów w zależności od fizjologicznych wskaźników rozwoju lub stopnia uszkodzenia liści przez patogeny grzybowe (41, 165, 167, 643). Wśród innych zagadnień znalazły się: analiza rozbieżności między plonami potencjalnymi a rzeczywistymi (21), monitorowanie czystości odmianowej (747), współrzędna uprawa pszenicy ozimej z roślinami jarymi w celu ograniczenia ich zachwaszczenia i wymywania azotu (503), prognozowanie plonów przez wykorzystanie indeksu NDVI (165) oraz porównania historycznych i współczesnych form i odmian pszenicy (115).

Polskie opracowania dotyczyły oceny wpływu poszczególnych czynników pogodowych na zimowanie i wznawianie wiosennej wegetacji (319, 673), reakcji na nawożenie tradycyjnych i nowych odmian uprawnych pszenicy zwyczajnej (227),

* Liczby oznaczją numer opracowania w *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, a podkreślone liczby – opracowania polskich autorów.

wpływu azotu na wartość wypiekową mąki (481), wykorzystanie azotu stosowanego dolistnie (215). Zaprezentowano porównanie metod pomiaru potasu w roślinach w warunkach polowych i laboratoryjnych (79).

Termin siewu i nawożenia azotem wpływały na akumulację azotu w ziarnie, ale nie wpływały na jego przemieszczanie między mono- i polimerycznymi proteinami (451). Nawadnianie pszenicy twardej powodowało spadek plonu wynikający z porażenia przez choroby, ale przyczyniło się do wzrostu zawartości białka i innych parametrów jakościowych (465).

Jęczmień zwyczajny. Tematyka badawcza skupiła się przede wszystkim na reakcji jęczmienia na nawożenie, w tym na nawożenie azotem, potasem, fosforem i słomą (19, 145, 359, 419). Pojedyncze prace dotyczyły innych zagadnień, np. hodowli odmian (17), porównania z pszenicą pod względem produkcyjności i podatności na choroby grzybowe (73, 765), stosowania biopreparatów opartych na *Trichoderma harzianum* i *Bacillus subtilis* (391).

Publikacje z polskich ośrodków dotyczyły wykorzystania zdjęć lotniczych do oceny rozwoju roślin (655) oraz stosowania siarki pod browarną odmianę jęczmienia.

Pozostałe zboża wiechlinowe. Na temat pozostałych zbóż wiechlinowych zaprezentowano tylko nieliczne prace i dotyczyły plonowania zbóż na Ukrainie (667), porównania nagich i oplewionych odmian owsa (107) oraz dojrzewania ziarna zbóż ozimych w warunkach klimatu śródziemnomorskiego (141). Polscy autorzy przedstawili cechy użytkowe i morfologiczne tradycyjnej i karłowej linii hodowlanej owsa (161) oraz plonowanie żyta ozimego uprawianego w zmianowaniu i monokulturze w długoletnim doświadczeniu nawozowym (507).

Kukurydza

Prezentowane publikacje dowodzą, że aktualny jest problem nawożenia mineralnego i organicznego (w tym gnojowicą) oraz związane z tym zagadnienie strat azotu (47, 87, 95, 171, 363, 651) i szacowanie jego mineralizacji w czasie wiosennego rozwoju kukurydzy (405). W tej grupie zagadnień znalazły się też polskie prace i wyróżniały się tym, że dotyczyły nawożenia cynkiem i siarką (195, 249, 251).

Problem nawadniania kukurydzy, w tym z wykorzystaniem ścieków, wystąpił przede wszystkim w badaniach z krajów Europy Południowej (61, 139, 341, 363, 383, 423, 511). Nieliczne opracowania dotyczyły innych zagadnień na przykład szacowania strat plonu ziarna pod wpływem zachwaszczenia (85) albo wartości mieszańców kukurydzy (109, 179).

Spośród doświadczeń wyróżniających się metodycznie interesująca była praca na temat reakcji siewek kukurydzy na symulację stresu mechanicznego powodowanego przez agregaty glebowe.

Pseudozboża

Najwięcej badań w tej grupie roślin poświęcono komosie ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.). Zaprezentowano prace hodowlane ukierunkowane na podniesienie plonów nasion (761), oraz poznania istoty odporności na suszę (117). Potwierdzono antyoksydacyjne właściwości nasion *Chenopodium quinoa* i *Eleusine coracana* L. (753). Praca pochodząca z Polski dotyczyła wpływu obsady roślin i stosowania retardanta na plonowanie komosy ryżowej (99). Christiansen i Jacobson (69) zaprezentowali nową duńską odmianę *Chenopodium quinoa* o bardzo złagodzonej reakcji na długość dnia, u której faza kwitnienia, a zwłaszcza dojrzewania są o połowę krótsze niż u tradycyjnej odmiany boliwijskiej.

Porównano plonowanie tatarki i gryki zwyczajnej w niekorzystnych warunkach glebowo-klimatycznych (133). Tematem pracy polskich autorów był wpływ nawożenia azotem na plon i zawartość rutyny (471).

Przedstawiono symulacyjny model rozwoju roślin dwóch odmian *Amaranthus hypochondriacus* L. (277).

Burak cukrowy

Przedstawiono przede wszystkim wyniki badań nad reakcją buraka cukrowego, w tym m.in. zawartości chlorofilu i powierzchni liści, na stosowanie biostymulatorów, nawadniania oraz nawożenia (203, 209, 327, 349, 517, 573, 599). Z osiągnięcie czeskiej hodowli uznano m.in. to, że nowe odmiany, w tym odporne na *Cercospora beticola* i rizomanię, nie reagują na wzrost dawki azotu z 80 do 160 kg · ha^{-1} (599).

Ziemniak

Opracowania na temat ziemniaka w większości pochodziły z Polski i Włoch. Dotyczyły między innymi reakcji polskich odmian na suszę (59, 263) lub wiosenne chłody (217). Prace o nawadnianiu zarówno zagraniczne (193, 219), jak i polskie (255, 439) koncentrowały się na precyzyjnym i oszczędnym dawkowaniu wody, w tym także połączonym z nawożeniem (fertygacja). Tematyka związana z nawożeniem ziemniaka dotyczyła także porównania efektów stosowania nawozu organicznego i mineralnego (393, 413) oraz interakcji odmian i nawożenia azotem (131). Poruszono problem chorób grzybowych (157, 557) i niektóre zagadnienia związane z hodowlą (763). Tematem jednej z prac było udoskonalenie metody identyfikacji odmian ziemniaka z wykorzystaniem elektroforezy białek i enzymów (767).

Rzepak i inne rośliny oleiste

Stosunkowo najwięcej prac związanych było z prognozowaniem plonów w zależności od parametrów fizjologicznych roślin oraz warunków uprawy (181, 285, 317, 343). Porównano wartość użytkową odmian mieszańcowych i tradycyjnych, w tym także w zależności od standardowej i intensywnej agrotechniki (45, 233, 253). Ze względu na rosnące zainteresowanie kwasem erukowym badano zmiany jego zawartości w oleju rzepakowym różnych odmian (491). W pracy pochodzącej z Polski zaprezentowano system monitorowania zarodników wywołujących suchą zgniliznę kapustnych (665).

Bardzo interesujący wydaje się zamysł wykorzystania zmian pH ksylemu do regulowania zamykania szparek liściowych, co w efekcie ma prowadzić do ograniczenia nadmiernego rozrostu liści rzepaku (35).

Inne prace na temat roślin oleistych, które potencjalnie na szerszą skalę mogą być uprawiane w Polsce, dotyczyły słonecznika oleistego (75, 81, 83, 147, 225), krokosza barwierskiego (51, 49, 113, 221, 333, 335) i kapusty abisyńskiej (595).

Rośliny strączkowe

Badano czynniki kształtujące plonowanie roślin strączkowych, w tym w uprawie soi stosowanie fitohormonów (55, 123, 137) i nawożenia P i K (37), nawożenie azotem soczewicy (183), a odmian fasoli fosforem (185). Wśród innych problemów znalazły się różne, w tym zimowe terminy siewu bobiku (Hiszpania) (71), uprawa strączkowych w mieszankach ze zbożami w niskonakładowych systemach uprawy zarówno w klimacie umiarkowanym (547) jak i śródziemnomorskim (501, 551). Badano reakcję soczewicy na podwyższony poziom CO_2 (183), przydatność różnie ulistnionych odmian grochu jako roślin ochronnych dla wsiewek koniczyny czerwonej (521), zmiany kumulacji składników pokarmowych w grochu w zależności od nawożenia NPK (39). W zakresie problematyki związanej z symbiozą scharakteryzowano kilka szczepów *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (129), oznaczano zawartość azotu symbiotycznego w organach różnych odmian grochu (553).

Wykazano, że ozon wpływa na funkcjonowanie szparek oddechowych, a przez to na wykorzystanie wody przez rośliny soi. Przy stosowaniu nawadniania podniesienie koncentracji ozonu w powietrzu powodowało zwiększenie zużycia wody, a susza glebowa eliminowała jego wpływ na rośliny (267).

Rośliny pastewne wieloletnie

Oceniano produktywność i trwałość rutwicy (25), *Festulolium* i mieszańca *Lolium* × *Boucheanum* (105, 235) oraz mieszanek życicy wielokwiatowej z lucerną lub komonicą (583). Większość prac dotyczyła jednak nawożenia. Przedstawiono wyniki

badań nad reakcją rajgrasu na stosowanie obornika (373), celowości zastosowania alg do nawożenia pastwiska (691), kształtowanie udziału liści w plonie lucerny pod wpływem nawożenia azotem i udziału trawy w mieszance (565), przydatności inhibitorów nitryfikacji przy stosowaniu nawożenia pod rajgras (211, 435), ilości azotu symbiotycznego w trawie uprawianej po roślinie motylkowatej lub w mieszańce z rośliną motylkowatą (375, 427) oraz znaczenia koniczyny czerwonej jako przedplonu dla kukurydzy (381). Zaprezentowano ocenę wyjściowych form hodowlanych kostrzewy trzcinowej (163).

Przedstawiono bioróżnorodność pastwiska w zależności od zadrzewienia.

Rośliny energetyczne

Prace dotyczyły porównania produkcyjności *Salix*, *Miscanthus sinensis* i *Panicum virgatum*, porównania metod obliczania wartości energetycznej roślin i zagrożeń dla środowiska powstałych w czasie spalania biomasy roślin (487, 611, 679, 713, 721).

Z badań wynika, że 2–3 razy więcej popiołu znajduje się w liściach niż w łodygach. Najwięcej popiołu zawiera *Arundo donax* (trzcina laskowa) i *Cynara cardunculus* (kard), najmniej *Miscanthus sinensis* × *giganteus* i *Panicum virgatum* (proso rózgowe) (687). Według autorów badań najmniej zagrożeń dla środowiska stwarza topola i świerk. Inne w tym wierzba i trawy wymagają specjalnych konstrukcji pieców, które ograniczą m.in. emisję gazów korodujących (681).

Rośliny zielarskie

Publikacje na temat roślin zielarskich pochodziły w przeważającej większości z Polski i dotyczyły wpływu czynników agrotechnicznych (nawadniania, obsady, zwalczania chwastów oraz poziomu intensywności uprawy) na plon i jakość surowca mięty, tymianku, żeńszenia, dziurawca i ostropestu (103, 395, 443, 523). Przedstawiono także walory żmijowca jako alternatywnej rośliny oleistej (677). Tematem publikacji autorów irańskich było zwalczanie chwastów w uprawie szafranu (187).

Nawożenie

Problemy nawożenia organicznego i mineralnego w większości zostały podane przy poszczególnych gatunkach lub grupach użytkowych roślin. Spośród zagadnień nie wymienionych wcześniej na podkreślenie wyniki badań nad mineralizacją materii organicznej w różnych warunkach glebowych (377, 379, 399, 403, 425, 431), dynamiką azotu w sezonie wegetacyjnym (417), bilansem składników pokarmowych (397, 505, 537) oraz wykorzystaniem indeksu SPAD do opracowania zaleceń nawozowych (387). Ponadto przedstawiono testy, programy komputerowe i możliwość wykorzystania zdjęć satelitarnych do oceny potrzeb nawozowych (131, 367, 383, 386, 675).

Reakcja na suszę i nawadnianie roślin

Tematyka ta występowała w stosunkowo dużej liczbie prac i nie tylko z krajów Europy Południowej. Większość z nich została już wymieniona przy poszczególnych gatunkach i grupach użytkowych roślin – pszenica, kukurydza, burak, ziemniak, rośliny zielarskie. Ponadto zaprezentowano opracowania na temat reakcji chmielu na niedobór wody (291), wpływu melioracji na właściwości gleby (703), stosowania oszczędnej techniki nawodnieniowej (125) oraz znaczenia doboru zabiegów agrotechnicznych w uprawie roślin w rejonach o niedostatecznej ilości opadów (591, 593). Na terenie Polski wyznaczono obszary występowania suszy atmosferycznej i glebowej (279, 299).

Jakość surowców roślinnych

Większość publikacji z tego zakresu dotyczyła wpływu intensywności uprawy, a w tym nawożenia azotem na jakość ziarna pszenicy, ale także plonów buraka, ziemniaka, rzepaku i roślin zielarskich, co zasygnalizowano już przy charakterystyce poszczególnych gatunków. Pojedyncze opracowania dotyczyły innych zagadnień, w tym między innymi obecności mikotoksyn (467) i wpływu suszy na kumulację białek alergizujących w ziarnie pszenicy (473), zawartości alfa kwasów w chmielu (485), analizy węglowodanów ziarna pszenicy (465), porównania antyoksydacyjnych właściwości różnych gatunków roślin (753).

Zmiany klimatu

W tej tematyce znalazły się opracowania o charakterze modelowym prognozujące wpływ zmian klimatu na eko- i agrosystemy. Z treści abstraktów na temat ocieplania klimatu wynika, że rolnictwo południowej Europy jest szczególnie narażone na zmiany klimatyczne. W północnej Europie powstaną zmiany korzystne dla rolnictwa i niekorzystne dla ekosystemów. Warunki socjoekonomiczne, w tym zwłaszcza postęp technologiczny mają większy wpływ na rolnictwo niż zmiany klimatu. Duże i bardzo intensywne gospodarstwa są mniej narażone na zmiany klimatu, gdyż mają większą zdolność adaptacyjną do zmian warunków środowiska. Zmiany klimatu są tylko jednym z wielu czynników, które należy brać pod uwagę w prognozach plonów i dochodów rolników (273, 297, 321, 337).

Zademonstrowano wyniki o postępujących zmianach klimatycznych w okresie ostatnich dekad, ich wpływ na plonowanie roślin oraz propozycje dostosowania niektórych rozwiązań agrotechnicznych (293, 311, 313, 315).

Bardzo interesujące były wyniki doświadczenia, w którym w warunkach polowych badano wpływ podwyższonego poziomu CO_2 na plony roślin, w efekcie czego uzyskano wzrost biomasy (309).

Uprawa gleby

Prace dotyczyły porównania wpływu tradycyjnej uprawy płużnej, uproszczonej (określanej jako minimalna) i zerowej na ilość materii organicznej liczebność mikroorganizmów, pH gleby i aktywność enzymów wykorzystanie azotu, zachwaszczenie, porażenie chorobami i plonowanie roślin w różnych zmianowaniach (525, 541, 559, 567, 571, 601). Przedstawiono wyniki badań nad reakcją (w większości ujemną) pszenicy, kukurydzy, soi i jęczmienia na bezorkową uprawę gleby (525, 555, 575, 581, 607).

Przy odłogowaniu gleby lub uprawie zerowej właściwości mikrobiologiczne i chemiczne gleb i niektóre fizyczne, np. trwałość agregatów glebowych zostały na ogół ocenione przez autorów jako korzystniejsze niż po uprawie tradycyjnej lub uproszczonej (539, 651).

Ochrona środowiska

Opracowania dotyczyły bardzo szerokiego zakresu problemów. Badano zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi i ich wpływ na jakość plonu (469), rozwój korzeni drzew (731) oraz możliwości bioremediacji (629, 729). W warunkach kontrolowanych testowano toksyczność metali ciężkich dla roślin (641). Badano szanse ograniczenia erozji gleb przez zadarnienie i mulczowanie (519). Przedstawiono możliwości rolniczego zagospodarowania odpadów miejskich (617), produktów ubocznych powstałych przy oczyszczaniu wody pitnej (401), stosowania wód ściekowych i osadów ściekowych do nawodnień i nawożenia (422, 433, 685). Podano przykłady rolniczego zagospodarowania terenów zdegradowanych (447, 683, 711). Aktualny jest problem zawartości azotanów i innych związków chemicznych w glebie i wodzie gruntowej w kontekście intensywności upraw (365, 369, 645, 663, 701, 723). W wielu krajach świata istotny jest problem zasolenia gleb i reakcja roślin na ten czynnik (135, 213, 229, 237, 331, 335).

Przedstawiono rozwiązanie oczyszczania gleb skażonych ropą, wykorzystując do tego celu bakterie *Bacillus* sp. i *Rhodococcus* sp. (615).

Systemy rolnictwa

W tej grupie zagadnień dominowały prace dotyczące rolnictwa ekologicznego. Dotyczyły one przede wszystkim propozycji rozwiązania niektórych problemów typowych dla „organic farming", na przykład zawartości białka i jakości wypiekowej mąki z pszenicy (445, 461, 543), plonowania oplewionej i nieoplewionej formy pszenicy orkisz (43), problemu zachwaszczenia (597) i możliwości jego ograniczenia (535, 649), termicznego odkażania materiału siewnego (759), a w pracy przeglądowej opisano jeszcze inne ekologiczne metody stosowane w technologiach nasiennych (755). Podano

porównawcze efekty uprawy dziurawca w różnych systemach gospodarowania, w tym także w ekologicznym (103). Dla gospodarstw ekologicznych zaproponowano uprawę kukurydzy z fasolą pnącą (533). Badano zasiedlenie gleby przez dżdżownice w systemie ekologicznym i konwencjonalnym oraz pod uprawą bezorkową (577).

Przedstawiono oceny efektywności zrównoważonego systemu gospodarowania i jego wpływu na środowisko (497, 549, 619, 653, 707).

Fitohormony

Celem stosowania fitohormonów było podniesienie odporności roślin uprawnych (rzepaku, soi, pszenicy) na stres suszy lub temperatury. Spośród roślinnych regulatorów wzrostu w badaniach najczęściej stosowano brassinosteroidy. W warunkach kontrolowanych z reguły wykazywano oczekiwaną reakcję roślin na stosowanie tych fitohormonów (33, 121, 123, 457), ale w warunkach polowych wyniki nie były już tak jednoznaczne (137).

Wykazano korzystny wpływ hormonów na wigor materiału siewnego (57, 745) i zmniejszenie stresu *Brassica juncea* na zasolenie podłoża (287). Wyniki doświadczeń z pszenicą (53) i sojąą (55) potwierdziły, że znana mikotoksyna zearalenon ma właściwości regulatora wzrostu. W uprawie kukurydzy testowano kwas abscynowy i benzylaminopurynę (289).

Materiał siewny

Zaprezentowano programy komputerowe przeznaczone do określania wielkości prób nasion (741) i badań nad biologią kiełkowania nasion (749).

Zmianowanie

Badano interakcję odmian pszenicy twardej z miejscem w zmianowaniu (197) i reakcję jęczmienia na uprawę w monokulturze (275, 527, 605). Zasygnalizowano wpływ zmianowania na formy azotu glebowego (561). Porównano nakłady w różnych zmianowaniach (509), przedstawiono bilans energii (569). W dwóch pracach opisano znaczenie międzyplonów, przy czym jedna z prac dotyczyła ich wpływu na produkcyjność zmianowania (579), a druga na zawartości wody w glebie (513).

Organizmy genetycznie modyfikowane

Tylko cztery prace związane były z problematyką roślin GMO. Opisano osiągnięcia na temat ulepszenia pszenicy i kalafiora (149, 173). Przedstawiono program komputerowy do oceny zagrożenia koegzystencji kukurydzy konwencjonalnej i GMO (647). Poruszono problem walidacji metod analiz ziarna odmian GMO (743).

Modelowanie

Prezentowane opracowania można podzielić według następującej tematyki:

- symulacja bilansu wody glebowej, prognozowanie ewaporacji, okresów suszy i innych zjawisk klimatycznych (175, 283, 305, 323);
- prognozowanie plonów i ich jakości na podstawie warunków uprawy oraz danych meteorologicznych (41, 259, 265, 275, 295, 329, 639, 689);
- analiza i kontrola dynamiki azotu i węgla w glebie oraz ustalenia zaleceń nawozowych (371, 403, 621);
- prognozowanie kierunku i zakresu przemian mikrobiologicznych oraz jakości plonów roślin uprawianych w warunkach zanieczyszczonego środowiska glebowego (437, 659).

Przedstawiono programy komputerowe do procesów symulacji rolniczych (261, 271, 347, 631).

Literatura

[1] Bibliotheca Fragmenta Agronomica. 2006. Book of proceedings. Part I & II. 11: 17–768.
[2] Bibliotheca Fragmenta Agronomica. 2006. Book of proceedings. Part III.
[3] ESA Newsletter. 2006. 31: 3–24.

Jadwiga Andrzejewska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Autorka dziękuje głównym organizatorom Kongresu prof. dr. hab. Mariuszowi Fotymie i prof. dr hab. Janowi Rozbickiemu za wyrażenie zgody na opublikowanie niniejszego opracowania.

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 111–113

Konferencja IV sekcji CIGR w Olsztynie (19–21 VI 2007 r.)

W dniach 19–21 czerwca odbyła się w Olsztynie dwudziesta dziewiąta międzynarodowa konferencja IV sekcji CIGR (The International Commission of Agricultural Engineering) zorganizowana przez Katedrę Elektrotechniki i Energetyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Tematem obrad było „Racjonalne wykorzystanie energii w rolnictwie i odnawialne źródła energii w połączeniu z ochroną środowiska". Podczas trzech sesji wygłoszono 12 referatów. Dalszych 11 prac zaprezentowano w sesji plakatowej. Pełne teksty większości referatów uczestników konferencji są dostępne na płycie CD.

Tematyka konferencji mieści się w obszarze działalności sekcji IV CIGR, której oficjalna nazwa brzmi: „Rural Electricity and Other Energy Sources". Autorzy poszczególnych prac poruszyli szerokie spektrum problemów gospodarki energetycznej. Jeden z referatów poświęcono tematyce żywej siły pociągowej. Autorzy z Indii [18] zaprezentowali wyniki badań wpływu warunków pracy na osiągi i stan zmęczenia bawołu.

Dominowała tematyka związana z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii. Zwrócono m.in. uwagę na fakt, że na świecie coraz szerzej stosowane są ogniwa fotoelektryczne, których ceny są niestety wysokie. W ostatnich latach opracowano ogniwa fotoelektryczne z zastosowaniem materiałów organicznych. Ich zaletą jest duża elastyczność, mała masa właściwa i relatywnie niska cena. Mogą one znaleźć zastosowanie w rolnictwie, m.in. do zasilania urządzeń przenośnych lub pracujących w oddaleniu od sieci energetycznej [7].

Dużo uwagi poświęcono obróbce biomasy przeznaczonej do celów energetycznych [1, 13, 14] oraz jej właściwościom i odbiornikom [3, 5, 10, 12, 20]. W analizach możliwości produkcji energii z zasobów odnawialnych ważne jest określenie rozmiaru tych zasobów na danym obszarze. W tym celu w Indiach opracowano metodę wyznaczania ilości energii możliwej do uzyskania z nasion drzew oleistych [15]. Ocena potencjału energii z zasobów odnawialnych była też przedmiotem prac autorów z Nigerii [2, 8].

W ciągu minionej dekady zużycie bezpośrednie energii ze źródeł kopalnych w rolnictwie irańskim zmniejszyło się o około 24%. Wzrosło natomiast (o 186%) zużycie energii elektrycznej. Powodem tego było częściowe zastąpienie silników spalinowych elektrycznymi w pompach stosowanych w systemach nawadniania, a także zastępowanie przestarzałych ciągników nowoczesnymi. Efektywność bez-

pośrednich nakładów energii wzrosła o 41%. Zachodzące zmiany są korzystne dla środowiska naturalnego [11].

Zapotrzebowanie na energię zależy od sposobów uprawy gleby. Badania wykazały, że w porównaniu z konwencjonalnym systemem zastosowanie systemu uprawy ochronnej (conservation tillage) powodowało obniżenie energochłonności o 12,4% do 17,3%, a siewu bezpośredniego (no tillage) o 90,1% do 90,6% [6]. Wyższość metody siewu bezpośredniego wykazały też badania indyjskie [19].

W bezokiennej chlewni najbardziej odpowiednia jest jednowarstwowa izolacja cieplna [22]. Południowa wystawa ścian budynków inwentarskich nie gwarantuje wzrostu temperatury w przyległych pomieszczeniach. Uzysk energii cieplnej z tego tytułu jest możliwy jedynie w przypadku zastosowania specjalnych rozwiązań [23].

W suszarniach o przepływie krzyżowym (cross flow drier) efektywność nakładów energii jest dwukrotnie wyższa niż w suszarniach typu statycznego. Dalszą redukcję nakładów i kosztów energii powoduje bezpośrednie wykorzystanie energii słonecznej w suszarni [9]. Oszczędności energii można też uzyskać dzięki zastosowaniu najbardziej właściwych parametrów procesu suszenia w suszarni konwekcyjnej [17] oraz poprzez odzysk ciepła przy zastosowaniu wymiennika ciepła w suszarni [21]. Na przykładzie zakładu przemysłu mięsnego wykazano, że przesuwając czas uruchamiania głównych odbiorników energii elektrycznej poza okresy szczytowe zużycie energii elektrycznej podczas porannego szczytu można zmniejszyć o ok. 33%, a podczas szczytu wieczornego o ok. 75% [4].

W 2007 r. w ramach Konsorcjum „Wirtualny Instytut Rolnictwa Zrównoważonego" (WIRZ) podjęto realizację interdyscyplinarnego projektu badawczego pod nazwą „Modelowanie zastosowania biomasy do celów energetycznych". W realizacji projektu uczestniczy 6 instytutów zrzeszonych w WIRZ, w tym 5 polskich i jeden norweski. W ramach tego programu zostanie opracowany model umożliwiający wyznaczanie efektywności produkcji roślin energetycznych. Podstawę obliczeń stanowią dane o kosztach, skumulowanych nakładach energii ponoszonych przy uprawie poszczególnych roślin energetycznych, wartości rynkowej oraz opałowej uzyskanej produkcji. Dane te są gromadzone w objętych badaniami gospodarstwach rolniczych prowadzących uprawę roślin energetycznych [16].

Wykaz wygłoszonych referatów

[1] Adamczyk F., Frąckowiak P. 2007. The energy-consuming of the process of straw compaction by the method of curling.

[2] Akinbile C.O., Ejieji C.J. 2007. Evaluation of wind power as a potential renewable energy source in Nigeria.

[3]. Bhattacharya T.K. 2007. Combustion behaviour of alcohol-diesel microemulsions in a CI engine.

[4] Bieranowski J. 2007. Optimisation of the electrical power daily load curves in a food processing plant.

[5] Brkic M., Janic T., Galic S. 2007. Biomass-fuelled boiler for pig farm heating and environment protection.

[6] Kosutic S., Filipovic D., Kovacev I., Gospodaric Z. 2007. Energy requirement at different tillage systems in soybean and winter wheat production.

[7] Makowska M., Godlewski J. 2007. Possible applications of organic solar cells in agriculture.

[8] Manuwa S.I., Fapetu O.P. 2007. Renewable energy resources in Nigeria: potentials, prospects and challenges.
[9] Marouzé C., Dramé D., Giroux F. 2007. Improvement of the energy efficiency driers for granulated food products in the African Western countries.
[10] Martinov M., Tešić M., Brkić M. 2007. Efficiency and emission of biomas boilers and stoves in Vojvodina/Serbia.
[11] Marzban A., Razzaghi M.H. 2007. The energy consumption trend in Iran agricultural sector and its effect on air pollutants emission.
[12] Monarca D., Carlini M., Cecchini M., Colantoni A. 2007. Gasification of agroforestry biomasses by means of a multi-reactor gasifier for electric power production: experimental tests and syngas analysis.
[13] Mukengele M., Oechsner H. 2007. Influence of ensilage on the specific methane yield of maize.
[14] Panda T.C., Omre P.K., Kumbhar B.K. 2007. Effect of different parameters on clarification efficiency of mechanical clarifier.
[15] Pateriya R.N., Tomar S.S. 2007. Adaptation of viable energy options for the sustainable agricultural development.
[16] Pawlak J. 2007. Renewable energy sources - agricultural, economic and environmental aspects.
[17] Prvulovic S., Tolmac D. 2007. Energy balance of the systems convection drying in the agri and food industry.
[18] Singh M.P., Sharma S.C. 2007. Studies on bio-energetics of draught buffalo.
[19] Singh T.P. 2007. Performance of no-till drill for establishment of rice and its comparison with drum seeder and conventional method.
[20] Tešić M., Martinov M., Đatkov D. 2007. Future biogas plants in Vojvodina – energetic environmental and financial features.
[21] Tolmac D., Prvulovic S. 2007. Rationalization of energy consumption and utilization of waste heat in the corn fiber dryer.
[22] Żelazny H. 2007. One or two layers of thermo-reflective screens for improvement of thermal isolations in livestock building.
[23] Żelazny H. 2007. The air temperature in southern parts of livestock buildings.

Jan Pawlak
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie
i Katedra Elektrotechniki i Energetyki UW-M w Olsztynie

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 115–117

Europejskie Stowarzyszenie Nauk o Ziemi, Wiedeń, 15–20 kwietnia 2007

W okresie od 15 do 20 kwietnia 2007 roku odbyła się we Wiedniu Międzynarodowa Konferencja zorganizowana przez Europejskie Stowarzyszenie Nauk o Ziemi. W materiałach konferencyjnych opublikowano ponad 11 tysięcy abstraktów, podczas konferencji zaprezentowano około 5 tysięcy wystąpień słownych oraz 6 tysięcy posterów. Ponad 26 tysięcy nazwisk znajduje się w spisie autorów abstraktów. Taki rozmiar konferencji ma wiele cech, do których można zaliczyć skupienie w jednym miejscu dużej grupy pracowników naukowych, możliwość zapoznania się z najnowszymi kierunkami obowiązującymi w nauce, mnogość sesji, nieraz odbywających się równolegle w tym samym czasie, co może powodować trudności poznaniem wszystkich ciekawych wystąpień. Przy okazji tak dużej koncentracji w jednym miejscu sesji naukowych oraz posterowych, spotkań, wystaw nowoczesnej aparatury analitycznej oraz firm wydawniczych etc. należało niezwykle rygorystycznie posługiwać się programem, celem wyłuskania z niego najbardziej interesujących elementów.

Miejscem konferencji była Austria Center Vienna, znajdująca się na placu imienia Bruno Kreiskiego, dawnego kanclerza Austrii. Struktura architektoniczna budynku oraz wyposażenie audiowizualne centrum dają gwarancję profesjonalnego przeprowadzenia tak wielkiego przedsięwzięcia naukowo-logistycznego, jakim było Europejskie Stowarzyszenie Nauk o Ziemi tego roku.

Organizatorzy wszystkie abstrakty konferencji zamieścili w 9 woluminie Geophysical Research Abstracts oraz na CD. Ponadto, co jest niezwykle ważne, dla osób nieuczestniczących w konferencji oraz z punktu widzenia promocji rezultatów badań, są one dostępne na stronie internetowej Europejskiego Stowarzyszenia Nauk o Ziemi 2007.

Niezwykle bogaty program konferencji obejmował 24 następujące grupy tematyczne, które z kolei zawierały sympozja (ich ilość podano w cyfrach arabskich): sympozja połączone – 13, sympozja edukacyjne – 5, badania atmosfery – 63, glebowe procesy biotyczne – 56, klimat: przeszłość, teraźniejszość, przyszłość – 90, nauki geosferyczne – 30, energia, zasoby i środowisko – 17, geochemia, mineralogia, petrografia i nauka o wulkanach – 29, geodezja – 22, geologia dynamiczna – 29, geomorfologia – 52, nauki geologiczne, aparatura i możliwości – 23, hydrologia – 70, izotopy w geologii: aparatura i zastosowanie – 12, magnetyzm, paleomagnetyzm, fizyka skały i materiały geologiczne – 20, naturalne zagrożenia – 66, nieliniowe procesy w geologii – 45, oceanologia – 46, system słoneczny i planetarny – 28,

sejsmologia – 28, gleboznawstwo – 32, słońce–ziemia – 19, stratygrafia, sedymentologia i paleontologia – 36, tektonika i strukturalna geologia – 44.

Zakres tematyczny sesji konferencji dotyczył wielu zagadnień nauki, wśród których silnie został zaznaczony aspekt rolniczy. Rolnicze akcenty przejawiały się w trakcie wielu sesji oraz podczas prezentacji posterowych. Sesja pt. „Gleby organiczne, procesy, mechanizmy oraz wykorzystanie", zawierała najwięcej aspektów związanych z rolnictwem. Była to pierwsza w historii sesja Europejskiego Stowarzyszenia Nauk o Ziemi zajmująca się glebami organicznymi. Uprzednio referaty dotyczące gleb organicznych przewijały się na wielu sesjach, lecz nigdy nie znalazły one swego miejsca na specjalnej sesji poświęconej właśnie tym glebom. Zagadnienia prezentowane podczas tej sesji dotyczyły oceny właściwości fizykochemicznych gleb organicznych pod wieloletnią uprawą żurawiny, wpływu zmianowania na zawartość związków azotowych w glebie, funkcji torfowiska jako bariery biogeochemicznej w ograniczaniu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodzie gruntowej, uwalniania do wody gruntowej rozpuszczalnej materii organicznej torfów w zależności od temperatury, określenia właściwości przeciwutleniających materii organicznej wyizolowanej z torfów wysokich, oceny właściwości hydrofilnych oraz hydrofobowych kwasów huminowych oraz fulwowych wyizolowanych z torfów, znaczenia małych zbiorników wodnych oraz zadrzewień śródpolnych jako barier biogeochemicznych w ograniczaniu rozprzestrzeniania się związków azotu w krajobrazie rolniczym, właściwości fizycznych gytii w zależności od zawartości wilgotności.

Wkład polskich pracowników naukowych był widoczny w przygotowaniu konferencji, jako członków komitetu organizacyjnego, oraz przewodniczenie obrad sesji (sesja pt. „Gleby organiczne: procesy, mechanizmy oraz wykorzystanie"), w trakcie wystąpień słownych i dyskusji oraz podczas sesji posterowych. Ponadto Polacy pełnili wiele funkcji z wyboru w strukturach Europejskiego Stowarzyszenie Nauk o Ziemi. W okresie 2002–2007 w tym Stowarzyszeniu profesor Jerzy Weber z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu był wiceprezydentem, a w okresie 2002–2007 przewodniczył działalności sekcji gleboznawstwa.

W trakcie konferencji za całokształt dorobku naukowego oraz wkład w rozwój poszczególnych dyscyplin naukowych, Europejskie Stowarzyszenie Nauk o Ziemi przyznało następujące medale imienia: Fridtjofa Nansena, Milutina Milankovica, Louis Agnassiza, Hansa Oeschgera, Juluisa Bartelsa, Johna Daltona, Wilhelma Bjerknesa, Neining Meimesza, Augustusa Love, Louis Nèela, Cannes Alfvèna, Phillippe Duchaufoura, Siergieja Solovieva, Beno Gutenberga, Vladimira Inavovich Vernadsky, Roberta Wilhelma Bunsena, Davida Batesa, Alfreda Wegnera, Stephana Muellera, Arthura Holmesa, Pliniusa, Henry'ego Darcy, Petrusa Peregrinusa, Joan Babtiste Lamaircka oraz Lewis Fry Richardsona.

Niezmiernie miłym polskim akcentem tej części konferencji było przyznanie za całokształt dorobku naukowego profesor Alinie Kabacie-Pendias z Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach prestiżowego medalu im. Phillippe

Duchaufoura. Po części oficjalnej ceremonii wręczenia medalu, profesor Alina Kabata-Pendias wygłosiła referat pt. „Trace elements from soils to humans".

Tak olbrzymi naukowy i logistyczny rozmach konferencji mógłby budzić niepokój oraz wątpliwości, co do ewentualnie właściwej pracy komitetu organizacyjnego oraz sprawnie przeprowadzonej konferencji. Mimo tak bogatego programu całość organizacyjna funkcjonowała niezwykle efektywnie. Bardzo profesjonalnie współpracował z uczestnikami konferencji elektroniczny system obsługi uczestników, zapewniający bardzo szybkie przyjmowanie oraz ewentualnie wycofywanie abstraktów, przesuwanie abstraktów między sesjami oraz natychmiastowego powiadomienia uczestników o zaistniałych zmianach w programie.

Lech Szajdak
Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań

Postępy Nauk Rolniczych nr 1/2008: 119–125

Nagrody naukowe Wydziału Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych w 2007 roku

Wydział Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAN w dniu 20 listopada 2007 r. przyznał nagrody naukowe i dyplomy za książki i wyróżniające się prace badawcze.

Nagroda naukowa im. Michała Oczapowskiego

Za książkę

„Zooindication-based monitoring of anthropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest" **dla zespołu: prof. dr hab. Andrzej SZUJECKI (kierownik zespołu), prof. dr hab. Sławomir MAZUR, prof. dr hab. Henryk TRACZ, dr hab. Jarosław SKŁODOWSKI prof. SGGW, dr hab. Małgorzata SŁAWSKA, dr hab. Marcin SMOLEŃSKI (Politechnika Białostocka), dr Marek SŁAWSKI, dr Tomasz MOKRZYCKI, dr Adam BYK, dr Dariusz ŁĘGOWSKI, dr Artur RUTKIEWICZ, mgr inż. Stanisław PERLIŃSKI z Katedry Ochrony Lasu i Ekologii Wydziału Leśnego SGGW w Warszawie z rekomendacji Komitetu Nauk Leśnych PAN**

Katedra od prawie półwiecza zajmuje się badaniami antropogenicznych przekształceń środowisk leśnych metodą zooindykacyjną (przy użyciu stawonogów) Wypracowano oryginalną metodę waloryzacji i model umożliwiający waloryzowanie zespołów leśnych, jak też ocenę ich odkształceń wywołanych przez czynniki antropogeniczne.

W książce przedstawiono znaczenie 26 stresorów należących do grup: leśna gospodarka zrębowa, uproszczenie składu gatunkowego drzewostanów, wielkopowierzchniowa eksploatacja drewna, pożary leśne, przejściowe rolnicze użytkowanie gleb leśnych, różne formy gospodarczego użytkowania gleb leśnych i zmiana leśnego użytkowania gruntów na inny. Usunięcie stresora, jakim są zręby zupełne, najskuteczniej wyeliminowałoby zagrożenia na prawie 40% powierzchni Puszczy, jakie tworzą się w kryzysowym stadium drągowin na różnych siedliskach. Drugą grupą ważnych stresorów są wielkoobszarowe wyręby i wprowadzanie gatunków iglastych na siedliska lasowe. Niewielką powierzchniowo grupę stresorów, ale o głębokim wpływie na biocenozy, tworzą stresory grupy III – obejmujące grunty rolne, wysypiska śmieci,

paśniki, składnice drewna, łąki, szlaki transportowe, szkółki, osady i parki. O ile rehabilitacja zagrożeń Puszczy spowodowana przez stresory grupy I i II następować będzie w trybie sukcesji, a radykalnym posunięciem będzie usunięcie stresora, to rehabilitacja terenów objętych działaniem stresorów grupy III wymagać będzie kosztownych i trudnych działań: usunięcia stresora i rekultywacji techniczno-biologicznej.

Przedstawione wyniki mają znaczenie praktyczne i teoretyczne:

- Praktyczne, gdyż pozwolą na określenie metodą zooindykacyjną przyczyn i stopnia synantropizacji Puszczy wyznaczając dystans rehabilitacyjny zdegradowanych jej fragmentów lub części, co umożliwi prawidłowe planowanie procesów naturalizacji.
- Teoretyczne, gdyż rozszerzą wiedzę o metodach zooindykacyjnych w monitoringu i waloryzacji ekosystemów i krajobrazów, mechanizmów synantropizacji i degradacji naturalnych zespołów fauny, a także odniesienie tych wyników do zespołów leśnych „wzorcowych", jakimi są lasy Puszczy Białowieskiej, przyczynią się do poznania ekologii stresu, sukcesji, modelowania procesów degradacyjnych, ich monitoringu i waloryzacji.

Zooindication-based monitoring of anthropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest, Wyd. Warsaw Agricultural University Press, 2006: 443 ss , 14 map.

Za prace badawcze

1. **„Wyizolowanie i zidentyfikowanie genów, których ekspresja jest związana z tolerancją odmian uprawnych ziemniaka oraz dzikiego gatunku *Solanum sogarandinum* na stresy wywołane chłodem, suszą i zasoleniem" dla zespołu: doc. dr hab. Tadeusz RORAT, dr Agnieszka KIEŁBOWICZ-MATUK, dr Zhimin YIN, mgr Bartosz SZABAŁA z Instytutu Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, z rekomendacji Komitetu Fizjologii, Genetyki i Hodowli Roślin PAN**

W badaniach nad molekularnymi mechanizmami adaptacji roślin do stresowych warunków środowiska występujących w okresie wegetacji, z odpornej na mróz psianki *Solanum sogarandinum* wyizolowano kilkadziesiąt klonów cDNA reprezentujących geny, których poziom ekspresji (mierzony poziomem transkryptu) ulegał zwiększeniu w odpowiedzi na stres chłodu. Wyizolowane geny kodowały białka pełniące w komórce różne funkcje. Analiza ich ekspresji na poziomie kodowanych białek wykazała, że tylko w przypadku niektórych genów obserwowano wyższy poziom białkowych produktów ich ekspresji u roślin poddanych działaniu chłodu. Kilka z wyizolowanych genów, jak *Dhn24*, kodujący białko dehydrynowe, gen *SsLTP1*, kodujący białko transportujące tłuszcze oraz gen *SsCyP* kodujący cytoplazmatyczną cyklofilinę poddano bliższej analizie w celu wykazania czy wyższy poziom ich ekspresji pod wpływem chłodu jest związany z aklimatyzacją gatunków z rodzaju *Solanum* do stresu niskiej temperatury.

Przeprowadzone badania wykazały, że w warunkach niestresowych białko dehydrynowe DHN24 będące produktem genu *Dhn24* występuje głównie w organach transportujących oraz części szczytowej pędu. Pod wpływem chłodu następuje wzrost

poziomu białka *DHN24* we wszystkich organach u gatunków Solanum, przy czym najwyższą akumulację białka obserwuje się w łodygach, korzeniach oraz części szczytowej pędu. Co istotne, wzrost poziomu DHN24 obserwowano tylko u tych gatunków rodzaju *Solanum*, które były zdolne do hartowania się w chłodzie (*S. sogarandinum* i *S. tuberosum* odm. 'Aster'). Nie obserwowano zmian w poziomie DHN24 u odmiany uprawnej 'Irga', która nie hartuje się do chłodu. Ponieważ wzrost poziomu DHN24 u *S. sogarandinum* pod wpływem stresu zachodził równolegle do wzrostu odporności roślin na zamarzanie, uzyskane dane dowodzą, że zwiększony pod wpływem chłodu poziom ekspresji genu *Dhn24* jest sprzężony z hartowaniem się gatunków z rodzaju *Solanum* do stresu niskiej temperatury. Bezpośrednich danych na temat udziału białka DHN24 w tolerancji roślin na stres niskiej temperatury dostarczyły wyniki analizy odporności roślin transgenicznych ogórka na chłód i mróz, które miały transgen zawierający gen *Dhn24* z *S. sogarandinum*. Obecność białka DHN24 w roślinach transgenicznych ogórka wpłynęła na zwiększenie u jednych roślin tolerancji na chłód, a u innych na zamarzanie. Należy podkreślić, że ekspresja genu *Dhn24* nie ulega zwiększeniu u *S. sogarandinum* pod wpływem suszy i zasolenia.

Gen *SsLTP1* koduje białko transportujące tłuszcze LTP1, o masie 11,6 kDa. W warunkach niestresowych, białko LTP1 jest obecne w niewielkiej ilości we wszystkich organach nadziemnych. Pod wpływem chłodu, jego poziom wzrasta we wszystkich organach, przy czym najwyższy wzrost LTP1 obserwuje się w łodygach oraz liściach. Podobnie jak w przypadku DHN24, wzrost poziomu białka LTP1 pod wpływem stresu jest sprzężony z hartowaniem się gatunków *Solanum* do niskiej temperatury. W przeciwieństwie do genu *Dhn24*, wyższy poziom ekspresji genu *SsLTP1* następował także w warunkach deficytu wodnego oraz zasolenia.

Gen *SsCyP*, kodujący cyklofilinę cytoplazmatyczną ulega zwiększonej ekspresji pod wpływem stresów (chłód i susza) tylko na poziomie transkrypcyjnym, Nie obserwuje się zmian w poziomie cyklofiliny pod wpływem chłodu, suszy i zasolenia.

Publikacje:

[1] *Plant Science* 168 (2005): 339–348
[2] *Plant Science* 170 (2006): 1164–1172
[3] *Planta* 224 (2006): 205–221
[4] *Cellular&Molecular Biology Letters* 11(2006): 536–556
[5] *Postępy Biologii Komórki* 2 (2006): 349–363
[6] *Postepy Biologii Komórki* 3 (2006): 437–452)

2. ***„Indeksy selekcyjne uwzględniające cechy mleczności kóz mlecznego typu użytkowego oraz propozycja indeksu selekcyjnego dla cech funkcjonalnych"*** **dla doc. dr hab. Emilii BAGNICKIEJ z Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu, z rekomendacji Komitetu Nauk Zootechnicznych PAN**

Analiza cech produkcyjnych obejmowała dane o 18563 laktacjach od 8938 kóz. Ustalono, że aktualny cel hodowlany populacji kóz mlecznych w Polsce powinien

uwzględniać wzrost wydajności mleka bez obniżenia, a najlepiej równoczesnym zwiększeniu zawartości składników. Analiza cech reprodukcyjnych dotyczyła wielkości miotu (WM1 i 2), liczby koźląt żywo urodzonych (ŻYWUR1 i 2) i strat ogółem (STROG1 i 2) w pierwszym i drugim wykocie, wieku pierwszego i drugiego wykotu (WW1 i 2) oraz odstępu między pierwszym a drugim wykotem (OMW). Dane o ogólnej budowie dotyczyły 2162 zwierząt. Materiał do analizy cech zdrowia wymienia stanowiły dane o 4417 udojach dziennych.

Współczynnik odziedziczalności wydajności mleka wahał się od 0,13 do 0,21, a r^2 – 0,22 i 0,23. Współczynnik odziedziczalności wydajności tłuszczu wyniósł od 0,01 do 0,18, natomiast r^2 – 0,19 i 0,20, a dla wydajności białka od 0,01 do 0,18 dla h^2 oraz 0,17 i 0,22 dla r^2. Współczynnik odziedziczalności procentu tłuszczu wahał się od 0,18 do 0,24, a białka od 0,24 do 0,27. Współczynnik powtarzalności tych cech wyniósł od 0,23 do 0,27 i od 0,30 do 0,33. Korelacje genetyczne między wydajnością mleka a procentem tłuszczu i białka były ujemne, natomiast między wydajnością i procentem tłuszczu i między wydajnością a procentem białka były dodatnie. Korelacje między procentem tłuszczu i białka oraz między cechami wydajnościowymi były dodatnie. Dodatnie korelacje genetyczne oszacowano pomiędzy wydajnością tłuszczu i procentem białka. Wykazano brak korelacji genetycznych między wydajnością białka i procentem tłuszczu.

Ustalono, że jeden z trzech indeksów uwzględniający wydajność tłuszczu i wydajność białka z dwukrotnie większą wagą dla białka lub indeksy uwzględniające wydajność mleka i białka z dwu- lub trzykrotnie większą wagą dla białka byłby obecnie najlepszy do zastosowania.

Dla cech reprodukcyjnych najwyższe h^2 oszacowano dla WM1, najniższe zaś dla OMW. Korelacje między cechami wydajnościowymi a WM1 i ŻYWUR1 były prawie zerowe. Uzyskane szacunki korelacji między cechami rozpłodowymi wskazują na pewne zależności, jednak błędy standardowe szacunków są zbyt wysokie, by można było wyciągać z nich wnioski. Bardzo wysokie korelacje między WM1 a WM2 oraz STROG1 a STROG2 wskazują na możliwość prowadzenia skutecznej selekcji w pierwszej laktacji. Zaproponowano indeks selekcyjny cech rozpłodowych: $1*WH_{WM1} - 1{,}7*WH_{STROG1}$ oraz łączny – cech mleczności i cech rozpłodowych: $196*WH_{WM1} - 281*WH_{STROG1} + 1* WH_{WYDMLEKA}$.

Współczynnik odziedziczalności ogólnej oceny budowy zwierząt wyniósł 0,63. Zidentyfikowane czynniki wpływające na tę cechę, tj. płeć, rok urodzenia i rasa tłumaczyły zmienność w 1,68, 1,95 i w 7,37%. Współczynnik odziedziczalności liczby komórek somatycznych (LKS) oraz procentu laktozy wyniosły 0,21 i 0,27. Współczynniki powtarzalności wyniosły odpowiednio: 0,31 i 0,35. Korelacja genetyczna między LKS a procentem laktozy okazała się ujemna, a między wydajnością mleka a LKS była dodatnia. Jednak błędy standardowe korelacji były duże.

Szacunki wskaźników odziedziczalności cech produkcyjnych kóz mlecznych i korelacje genetycznie między nimi są praktycznie pierwszymi wynikami z tego zakresu

w Polsce, a dotyczące cech funkcjonalnych – zwłaszcza zależności między cechami funkcjonalnymi a cechami mleczności – stanowią jedno z pierwszych takich opracowań w skali światowej. Wykazano, że możliwa jest skuteczna selekcja w kierunku poprawy cech mleczności. Opracowane i przedstawione w pracy indeksy nadają się do natychmiastowego wdrożenia i mogą być podstawą do skonstruowania nowoczesnego programu genetycznego doskonalenia kóz. Opracowanie zestawu nowoczesnych indeksów selekcyjnych, uwzględniających optymalne rozwiązania w zależności od przyjętego celu hodowlanego, wychodzi naprzeciw istniejącym potrzebom.

Opublikowano:

[1] Prace i Materiały Zootechniczne, Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt, Jastrzębiec, Monografie i Rozprawy 16(2006): 98 ss.

3. ***Aktywność biologiczna oraz procesy jej towarzyszące w glebach organicznych nawadnianych oczyszczonymi ściekami miejskimi (badania polowe i modelowe)*** **dla doc. dr hab. Małgorzaty BRZEZIŃSKIEJ z Instytutu Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN w Lublinie z rekomendacji Komitetu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN**

Praca przedstawia wyniki badań dotyczących wpływu nawadniania gleb organicznych oczyszczonymi ściekami miejskimi (wodami pościekowymi) na ich aktywność biologiczną na tle wybranych właściwości i procesów fizykochemicznych istotnych z punktu widzenia nadmiernego uwilgotnienia gleby. Zastosowano kompleksowe podejście metodyczne. Dla wyjaśnienia mechanizmu zmian obserwowanych na etapie badań polowych, które trudne były do interpretacji, przeprowadzono doświadczenia modelowe w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych bez udziału roślin, na materiale glebowym w monolitach i próbkach z wierzchnich warstw. Oznaczane w pracy wielkości charakteryzują procesy oddechowe, będące podstawą utrzymania prawidłowych funkcji życiowych mikroorganizmów glebowych.

Systematyczne, czteroletnie nawadnianie gleb oczyszczonymi ściekami miejskimi (60 i 120 cm rocznie; gleba torfowo-murszowa w uprawie topoli *Populus* spp. i wierzby *Salix* spp. oraz gleba mineralno-murszowa porośnięta mieszanką traw) istotnie wpływało na status biologiczny gleb, a intensywność i kierunek zmian znacząco zależały od typu gleby, warstwy w profilu, uprawianej rośliny i zastosowanej dawki ścieków. Właściwości gleby były modyfikowane przez długotrwałe działanie ścieków, a wpływ bezpośredni (krótkotrwały) niewiele różnił się od oddziaływania czystej wody, w warunkach laboratoryjnych dotyczył głównie stymulacji procesu denitryfikacji. Badania laboratoryjne ujawniły silne przekształcenia materiału glebowego z wierzchnich warstw (0–10 cm), prowadzące do zmian dostępności C_{org} oraz modyfikacji zawartości biomasy drobnoustrojów (C_{mic}) i ich aktywności biochemicznej (m.in. dehydrogenaz, katalazy, wydzielania N_2O, respiracji, wykorzystanie glukozy). Zmiany determinowane były warunkami wodno-powietrznymi gleby w frakcie nawodnień oraz były trwałe w glebie torfowo-murszowej (korzystne w uprawie wierzby, niekorzystne w obecności topoli) i nietrwałe w glebie mineral-

no-murszowej porośniętej trawami (poprawa warunków ekosystemu następująca po trzyletniej przerwie w zalewach). Intensywna mineralizacja glukozy oraz wysoka aktywność potencjalna (indukowane glukozą dehydrogenazy, wydzielanie metanu) wskazują, że obniżenie biomasy i aktywności drobnoustrojów w glebie porośniętej topolą nie wynikało z uszkodzenia populacji, lecz zmniejszenia dostępności substratu organicznego. Wszystkie gleby zachowały cechy istotne przy systematycznym stosowaniu nawodnień: zdolność pełnej denitryfikacji do N_2, aktywność metanotroficzną, oraz wysoką odporność na redukcję (przy wykorzystaniu natywnych substratów organicznych). Cechy te wskazują na przydatność gleb pobagiennych do nawodnień ściekami, pod warunkiem utrzymania odpowiednich stosunków wodno-powietrznych gleby i niskiej zawartości substancji organicznej w ściekach. Zastrzeżenia budzi podwyższenie emisji CO_2 (aktywności oddechowej drobnoustrojów) utrzymujące się po zaprzestaniu nawodnień.

Ocena szerokiego zakresu wskaźników aktywności biologicznej gleby wykazała, że informacje dostarczane przez badane wielkości są spójne, uzupełniają się i dobrze opisują zmiany w ekosystemie gleby. Stwierdzono przydatność tzw. wskaźników ekofizjologicznych (wskaźnika dostępności węgla C_{mic}/C_{org} i współczynnika metabolicznego qCO_2) do określenia statusu biologicznego gleb organicznych. Otrzymane wyniki mogą być pomocne przy ustalaniu korzystnych, z punktu widzenia jakości gleby, warunków wykorzystania gleb organicznych do utylizacji wód pościekowych (tzw. III stopień oczyszczania ścieków) oraz upraw roślin energetycznych z zastosowaniem nawodnień/nawożenia wodami pościekowymi.

Opublikowano:

[1] *Acta Agrophysica* 131, Rozprawy i Monografie 2006(2): 164 ss.

4. ***„Postęp techniczny a efektywność substytucji pracy żywej pracą uprzedmiotowioną w rolnictwie”*** **dla doc. dr hab. Sylwestra TABORA z Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie z rekomendacji Komitetu Techniki Rolniczej PAN**

W pracy przyjęto założenie, że na obecnym etapie rozwoju technologicznego postęp techniczny w rolnictwie prowadzi do wzrostu nakładów pracy uprzedmiotowionej i ograniczenia pracochłonności produkcji, które stanowiło treść przyjętej hipotezy roboczej.

Z uwagi na złożoność i różnorodność procesów produkcyjnych w rolnictwie, ocenie poddano 7 wyodrębnionych procesów technologicznych w produkcji roślinnej (uprawa roli, nawożenie organiczne i mineralne, siew i sadzenie, pielęgnacja i ochrona, a także procesy zbioru roślin pastewnych, zbóż i okopowych) oraz oba działy produkcyjne, tj. produkcję roślinną i zwierzęcą. Badaniami objęto zaszłości produkcyjne z lat 1994 i 2004, w 100 gospodarstwach rolniczych.

Założona hipoteza została pozytywnie zweryfikowana tylko w zakresie procesów technologicznych zbioru zbóż i roślin okopowych. Substytucji czynników produkcji

nie stwierdzono w procesie siewu i sadzenia, a w pozostałych procesach technologicznych produkcji roślinnej wzrostowi nakładów pracy uprzedmiotowionej towarzyszył wzrost nakładów robocizny. Analiza statystyczna wykazała także istnienie związku między krańcową kosztową stopą substytucji i efektywnością postępu naukowo-technicznego.

Przyczyn braku substytucji należy upatrywać w nieracjonalnej organizacji pracy, która na małych polach obarczona jest wysokimi stratami czasu. Zatem z uwalnianiem nadwyżek siły roboczej będziemy mieć do czynienia wówczas, gdy procesowi wprowadzania nośników postępu technicznego towarzyszyć będzie wzrost powierzchni gospodarstw i związany z tym wzrost wydajności pracy.

Opublikowano:

[1] *Inżynieria Rolnicza* 10(85), 2006: 151 ss.

Przewodniczący Komisji Nagród
Naukowych Wydziału V PAN
Adolf Horubała
Czł. rzecz. PAN