

UTICAJ HORMONA NA MIKROBNI SISTEM ZEMLJIŠTA

Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Pavle Mašković¹, Zelenika Milica¹,
Vesna Đurović¹, Ivana Bošković²

Izvod: S obzirom da je dejstvo fitohormona na biljne organizme prilično dobro proučeno, dok je učinak egzogenih fitohormona na mikroorganizme slabo proučen, smatramo da ovom pitanju treba posvetiti mnogo više pažnje, jer bi se mogli sagledati neki veoma značajni aspekti biohemije, molekularne biologije i genetike, kao i interakcije viših biljaka i epifitnih i rizosfernih mikroorganizama.

Ključne reči: biljka, fitohormoni, mikroorganizmi, zemljište

Identifikacija i funkcija fitohormona

Krajem 20-ih i početkom 30-ih godina prošlog veka fiziolozi biljaka su ispoljili posebno interesovanje za proučavanje fitohormona. Ispitivano je njihovo stvaranje u biljci, putevi transporta, uticaji na procese rasta i morfogeneze, kao i uloga u metabolizmu. Tome je posebno pogodovalo izdvajanje i hemijska identifikacija fitohormona. Tako je Went 1928. godine iz vršaka koleoptila ovsa na agarne blokove izolovao biljnu supstancu. Keglj je 1933. godine uspeo da u hemijski čistom obliku izoluje i identifikuje tri auksina: a i b koji predstavljaju oksikiseline (auksentriolnu i auksenolonsku) i heteroauksin – β -indolilsirćetnu kiselinu.

Druga grupa fitohormona - giberelina otkrivena je 1926. godine. U proizvodima metabolizma fitopatogene gljive *Gibberella* Kurosava je otkrio aktivnu supstancu koja izaziva anomaliju rasta kod pirinča. Giberelini (ima ih nekoliko desetina) su organske kiseline koje pripadaju acikličnim jedinjenjima fluorenskog niza.

Prirodnim regulatorima rasta biljaka – fitohormonima pripadaju auksini, giberelini, citokinini i inhibitori rasta.

Otkriće citokinina je veliko dostignuće biološke nauke. Otkrio ih je 1955. godine Skug. On je iz ekstrakta kvasaca izolovao biološki aktivnu materiju sa svojstvima purina. Ovu supstancu je hemijski identifikovao Miler 1956. godine. Pokazalo se da je to bio 6-furfurilaminopurin (kinetin). Nakon identifikacije kinetina sledila je njegova sinteza. Bila su sintetizovana i druga aktivna jedinjenja koja se od kinetina razlikuju karakterom radikala u amino grupi na šestom atomu ugljenika purinskog prstena.

Fitohormoni su proizvodi normalnog metabolizma koji ispoljavaju bitan uticaj na njegovo odvijanje. Zemljišni mikroorganizmi, posebno rizosferne bakterije, imaju sposobnost proizvodnje fitohormona kao sto su auksini, giberelini, citokini, etilen, apscisinska kiselina (Frankenberger, Arshad, 1995; Salamone i sar, 2005). Fitohormoni ispoljavaju pozitivno dejstvo na deobu ćelije, njeno povećanje, klijavost semena, formiranje

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (lekamg@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet u Istočnom Sarajevu, Vuka Karadžića 30, Bosna i Hercegovina

korena i izduživanje stabljika (Went, 1937; Costacurta i Vanderleyden, 1995). Na primer, sebacinjska kiselina pomaže biljkama u stresnim situacijama i ima važnu ulogu u cvetanju, zavisno od fotoperioda. Iako se fitohormoni proizvode komercijalno, efikasniji su oni koje proizvode mikroorganizmi, jer je prag između inhibitornog i stimulativnog nivoa nizak, dok se mikrobnih hormoni otpuštaju sporo i kontinuirano (Frankenberger, Arshad, 1995). Od 1964. do 1974. godine vršen je veliki broj istraživanja radi razjašnjenja uloge biljnih hormona. U toku tih istraživanja utvrđeno je da biljni hormoni vrše kontrolu deobe, istežanja i diferencijacije ćelija; ispoljavaju veliki uticaj na osnovne procese životne aktivnosti biljaka - disanje, fotosinteza, korenska ishrana; deluju na nicanje semena, cvetanje, sazrevanje i tome slično (Went, 1937; Leopold, 1998). Vrlo je bitna njihova uloga u regulaciji raspodele organskih materija u biljci (Rakitin, 1995; Jakušina, 2011).

Pri oceni dejstva fitohormona treba imati u vidu okolnost da odgovarajuća reakcija organizma na fitohormone zavisi ne samo od njegovog fiziološkog stanja, koncentracije fitohormona i velikog broja drugih unutrašnjih i spoljašnjih faktora (Arshad, Frankenberger, 1991; Jones i sar, 2009), već i od odnosa fitohormona i inhibitora rasta (Kefeli, 2000).

Fitohormoni [heteroauksin, neki giberelini, a od citokinina N⁶ (Δ^2 - izopentenil) adenzin] su nađeni u organizmima biljaka i životinja i u ćelijama mikroorganizama (Salamone i sar., 2001; Arkhipova i sar., 2005).

Dejstvo fitohormona na biljni organizam ispitivano je dosta detaljno. Uporedo s tim, uticaj egzogenih fitohormona na mikroorganizme skoro da nije proučen. Međutim, čini nam se da pokretanje tog pitanja može rasvetliti niz interesantnih aspekata biohemije, molekularne biologije, genetike, ali u razjasniti neke aspekte interakcije viših biljaka i epifitne i rizosferne mikrobne zajednice (Bais i sr., 2006).

Reakcija mikroorganizama na fitohormone

Postojeći naučni radovi iz ove oblasti svedoče o tome da fitohormoni ispoljavaju određeni uticaj na različite grupe mikroorganizama (Lazebnik i sar, 2014; Ma i Ma, 2016).

Tagiev (1996) je utvrdio da tretiranje biljaka graška sa heteroauksinom ubrzava stvaranje kvržica. Pri potapanju semena graška u 0,0005% rastvor heteroauksina pojačava se stvaranje kvržica i kvržične bakterije postaju virulentnije. Pri proučavanju dejstva heteroauksina na rast *Rhizobium* (Dullart i sar, 1971) utvrđena je veza između odnosa koncentracije heteroauksina, titra bakterija i trajanja lag-faze. Kefford (1963) je u ogleđima na kulturi *Rhizobium* zapazio porast aktivnosti citokinina u prisustvu heteroauksina. Pod uticajem auksina zapaženo je, takođe, povećanje zapremine ćelija *Saccharomyces cerevisiae* (Yanagishima i sar., 2000).

Uticaj giberelina na mikroorganizme još uvek nije dovoljno jasan. U većini slučajeva giberelini ne deluju ili deluju negativno. Tako, na primer, giberelini ne utiču na rast i fermentaciona svojstva *Saccharomyces cerevisiae* (Owades i Chiano, 1998). On nije ispoljio uticaj ni na *Penicillium expansum* (Teru i Kagawa, 1992). U koncentraciji 1-100 mg/L giberelin ne menja rast kulture *Mycobacterium tuberculosis*, a u većim koncentracijama suzbija njegov rast (Luridiana i Robustelli, 1990). Pri unošenju u zemljište giberelin ne izaziva značajno povećanje intenziteta disanja mikroorganizama, a pri kasnijem zasejavanju bakterija u Petri-šolji broj kolonija se povećava samo kod kulture *Azotobacter chroococcum* (Lu i Bollen, 1998). Giberelin stimuliše i rast *Azotobacter indicus* (Greenberg i Tirpak,

1960). Prema podacima do kojih su došli Fletcher, Alcorn i Raymond (1959) giberelin ne deluje na kvržične bakterije, međutim ako se sa preparatom deluje na biljku – domaćina dolazi do suzbijanja njihovog razvoja kod leguminoznih biljaka (Boivin i sar., 2016). U velikom broju radova praćen je uticaj kinetina i njegovih analoga na rast i neke aspekte metabolizma mikroorganizama. Tako je otkriveno pozitivno dejstvo kinetina, dodatog u hranljivu sredinu (1mg/L), na rast termofilnog anaerobnog mikroorganizma *Clostridium thermocellum* (Quinn i sar, 1963). Povećanje rasta streptomicete *Streptomyces niveus*, pojačanje biosinteze antibiotika i nekih drugih proizvoda fermentacije zapaženo je pri dodavanju kinetina (0,01 – 50 µg/mL) u fermentacionu sredinu (Prave, Huber, 1967). Kinetin značajno stimuliše rast *Bacillus megatherium* i *Agrobacterium tumefaciens*, ali je manje efikasan u odnosu na druge bakterije (Maruzella i Carner, 1963).

Prema nekim istraživanjima, u prisustvu citokinina pojačava se inhibiranje rasta bakterija, izazvano antibioticima i analogima folne kiseline (Hall i Gale, 1960).

Proučavan je, takođe, uticaj kinetina na rast i metabolizam šećera kod *Saccharomyces cerevisiae*. Kinetin stimuliše rast kvasaca u koncentraciji $0,5 \times 10^{-4}$ i $0,5 \times 10^{-5}$ M sredine, povećava disajni koeficijent i menja transport ksiloze (Włodarczyk, 2008). Postoje podaci o stimulativnom dejstvu kinetina na rast i razvoj termofilne aktinomicete *Micromonosporae sp. 42*, na sintezu proteolitičkih enzima (Ovčarov, 2006). Zapažen je inhibirajući uticaj kinetina i njegovih analoga na rast *Escherichia coli* (Hill i Straight, 1970), *Corynebacterium michiganense* (Maruzella i Carner, 1963) i drugih mikroorganizama.

Proveravana je povratna reakcija velikog broja epifitnih mikroorganizama na unošenje fitohormona u hranljivu podlogu. Kod nekih mikroorganizama, koji pripadaju rodovima *Pseudomonas* i *Mycobacterium*, reakcija na dodavanje fitohormona u optimalnim koncentracijama manifestovala se povećanjem rasta i nakupljanja belančevina u ćelijama (Miške i sar, 2002).

Zaključak

Postojeći podaci koji se odnose na uticaj fitohormona na mikroorganizme su fragmentarni. Ozbiljnije sistematsko proučavanje ovog pitanja još uvek nije dovedeno do kraja. Mehanizam dejstva fitohormona na mikroorganizme takođe nije dovoljno razjašnjen, iako je očigledno da njegovo proučavanje može imati veliki teorijski i praktični značaj.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta “Poboljšanje genetičkog potencijala i tehnologija proizvodnje krmnog bilja u funkciji održivog stočarstva” – TR 31057 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

Arkhipova T.N., Veselov S.U., Melentiev A.I., Martynenko E.V., Kudoyarova G.R. (2005): Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant and Soil*, 272: 201-209.

- Arshad M, Frankenberger W. T. (1991): Microbial production of plant hormones. *Plant and Soil*, 133, 1–8.
- Bais H.P., Weir T.L., Perry L.G., Gilroy S., Vivanco J.M. (2006): The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*, Vol. 57: 233-266.
- Boivin S., Fonouni-Farde C., Frugier F. (2016): How Auxin and Cytokinin Phytohormones Modulate Root-Microbe Interaction, *Frontiers in Plant Science*, Vol. 7: 1240, <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01240>.
- Costacurta A., Vanderleyden J. (1995): Synthesis of Phytohormones by Plant-Associated Bacteria. *Crit. Rev. Microbiol.*, 21(1):1-18.
- Dullart I., Wijffelman C.A., Haveman I. (1971): Effect of indolacetic acid on the growth of *Rhizobium* in culture. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 37(2):219-224.
- Fletcher W.W., Alcorn I.W., Raymond I.C. (1959): Gibberellic acid and nodulation of legumes. *Nature*, 184, 1576-1580.
- Frankenberger W. T., Jr., Arshad M. (1995): *Phytohormones in soils: microbial production and function*. Marcel Dekker Inc., 503 pp.
- Greenberg, L., Tirpik, I. (1960): A note on the effect of gibberellic acid on *Azotobacter indicus*. *J. Pharm. Sci.*, 49 (5): 333-339.
- Hall R.H., Gale, G. O. (1960): Augmentation of chlortetracycline activity against two strains of *Staphylococcus* by kinetic. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med*, Vol.103(1), 234-238.
- Hall, R.H., Straight, S. (1970): Effect of 6-N-allyladenosine on bacterial mammalian cell. *Mol. Pharmacol., Molecular Pharmacology*, 6 (5) 468-473.
- Jakuškina, N.I., Takasenko, A.A. (2011): Vlijanije epifitnoj mikroflori na tempi rosta kukuruži i obrazovanje estestvennih gormonov rosta (auksinov i gibberelinov). *Biol. nauki.*, 2011, 74.
- Jones, A., Kramer, E. M., Knox, K., Swaruo, R., Bennett M. J., Lazarus, C. M., Leyser, H. M. O., Grierson, C. S. (2009): Auxin transport through non-hair cells sustain root-hair development. *Net. Cell. Biol.* 2009; 11 (1): 78-84.
- Kefeli V.N. (2010): Rost rastenij v svete sovremennih predstavlenij o vnutrikletočnoj regulaciji. *Uspehi sovrem. biologii*, 69 (3): 311-321.
- Kefford N.P. (1963): Natural plant growth regulation. *Science*, 142 (3598): 1495-1498.
- Lazebnik J., Frago, E., Dicke M., van Loon J. J.A (2014): Phytohormone mediation of Interaction Between Herbivores and Plant Pathogens, *Journal of Chemical Ecology* 40 (7): 730–741
- Leopold A. (2008): Rost i razvitie rastenij. M.: „Mir“ 2008.
- Lu, K.G. Bollen, W. Effect of gibrel, a potassium salt of gibberellic acid on microbiological activities in soil. *Plant Soil*, 1998, 9.
- Luridiana N., Robustelli F. (1990): Le auxine, fattori accessori dell'accrescimento cellulare. Effetto dell'acido giberellico e dell'acido β -indoacetico sull'accrescimento del *Mycobacterium tuberculosis*. *Biol. latina*, 13.
- Ma K.W and Ma W. (2016): Phytohormone pathways as targets of pathogens to facilitate infection, *Plant. Mol. Biol.*, 91:713-725.
- Maruzella, I. Carner, I. (1963): Effect of kinetin on bacteria. *Nature*, Vol. 200, 385.

- Miške I. V., Pevzner, D. I. Alehina, M. A. (2002): Izmenenie soderžanija proteina v kletkah nekih epifitnih bakterij v zavisimosti od dobavljenija fitogormonov v sredu viraščivanja. *Izv. A. N. Latv. SSR*, 9, (302).
- Ovčarov A. K. (2006): Viljanije kinetina na sintez pteolitičeskih fermentov kulturoj *Micromonospora sp.* 42. *Prokl. biohemija i mikrobiol.* 2.
- Owades, I.L., Chiano, G. Action of gibberellins on brewer yeast. *Amer. Brewer*, 91, 2008.
- Prave P., Huber G. (1967): Production of Metabolic Products of Gram-Positive Bacteria and Streptomyces by the additegn of Kinetin to the fermentation broth. <https://www.google.com/patents/US3317404>
- Quinn L. Y., Oates, R.P., Beers T.S. (1963): Support of cellulose digestion by *Clostridium thermocellum* in a kinetic – supplemented basal medium. *J. Bacteriol.* 86 (6): 1359.
- Rakitin, Ju. V. (2005) Itogi i perspektivi ispolzovanija fiziologičeski aktivnih soedinenij. *Agrohimija*, 8.
- Salamone G I E, Hynes R K, Nelson L M (2001): Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. *Canad. J. Microbiol.* 47, 404–411
- Salamone I, Hynes R., Nelson L. (2005): Role of Cytokinins in Plant Growth Promotion by Rhizosphere Bacteria, [PGPR: Biocontrol and Biofertilization](#), 173-195.
- Tagiev V. D. (1996): Dejstvie geteroauksina na aktivnost klubenkovich bakterij goroha v raznije fazi razvitija rastenij. *Izv. AN SSR Ser. Biol.*, 3.
- Teru M., Kagawa H. (1992): Influence of gibberellin in the growth of some parasitic fungi. *Hirosaku Daigaku Nogakubu Gakujutsu Hokoku*, 4, Cit. po C. A., 56.
- Went, F. V. and Kenneth V. Thimann: *Phytohormones*, New York, the Macmillan Company. 1937.
- Yanagishima, N. (2000): *Develop Grow. And differ.* 11(4).

THE EFFECT OF HORMONES ON THE MICROBIAL SOIL SYSTEM

*Dragutin Đukić¹, Leka Mandić¹, Pavle Mašković¹, Zelenika Milica¹,
Vesna Đurović¹, Ivana Bošković²*

Abstract

Since that the effect of phytohormones on plant organisms has been well studied, while the effect of exogenous phytohormones on microorganisms is poorly studied, we consider that this issue should be paid much more attention, and it could be seen some very important aspects of biochemistry, molecular biology and genetics, as well as interactions of higher plants and epiphytic and rhizospheric microorganisms.

Key words: plant, microorganisms, phytohormones, soil.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (lekamg@kg.ac.rs)

²University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, Vuka Karadžića 30, Bosnia and Hercegovina