

Využití biostimulantů v zahradnické produkci

Tomáš Kopta

Definice „biostimulantů“

- látka nebo mikroorganismus aplikovaný na rostliny s cílem zvýšit účinnost výživy, odolnost vůči abiotickému stresu anebo zvýšit kvalitu produkce
- látky nebo materiály, s výjimkou živin a pesticidů, které při aplikaci na rostliny, semena nebo pěstební substráty mají schopnost modifikovat fyziologické procesy v rostlinách – vliv na růst, vývoj, nebo stresové reakce (Halpern et al., 2015)



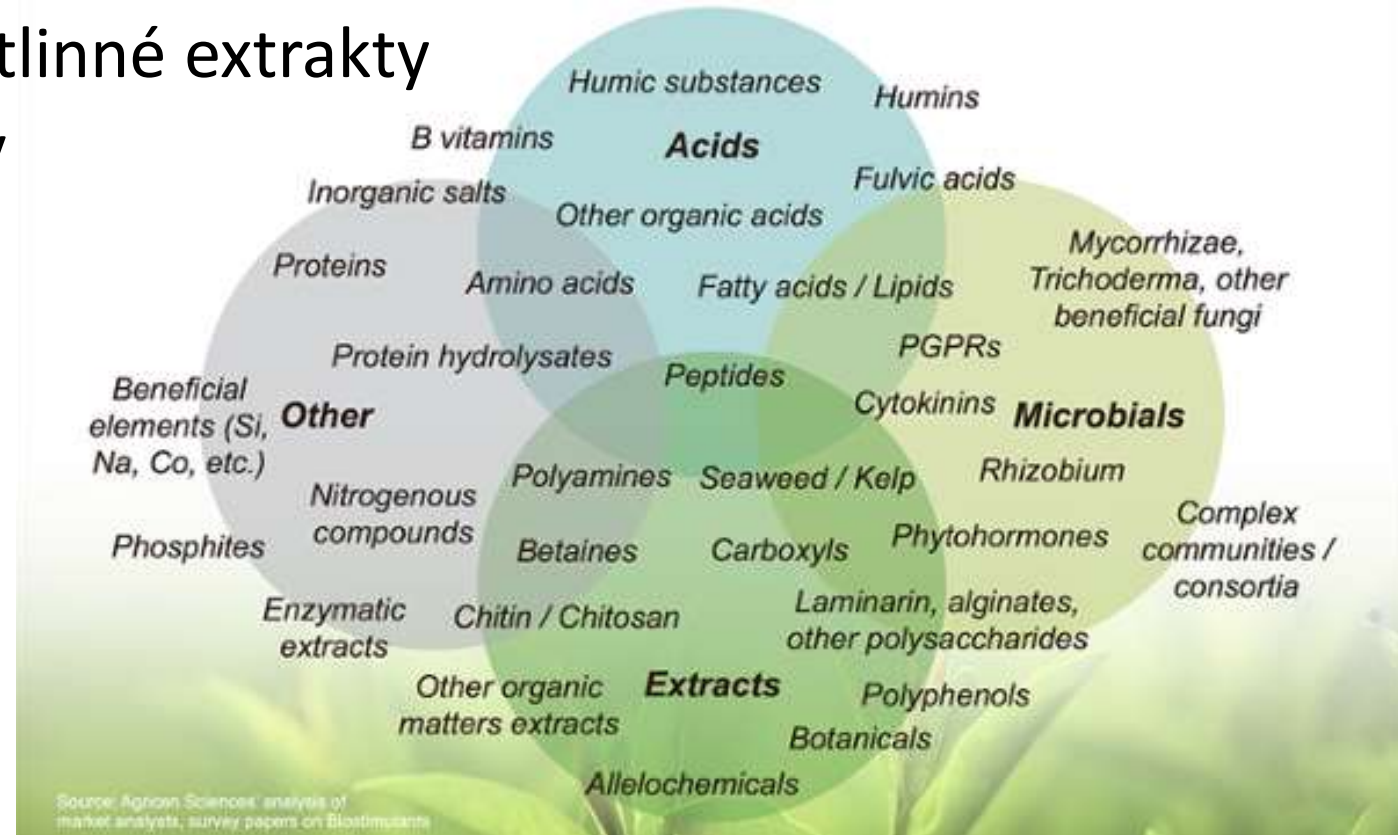
Důvody rozšíření biostimulantů

- nadměrné použití hnojiv na zemědělské půdě – problémy s akumulací reziduí v potravních řetězcích, znečištění podzemních vod
- zemědělské postupy – posun k udržitelnému systému s cílem snížit vstupy bez snížení výnosu a kvality
- identifikace látek, schopných aktivovat metabolismus rostlin, může zlepšit výkon systému v krátkém časovém období a s nižšími finančními náklady
- alternativa k syntetickým přípravkům, které vnímá stále více spotřebitelů jako nepřijatelné

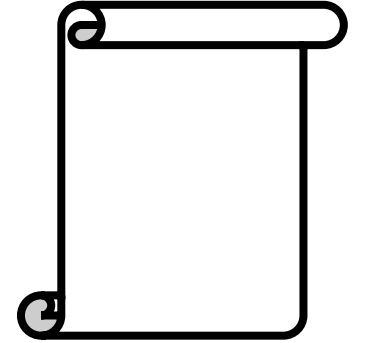
(Hegazi et al., 2010; Bulgari et al., 2015; Van Oosten et al., 2017)

Klasifikace biostimulantů

- hlavní skupiny (du Jardín, 2015):
 - a) huminové a fulvo kyseliny
 - b) proteinové hydrolyzáty a jiné sloučeniny obsahující dusík
 - c) výtažky z mořských řas a rostlinné extrakty
 - d) chitosan a další biopolymery
 - e) anorganické sloučeniny
 - f) prospěšné houby
 - g) prospěšné bakterie



Vlastnosti biostimulantů (jaké by měly být?)



- bezpečné a neškodné životnímu prostředí
- přírodního původu nebo jednoduše syntetizovatelné
- jednoduše a účinně přijatelné pro rostlinu
- rozpustné v různých rozpouštědlech
- přispívající k odolnosti vůči nepříznivým podmínkám a pomáhající vytvářet toleranci vůči stresu
- cenově dostupné

(Posmyk and Szafránska, 2016)

Současný stav na trhu v ČR

- dle údajů (červenec 2020) z veřejného registru hnojiv je v rámci kategorie „Pomocné rostlinné přípravky“ evidováno 584 přípravků (EAGRI, 2018); výčet zahrnuje pomocné rostlinné přípravky v obou kategoriích (nedusíkaté a pomocné látky)

- ▶ [Registr půdy - LPIS](#)
- ▶ [Registr zvířat](#)
- ▶ **[Evidence přípravků a hnojiv](#)**
 - ▶ [Novinky](#)
 - ▶ [Spustit Registr přípravků na ochranu rostlin](#)
 - ▶ [Registr distributorů POR](#)
 - ▶ **[Veřejný registr hnojiv](#)**
 - ▶ [Uživatelské příručky](#)
 - ▶ [Webové služby EPH](#)
 - ▶ [Webové služby Registru hnojiv](#)
- ▶ [Registr vinic](#)

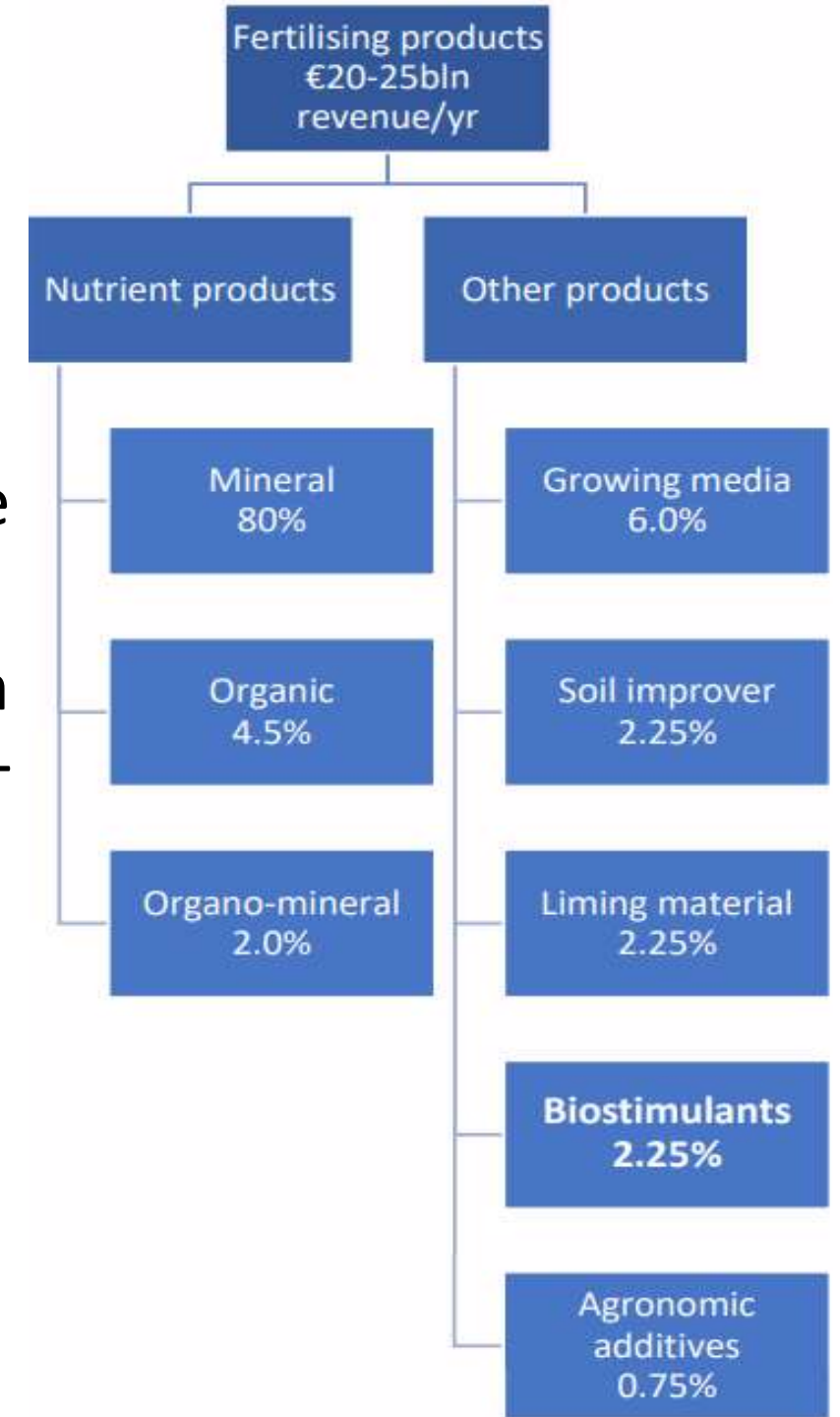
Vyhledávání v Registru hnojiv dle **HNOJIVA SUBJEKTU**

[English](#) | [Česky](#)

Seznam hnojiv							
Evidenční číslo	Registrační číslo	Název hnojiva	Režim	Typ hnojiva	Druh hnojiva	Kategorie N	Subjekt
R9608	889	AZOTER, pomocná půdní látka	Registrace	Neodpovídá typu	Pomocné látky - pomocné půdní látky	Pomocné látky	AZOTER CZ s.r.o.
V279		AZOTER SC, pomocná půdní látka	Vzájemné uznávání	Neodpovídá typu	Pomocné látky - pomocné půdní látky	Pomocné látky	AZOTER CZ s.r.o.
R10204	3420	AZOTOBAG, pomocná půdní látka	Registrace	Neodpovídá typu	Pomocné látky - pomocné	Pomocné látky	FARMA ŽIRO, s.r.o.

Využití biostimulantů

- v ČR se statistika neeviduje (ÚKZÚZ)
- Francie, Itálie, Španělsko – přední země EU ve výrobě biostimulantů
- regionální tržní podíly na trhu globálních biostimulantů: EU – 41,7 %, Severní Amerika – 21,5 %, Asie – 20 %, Latinská Amerika – 12,9 %



Globální využití biostimulantů

Table 10: total European biostimulant market value in millions of euro's, by active ingrediënt. [12, adapted]

Active ingredient	Market value 2016 (Million EUR)	Percentage of total (%)
Seaweed extracts	194	33,4
Humic substances	191	32,9
Vitamins and amino acids	53	9,2
Microbials amendments	56	9,7
Trace Minerals	48	8,3
Others	38	6,5
Total	580	100,0

Table 12: global market size of biostimulants in thousands of hectares, by crop type [12, adapted]

Crop type	Market size 2016 (hectare)	Percentage of total (%)
Row crops	2.170.500	49,6
Fruits and vegetables	1.268.800	29,0
Turf and ornamentals	515.700	11,8
Others	442.200	10,1
Total	4.397.200	100,0

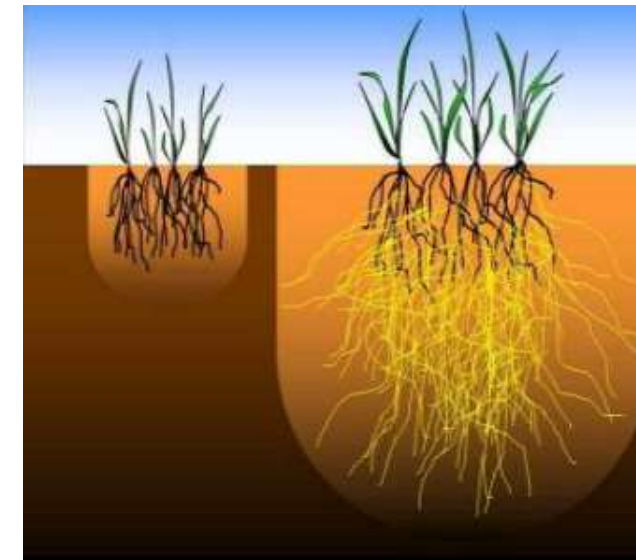
(Bio4safe WP1 Market
analyses, Holandsko, 2016)

1) Produkty na bázi prospěšných hub

- nejrozšířenějším typem mykorhizní symbiózy je arbuskulární mykorhiza (AMF) tvořená houbami z oddělení *Glomeromycota*
- v symbióze žije více než 80 % všech rostlinných druhů (od mechorostů po krytosemenné rostliny)
- fosilní záznamy staré 400 mil. let
- oboustranný tok – houba získává asimiláty a zajišťuje rostlině zvýšený přísun vody a živin (P, N, K, mikroelem.)
- aktivní absorpční povrch kořenů se díky myceliu zvětšuje
- přirozené populace bývají v půdách konvenčního zemědělství často silně redukovány v důsledku nevhodného managementu

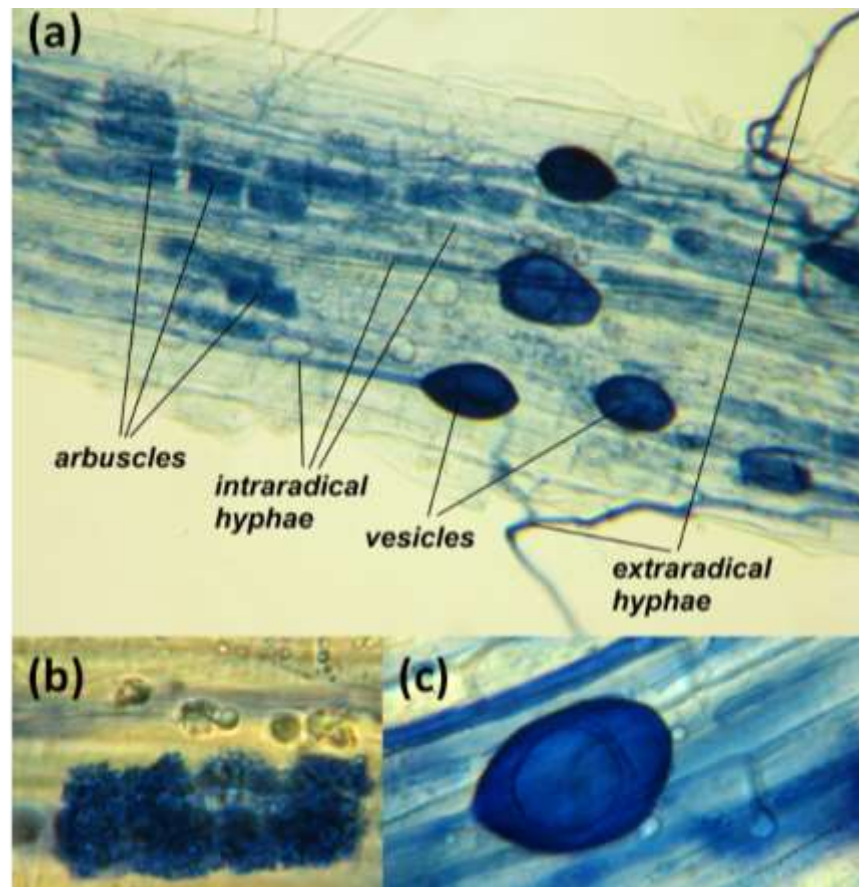


<https://jgi.doe.gov/how-scavenging-fungi-became-a-plants-best-friend/>



(Taylor et al., 1995)

- aktuálně cca 300 druhů prospěšných hub
- studie (Švýcarsko) – nalezeno více než 100 druhů AMF (Oehl et al., 2017)
- v rámci komerčních přípravků nejčastěji dostupné: *Funneliformis mosseae*, *Rhizophagus intraradices*, *Claroideoglomus claroideum*

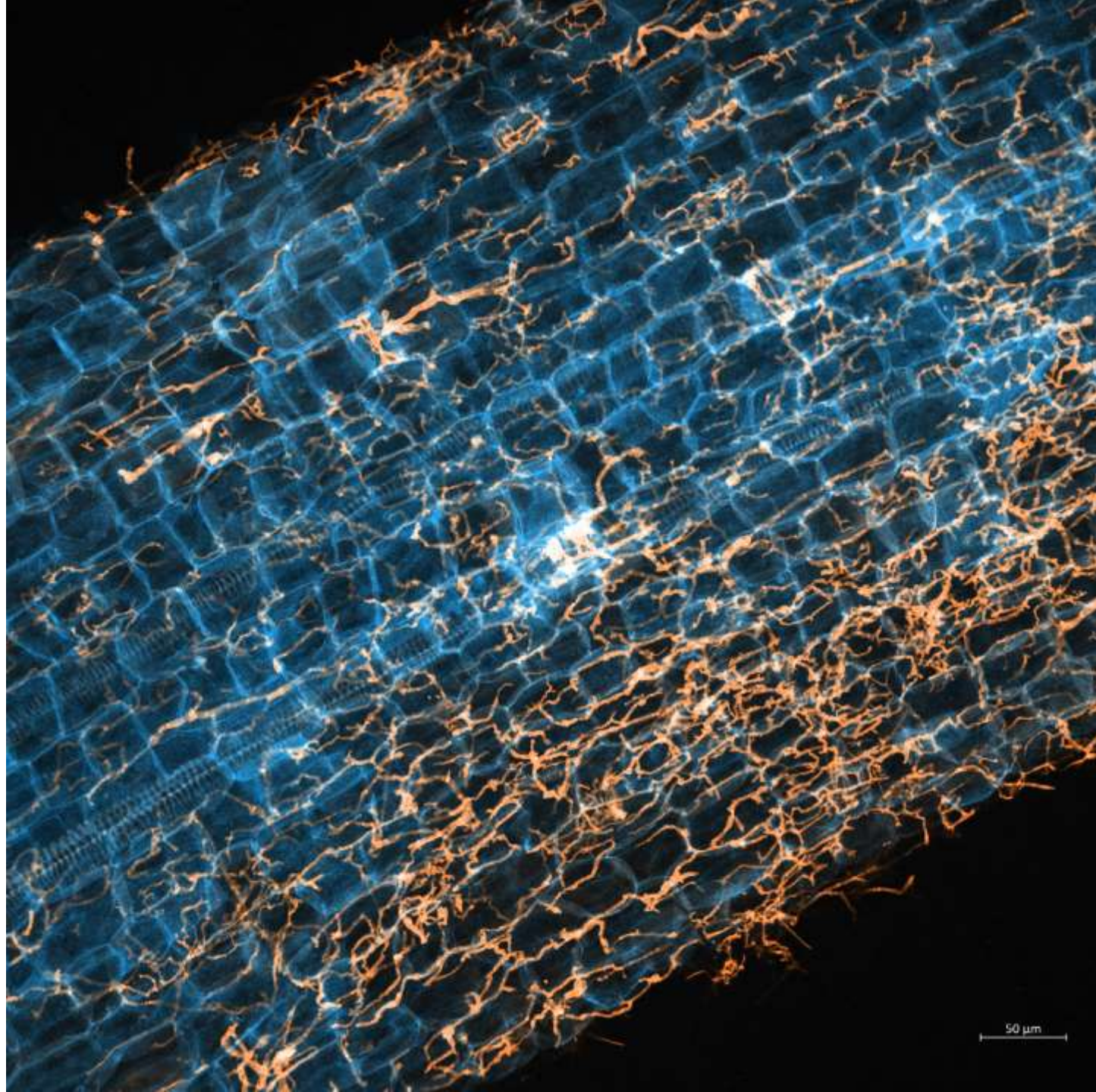


web.biologie.uni-bielefeld.de

<i>Glomus</i> spp.	Tomato	↑ carotenoids content and titratable acidity
	Pepper	↑ biomass
	Parsley	↑ biomass, chlorophylls and carotenoids content
	Carrot	↑ root mass, carotenoids content
<i>Funneliformis mosseae</i>	Tomato	↑ lycopene content ↑ systemic defense upon caterpillar <i>Helicoverpa arimigera</i> ↑ plant transpiration when soil moisture declined ↑ leaf photosynthetic capacities in low moisture stress conditions
	Cucumber	↑ plant growth, nutrient uptake, and the suppression of <i>Meloidogyne incognita</i>
	Asparagus	↑ P utilization
<i>Rhizophagus irregularis</i>	Onion	↑ shoot biomass
	Tomato	↑ lycopene and carotenoids content ↑ root hydraulic conductivity under waterlogged conditions
	Strawberry	↑ <i>p</i> -coumaric acid, cyanidin-3-glucoside, quercetin and kaempferol content

(Szczalba, Kopta, Gastoł, Sękara, 2019)

hyfy mykorhizních hub



- rod *Trichoderma* (Th) – přes 200 druhů
- činností Th dochází k rozkladu organické hmoty
- potlačení rostlinných patogenů např. rodů *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Colletotrichum*, *Botrytis*, *Sclerotium*
- produkce hydrolytických enzymů
- produkce látky s antibiotickým účinkem
- rychlý růst
- synergický účinek s AMF



(Nováková, 2017)

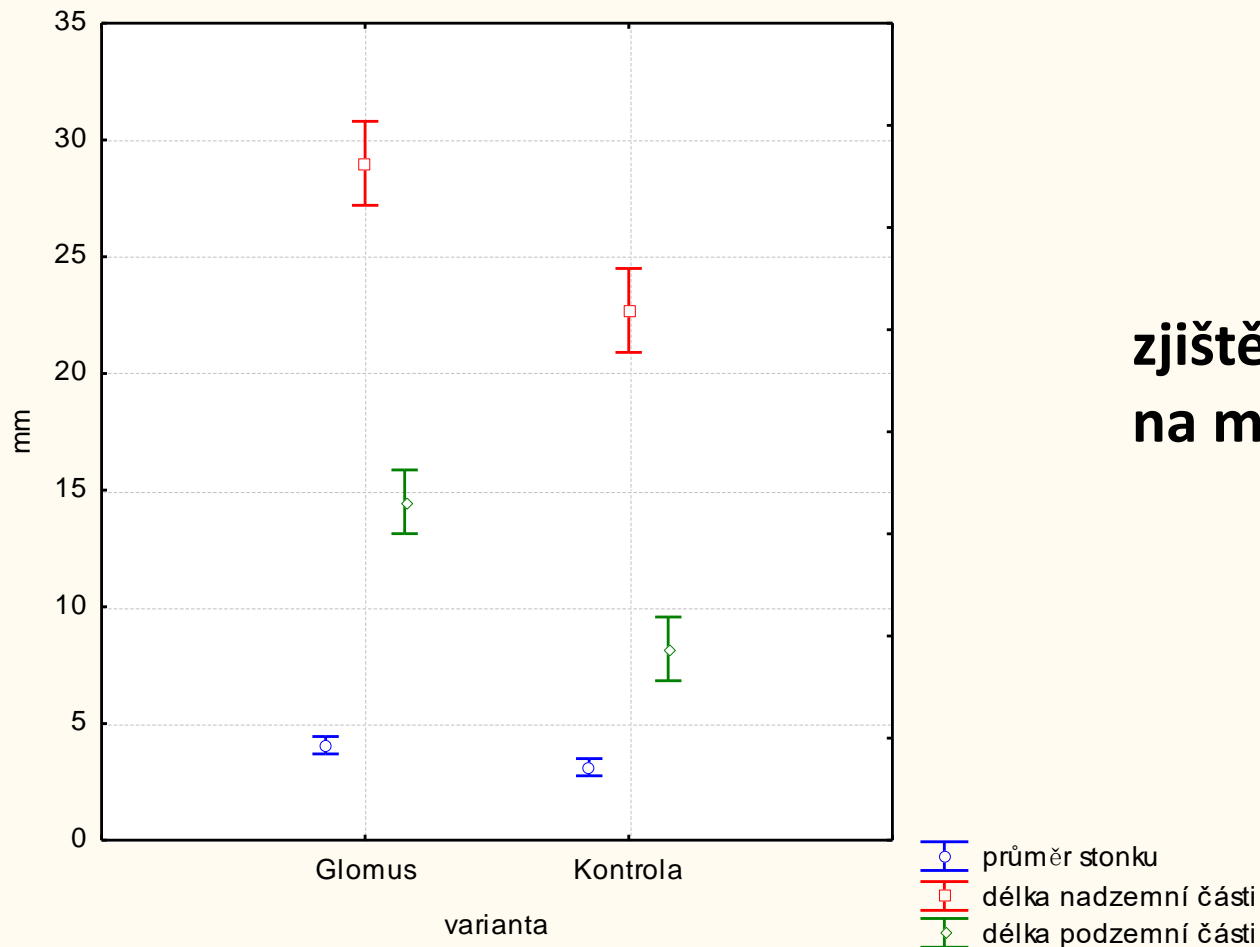
(Qualhato et al., 2013; Howell, 2003; Sivan and Chet, 1989)

TR species	Crop	Effects
<i>T. atroviride</i>	Lettuce, melon, pepper, zucchini, tomato	↑ plant dry weight and chlorophyll content
<i>T. asperelloides</i>	Cucumber	↑ seed germination
<i>T. asperellum</i>	Onion	↓ Cu accumulation and translocation under heavy metals stress conditions
<i>T. harzianum</i>	Rice	↑ phenolic content under drought, and proline and pigment content under salinity stress conditions
	Mustard	↓ negative effects of salt stress
	Maize	↑ plant growth, biomass, photosynthetic performance and water content under salinity stress conditions
	Tomato	↓ antioxidative enzymes in host cells, ↓ disease symptoms, ↑ plant growth, ↑ seed germination and growth, ↓ electrolyte leakage and lipid peroxidation under cold stress conditions
	Bean	↑ plant growth
	Cherry	↑ shoot growth and plant development
	Cucumber	↑ plant growth and root length
	Melon	↑ plant growth and shoot biomass
<i>T. harzianum</i> , <i>T. atroviride</i>	Tomato	↑ systemic resistance mechanism
<i>T. hamatum</i>	Lettuce	↑ plant growth

(Szczalba, Kopta, Gąstoł, Sękara, 2019)

Možnosti ovlivnění hospodářských parametrů při pěstování póru

- pokus s aplikací *Rhizophagus irregularis*, *Funneliformis mosseae*, *Claroideoglobus etunicatum*, *C. claroideum*, *G. microaggregatum*, *G. geosporum* na sadbě póru



2) Produkty na bázi extraktů vyšších rostlin

- ve srovnání např. s mořskými řasami je biostimulační efekt u extraktů z rostlin mnohem méně znám
- doposud byla pozornost zaměřena spíše na pesticidní vlastnosti (další příležitosti?)
- průběh chemických interakcí (alelopatie) je třeba brát v úvahu při vývoji nových biostimulantů

Testovaná plodina	Rostlinný extrakt	Příprava/forma aplikace	Zjištěný efekt
citrus	<i>Moringa oleifera</i>	vodný extrakt/ postřik na list	pozitivní vliv na obsah živin v listech, výnos a kvalitu plodů
réva vinná	odpadní réví, dubové dřevo	vodný extrakt/ postřik na list	zvýšení obsahu některých aminokyselin v moštu
sója (odrůda Laura)	<i>Echinacea purpurea</i> L.	vodný extrakt/ postřik na list	pozitivní vliv na výnos zrna
pšenice	slunečnice a čirok	vodný extrakt v kombinaci se sníženou dávkou herbicidu/ postřik na list	pozitivní vliv na inhibici plevelů a zvýšení výnosu
vojtěška, řepka, špenát, pšenice	výhony hrachu	vodný extrakt/zálivka	zvýšení obsahu Ca, K, Mg, organického N, zvýšení suché i čerstvé hmotnosti

(Nasir et al., 2016; Sánchez-Gómez et al., 2016; Dragicevic et al., 2016; Hussain et al., 2014; Gramss et al., 2003)

3) Produkty na bázi řasových, bakteriálních a sinicových kultur

- extrakty z mořských řas – hnojiva, pomocné půdní látky, pomocné rostlinné přípravky
- zvýšení kvality organické hmoty v půdě, udržení půdní vlhkosti a obsahu minerálních látek, redukce pH
- řasy – součást edafonu, tvorba shluků
- v buňkách řas se nacházejí rostlinné hormony, aminokyseliny, mastné kyseliny a stopové prvky

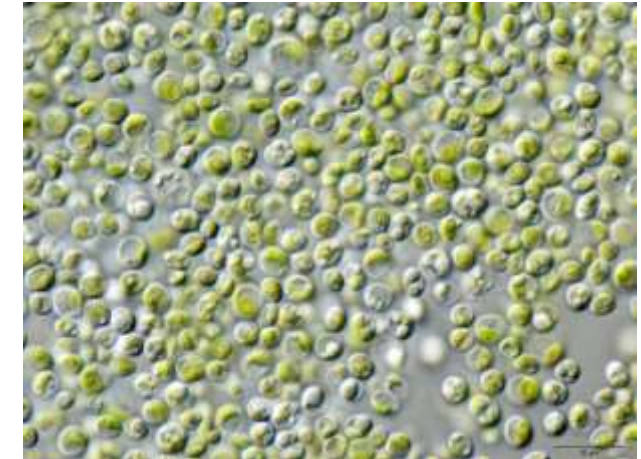


Ascophyllum nodosum
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ascophyllum_nodosum.jpg

(Rayorath et al., 2008; Abdel-Raouf et al., 2012; Borowitzka, 1995; Chojnacka et al., 2005)

3) Produkty na bázi řasových, bakteriálních a sinicových kultur

- terestrické řasy – fixace uhlíku a dusíku, organické sloučeniny, stimulant růstu
- řasy z akvatického prostředí – zdroj organického uhlíku, fixace dusíku
- *Chlorella vulgaris* – pozitivní vliv na klíčení hrachu, kukuřice, pšenice a ječmene; stimulační aktivita na růst kořenů a stonků okurek; zvýšení čerstvé a suché hmotnosti rostlin a obsahu pigmentů u salátů



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorella_vulgaris_NIES2170.jpg

(Alam, 2001; Mazur et al., 2001; Gaydon et al., 2012; Garcia-Gonzalez and Sommerfeld, 2015; Uysal et al., 2015; Odgerel and Tserendulam, 2016; Patil et. al, 2015; Faheed and Abd-El Fattah, 2008)

3) Produkty na bázi řasových, bakteriálních a sinicových kultur

- bakterie podporující růst rostlin (PGPB) – nesourodá skupina
- 2 ze 3 podmínek: 1) agresivní kolonizace kořenů, 2) stimulace růstu rostlin, 3) biokontrola rostlinných patogenů
- fixace vzdušného dusíku (*Allorhizobium*, *Azoarcus*, *Azorhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bradyrhizobium*, *Gluconacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Mesorhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*)
- dostupnost půdních živin (*Azotobacter*, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Enterobacter*)
- produkce fytohormonů (*Azospirillum*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Rhizobium*)



(Haas and Defago, 2005; Vessey, 2003; Ahemad and Kibret, 2014)

3) Produkty na bázi řasových, bakteriálních a sinicových kultur

- cyanobakterie – sinice
- *Nostocales* a *Stigonematales* – fixace vzdušného dusíku
- zvýšení výnosu, hromadění reziduálního půdního N a C, úprava pH a vodivosti
- *Nostoc* a *Anabaena* – asociace s kořeny pšenice
- *Anabaena*, *Nostoc*, *Phormidium*, *Spirulina* a *Wollea* – zvýšená biologická aktivita půdy, významné zvýšení N, P, K v půdě, růst produkce CO₂
- zvýšení dostupnosti půdního Zn a Fe, významné zvýšení obsahu betakarotenu ve sledovaných plodinách a snížení pH půdy



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nostoc_AZOLLAE.jpg

Účinky bakteriálně-řasového preparátu na výnos a kvalitu salátu

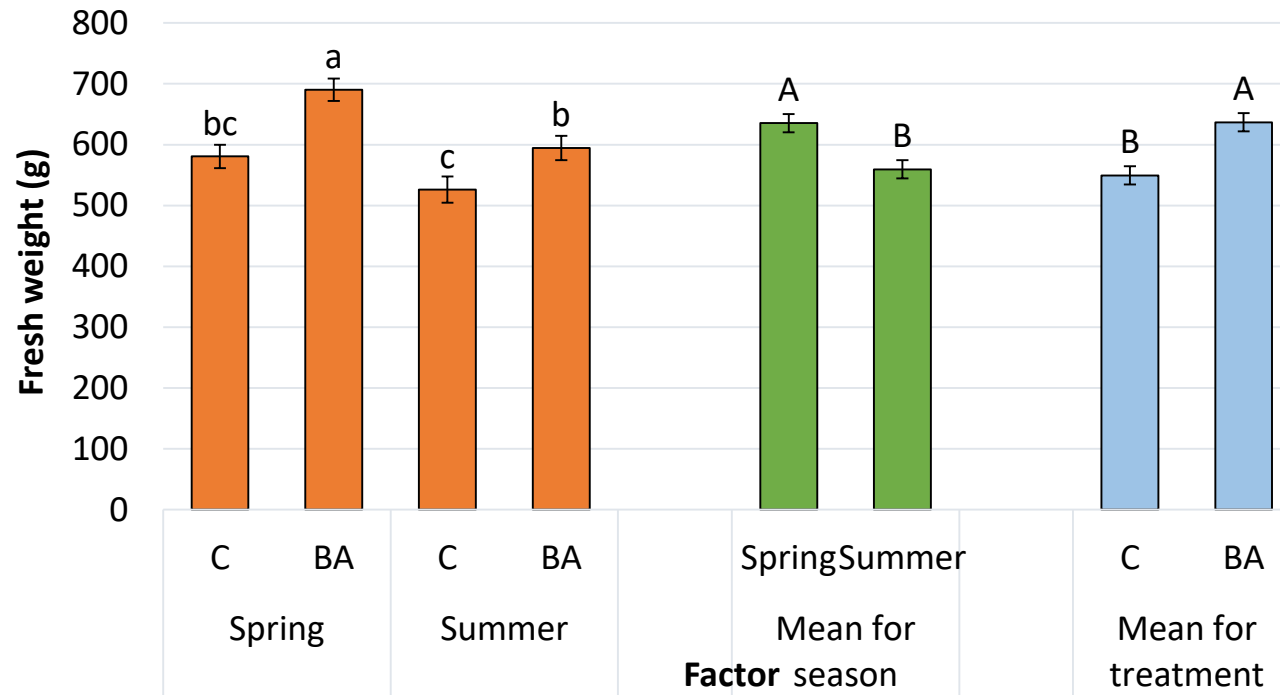
- hlávkový a římský salát – jarní a letní kultura
- ověření vlivu kombinace sladkovodní řasy a bakterií podporujících růst rostlin (PGPB) na výnos a nutriční hodnotu salátu
- antioxidační aktivita (DPPH), celkové karotenoidy (spektrofotometricky)
- Bakteriálně-řasový preparát: *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megatherium*, *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Herbaspirillum* sp., *Chlorella vulgaris*
- aplikováno formou závlahy v množství 0,4 l roztoku na rostlinu každých 14 dní, celkem 4 aplikace



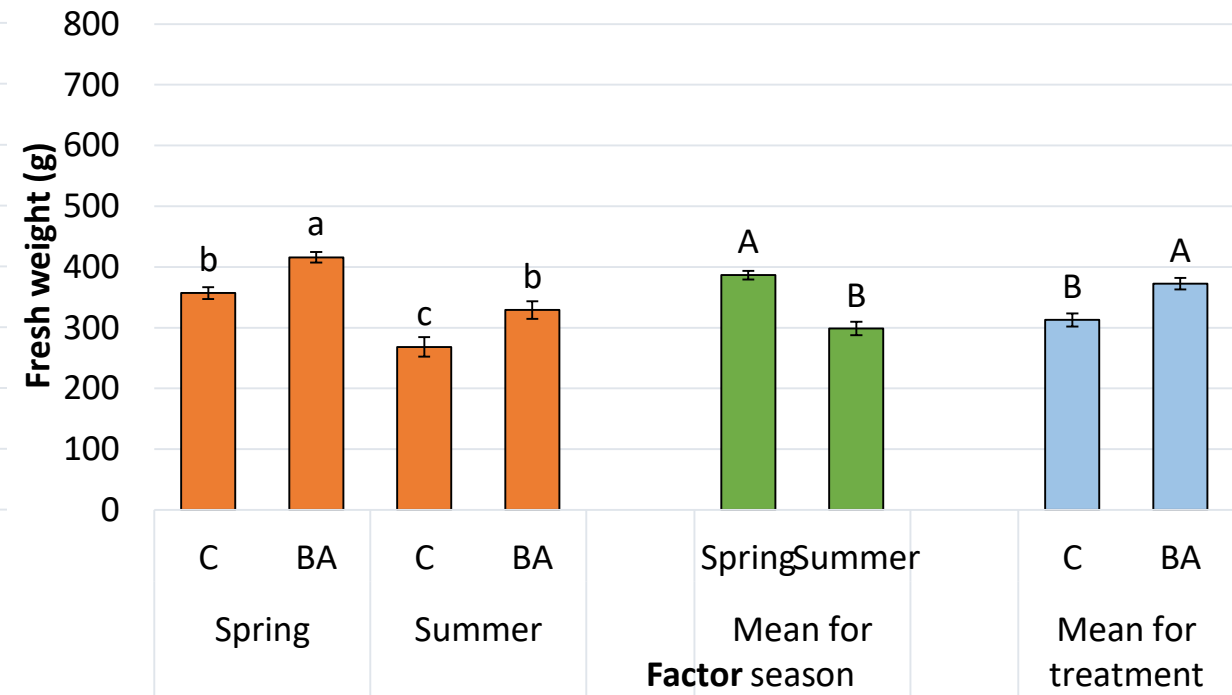
Výsledky

- v jarní a letní kultuře dosáhlo zvýšení hmotnosti salátu 18,9 % a 12,9 % u římského a 16,5 % a 22,7 % u hlávkového

Římský salát



Hlávkový salát



Zhodnocení a doporučení – prospěšné houby

- směsná (vícedruhová) inokula, obsahující 3–5 druhů pro zajištění funkčnosti alespoň některých druhů hub v případě špatných interakčních efektů (např. *Rhizophagus intraradices*, *Funneliformis mosseae*, *Claroideoglomus claroideum*, *C. etunicatum*)
- dávka 1–2 % obj. substrátu
- úprava podmínek – pH půdy (6–7,5), obsah P
- volba vhodných čeledí x (*Brassicaceae*, *Amaranthaceae* apod.)
- minimalizaci použití syntetických fungicidů
- jednorázová aplikace sypkého inokula do výsevního substrátu, nebo moření osiva



Zhodnocení a doporučení – bakteriálně řasové kultury

- volba vícedruhové směsi, založené na synergickém efektu jednotlivých složek, např. *Azospirillum*, *Azotobacter* sp., *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megatherium*, *Herbaspirillum* sp. a *Chlorella* sp.
- dávka 50 ml na rostlinu (10^7 cfu.g⁻¹)
- aplikace bakteriálně řasových kultur formou zálivky od fáze prvních pravých listů, nebo týden po výsadbě a opakovat v intervalu 2–3 týdnů



Děkuji za pozornost