

Didaktika poučevanja bioloških vsebin ali kako pouk narediti zanimiv?

asist. dr. Jure Mravlje

Biotehniška fakultete UL, Oddelek za biologijo
(Skupina za biološko izobraževanje & Katedra za botaniko in fiziologijo rastlin)

Laško, 16. in 17. april 2025

8. konferenca učiteljev/-ic
naravoslovnih predmetov –
NAK 2025



ZRS
ZAVOD
REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA ŠOLSTVO

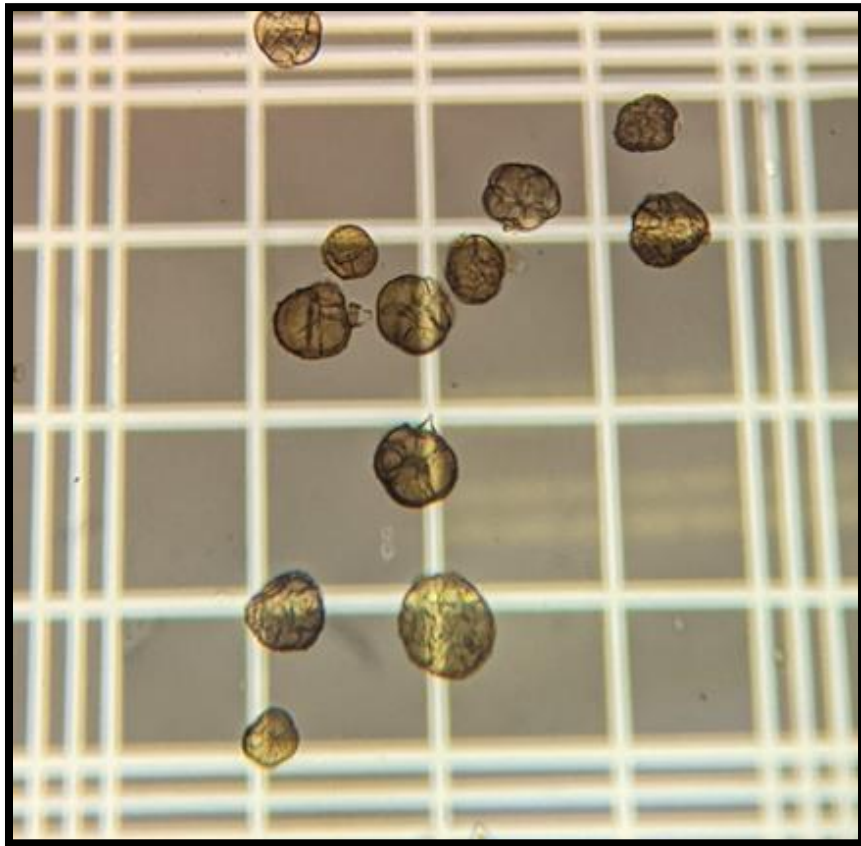


REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VZGOJO IN IZOBRAŽEVANJE



Sofinancira
Evropska unija

Kaj je to?



Epicoccum nigrum – kozmopolitska gliva in pogost rastlinski endofit:
medicinsko, industrijsko in kmetijsko pomembna gliva – vir številnih učinkovin...

POUK NARAVOSLOVJA – NAMEN IN CILJI

- Posebnost biologije (NAR) kot predmeta = učenje, *raziskovanje* in *razumevanje življenja in živih organizmov*.
- UN Naravoslovje:
 - Aktivne oblike poučevanja **najmanj 40 % pouka!**
- *“Biology cannot be effectively studied without first-hand experience of a wide range of living things” (Lock and Alderman 1996)*

OPREDELITEV PREDMETA

NAMEN PREDMETA

Temeljni namen predmeta je, da učenec z raznovrstnimi spoznavnimi postopki čim bolj izkustveno spozna nove in nadgradi razumevanje že znanih naravoslovnih pojmov in zakonitosti, ki so osnova za razumevanje pojavov in dogajanj v naravi.

Pri pouku naravoslovja učenec skozi interdisciplinaren učni proces postopoma razvija zavedanje o kompleksnosti narave in povezanosti vsega v njej: spozna povezanost živih in neživih dejavnikov ter povezanost med zgradbo, lastnostmi in delovanjem živih in neživih sistemov v okolju.

Učenec pri naravoslovju spozna naravoslovne znanosti in njihov pomen za napredek človeštva ter oblikuje pozitiven in odgovoren odnos in stališča do sebe, drugih kot do narave in okolja, z upoštevanjem načel trajnostnega razvoja.

Temeljna učna metoda pouka naravoslovja naj bo eksperimentalno-raziskovalno delo, ki ga učitelj osmišljeno kombinira z drugimi metodami aktivnega učenja in poučevanja. Poudarek naj bo na samostojnem eksperimentalnem delu učencev (individualno, delo v dvojicah, skupinsko ...) s prisotnostjo laboranta, ki naj bo optimalno razporejeno skozi celotno obdobje poučevanja naravoslovja ter smiselno dopolnjeno z demonstracijskim eksperimentalnim delom učitelja. Pri

UPORABA ŽIVIH ORGANIZMOV PRI POUKU

- **+ strani:**

- ↑ **Interes** in (notranjo) **motivacijo** za učenje
- **Izkustveni pouk**
 - Razvijanje veščin, spretnosti (učenje **natančnega opazovanja**)
 - Kritično mišljenje
- *Preprečevanje “rastlinske slepote”*
- Razvijanje + **odnosa, empatije in spoštovanja** do ŽO (in narave)
- Razvijanje **odgovornosti in skrbnosti**



- **- strani:**

- Nakup in vzdrževanje
- - čustva: strah in gnus
- Težko “poenostaviti” (kot npr. modele, sheme...)
- Odvrčanje pozornosti učencev, spontane reakcije
- Etični zadržki (zadrževanje živali v ujetništvu)
- *Ali res pripomore k boljšemu učenju/znanju?*

Table 3. Mean score and standard deviation for the six items related to kinds of organisms.

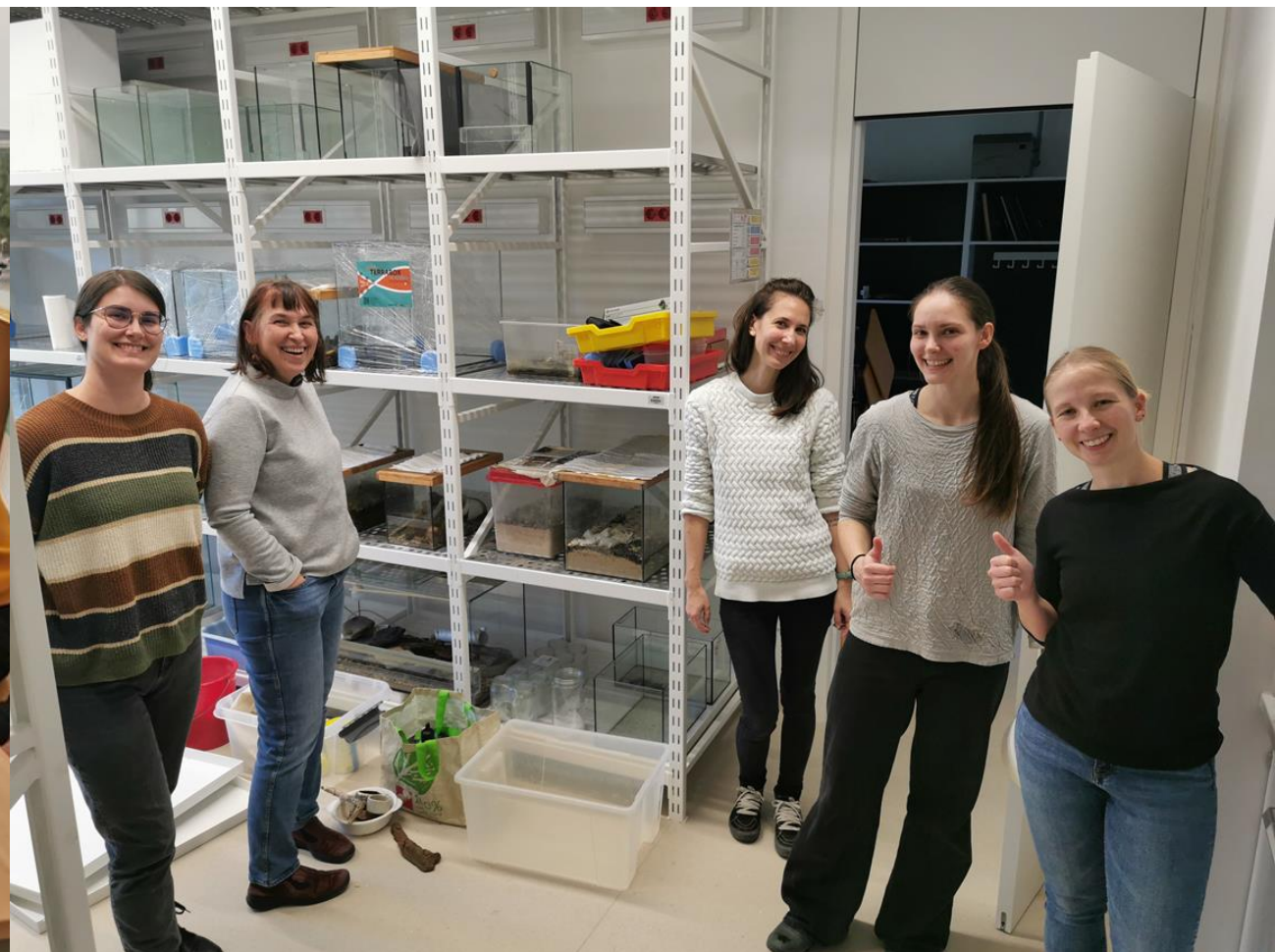
Items ^a	<i>M</i>	<i>SD</i>
Living organisms in general	2.67	.73
Animals	2.33	.85
Microorganisms	2.06	.87
Plants	2.91	.69
Fungi	1.51	.70
Microscope slide preparations	2.87	.88

^aSee Table 1 for the full items.

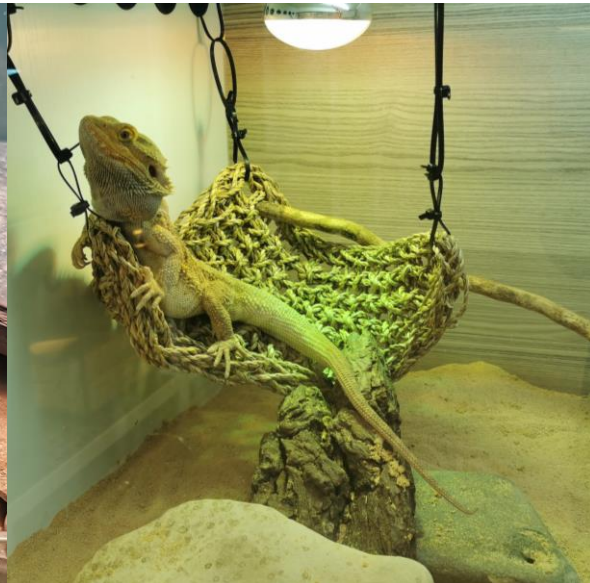
Krell & Schmidt (2022). J of Biol. Edu.

<https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1812694>

UPORABA ŽIVIH ORGANIZMOV PRI POUKU



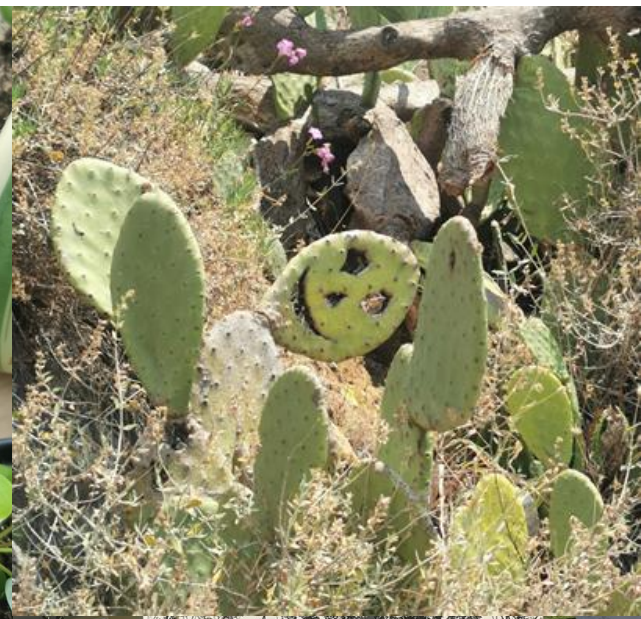
UPORABA ŽIVIH ORGANIZMOV PRI POUKU



- ŽIVALI ✓



UPORABA ŽIVIH ORGANIZMOV PRI POUKU



- RASTLINE ✓



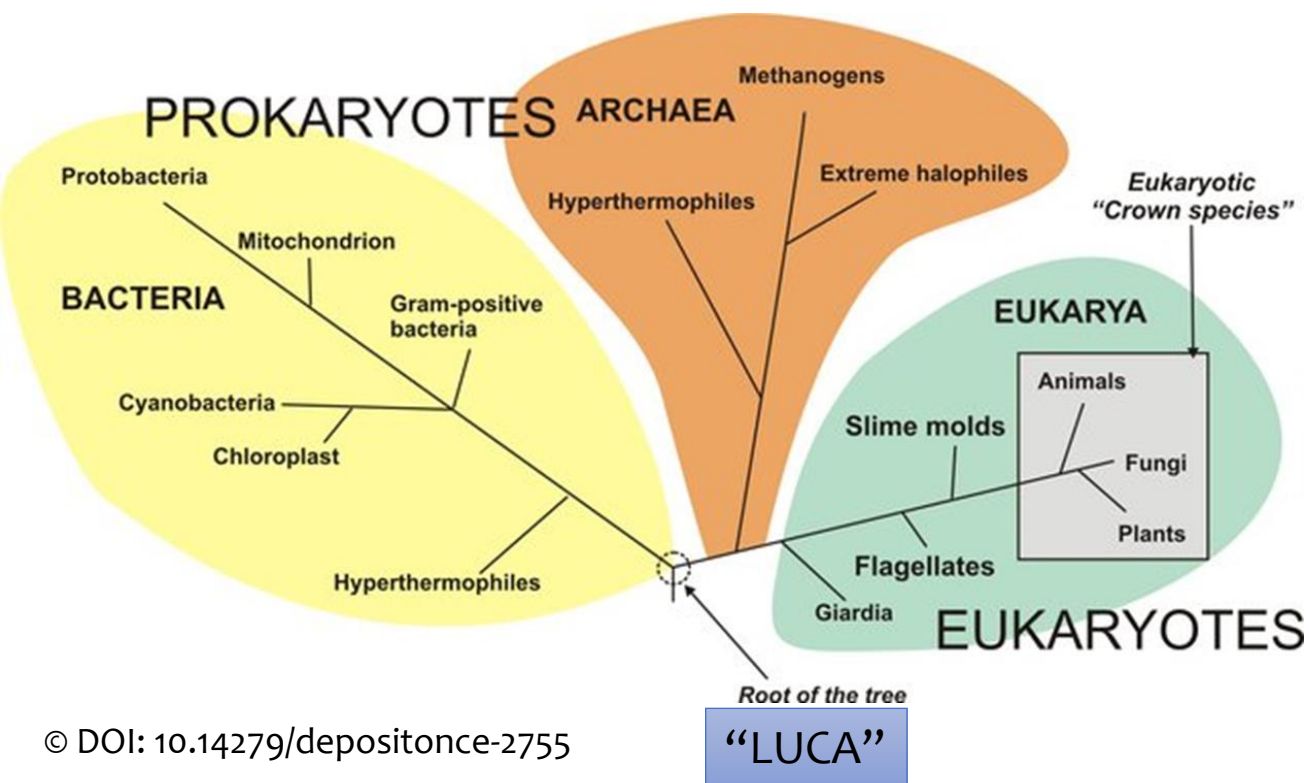
UPORABA ŽIVIH ORGANIZMOV PRI POUKU

- **Kaj pa mikroorganizmi (MO)?**
 - *“Delo z MO je nevarno.”*
 - *“Delo z MO je zelo zahtevno.”*
 - *“Nisem dovolj usposobljen/a za delo z MO.”*
 - *“Nimam ustreznih pogojev (opreme) za delo z MO.”*
 - *“Nimam MO / ne vem kje bi jih dobil/a.”*
- → Nič od zgoraj naštetega ne drži! 😊



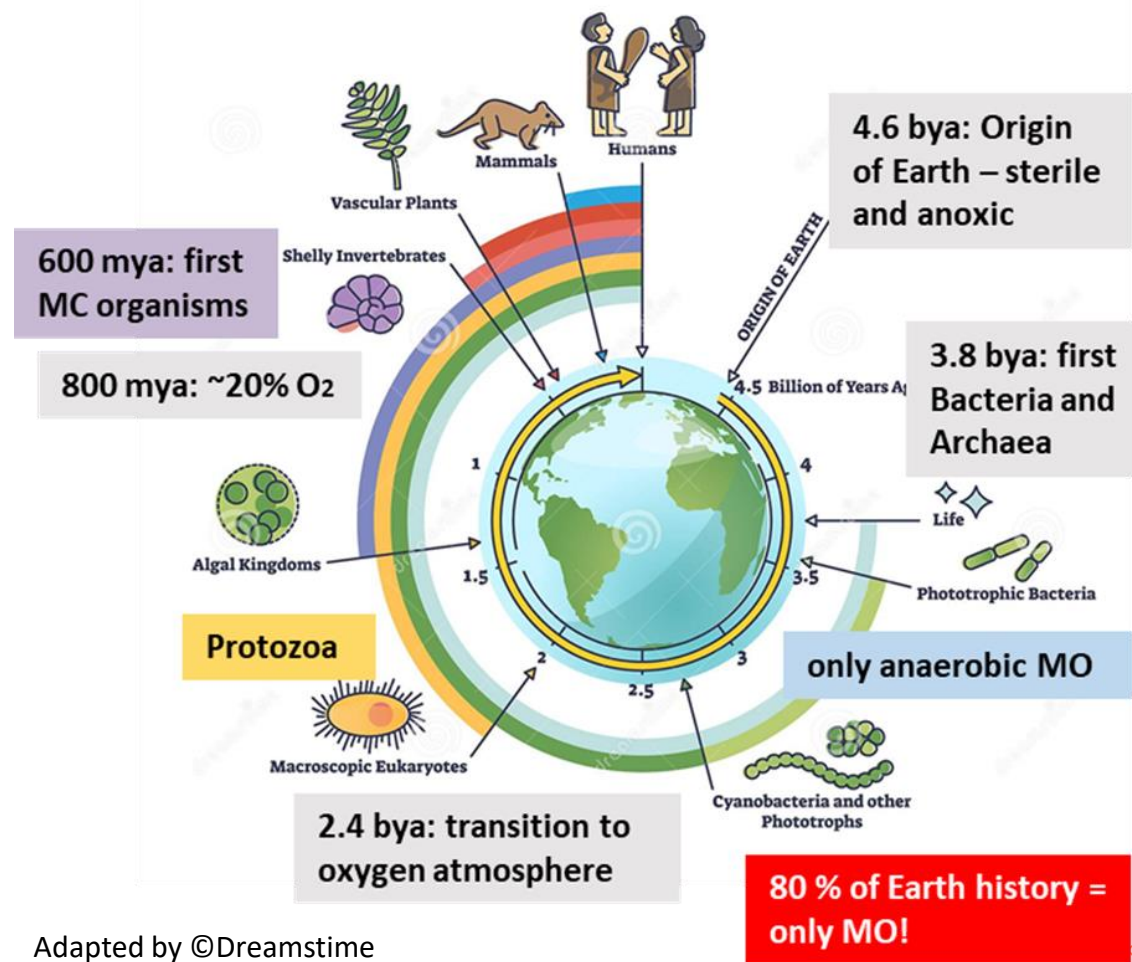
UPORABA ŽIVIH ORGANIZMOV PRI POUKU

- Zakaj je tudi delo z MO pomembno?



© DOI: 10.14279/depositonce-2755

EVOLUTION OF LIFE



Adapted by ©Dreamstime

MIKROBIOLOGIJA V ŠOLI

• Kaj potrebujem?

1. GOJIŠČA

- BAKTERIJE:

- LBA (lysogeny broth agar) – bogato gojišče (tripton, kvasni ekstrakt, NaCl)
- NBA (nutrient broth agar) – bogato gojišče (pepton, goveji/kvasni ekstrakt, NaCl)

- GLIVE:

- PDA (potato dextrose agar) – krompirjev dekstrozni agar
- MEA (malt extract agar) – maltozni agar
- + AB; npr. kloramfenikol (50 mg/L)

- “Nimamo komercialnih gojišč (denarja)”

- “Nimamo avtoklava (sterilizatorja)”

- ...

→ Ni problema, se najdemo drugače. 😊



MIKROBIOLOGIJA V ŠOLI

• “DOMAČA” (KUHINGSKA) GOJIŠČA

- Kuhalna plošča ✓
- Velika čaša (1 L) ali kuhinjska posoda ✓
- Nekaj “živil” (iz trgovine): ✓
 - vir AK (ekstrakt), vir C (sladkor), sol, voda + želirno sredstvo



MIKROBIOLOGIJA V ŠOLI

- “DOMAČA” (KUHINGSKA) GOJIŠČA
 - TOP RECEPTI 😊



Domače gojišče PDA (za glive)	Domače gojišče NB (za bakterije)
15 g krompirja v prahu (“instant pire”)	2 goveji jušni kocki (12-15g) / 250 mL g. jušne osnove
10 g dekstroze (D-Glc) – lahko tudi navadni sladkor	15-20 g sladkorja
10 g agarja (ali 15 g želatine)	10 g agarja (ali 15 g želatine)
	(15 g nejodirane soli)
+ 500 mL vode	+ 500 mL vode (ali do 500 mL če delamo z jušno osnovo)

- Vse skupaj zmešamo, skuhamo (zavremo ~ vsaj 10/15 min), pustimo da se malo ohladi → razlijemo v sterilne petrijevke

MIKROBIOLOGIJA V ŠOLI

• RAVEN ZNANJA / ZAHTEVNOSTI VAJ

- Vse naslednje vaje lahko izvajamo praktično na vseh ravneh

- Nižji razredi OŠ (NAR – 6., 7.)

- Višji razredi OŠ (BIO – 8., 9.)

- Srednja šola / gimnazija

- Fakultetni nivo

ORGANIZMI SO ZGRAJENI IZ ENE ALI MNOGIH CELIC. VIRUSOV NE UVRŠČAMO MED ORGANIZME.

CILJI

Učenec:

O: z lupo in mikroskopom opazuje in spoznava, da so organizmi zgrajeni iz ene ali mnogo celic;

O: ugotavlja razlike v zgradbi celic, ki so osnova za razvrščanje organizmov v širše skupine in pri opisovanju uporablja ustrezno terminologijo; ¹⁰ (1.1.2.2)

O: spoznava podobnosti in razlike med virusom in celico;

O: na podlagi virov in izkušenj iz vsakdanjega življenja ugotavlja, da nekateri mikroorganizmi in virusi povzročajo različne okužbe, ki jih je možno preprečevati in zdraviti obolenja ter spoznava različne zaščitne ukrepe za preprečevanje okužb. ¹⁰ (3.2.4.1)



ORGANIZME NA OSNOVI SORODNOSTI ZDRUŽUJEMO V SKUPINE

CILJI

Učenec:

O: z opazovanjem in primerjanjem organizmov odkriva podobnosti in razlike v osnovni zgradbi skupin organizmov (bakterije, protisti, rastline, glive in živali);

O: z opazovanjem in primerjanjem rastlin v bližnji okolici/ekosistemu spoznava in nadgrajuje znanje o značilnostih alg, mahov, praprotnic in semenk;

O: z opazovanjem in primerjanjem živali v bližnji okolici/ekosistemu spoznava in nadgrajuje znanje o značilnostih različnih skupin nevretenčarjev in vretenčarjev.

STANDARDI ZNANJA

Učenec:

- » ob slikovnem gradivu oz. materialu prepozna bakterije, protiste, glive, rastline in živali,
- » samostojno uporablja preproste določevalne ključe za določanje rastlin v bližnji okolici,
- » utemelji uvrščanje rastlin v ustrezno skupino (alge, mahovi, praprotnice, semenke (golosemenke in kritosemenke; enokaličnice, dvokaličnice),
- » samostojno uporablja preproste določevalne ključe za določanje živali v bližnji okolici,
- » utemelji uvrščanje živali ali živalskih delov vretenčarjev in nevretenčarjev v ustrezno skupino živali (nevretenčarji: spužve, gliste, ploski črvi, ožigalkarji, mehkužci, kolobarniki, členonožci: žuželke, raki, pajkovci, stonoge; iglokožci; vretenčarji: ribe, dvoživke, plazilci, ptice, sesalci),
- » za izbrano skupino organizmov sestavi preprost (dihotomni) določevalni ključ.

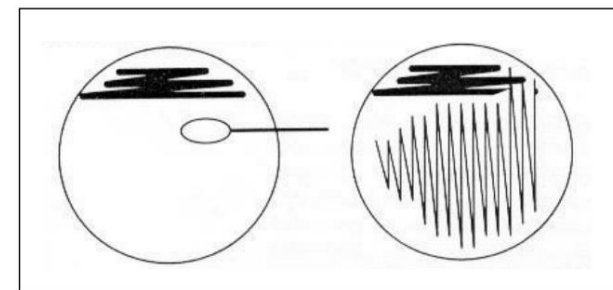
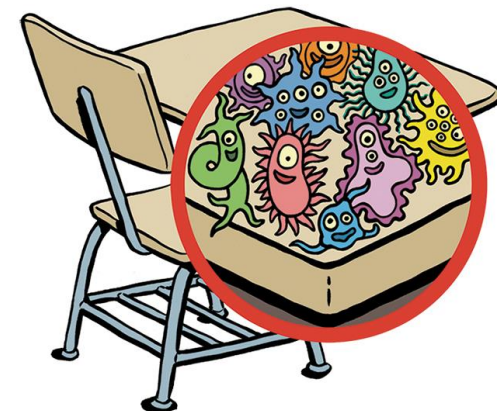
VAJA 1: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ POVRŠIN

- **Materiali:**

- sterilne vatenke
- epruvete s sterilno fiziološko rtp. (lahko samo voda)
- ustrezne agarne plošče
- (cepilna zanka)
- (gorilnik)

- **Potek vaje:**

1. Vatenko namočimo v sterilno fiziološko rtp.
2. Naredimo bris izbrane površine (tla, mize, roke, kljuke, telefon, pipa, WC...)
3. Naredimo razmaz po agarni plošči (del)
*Razmaz do posamičnih kultur (pravokotno na prvi razmaz)
4. Plošče inkubiramo na sobni T
(2-3 dni za bakterije, 5-7 dni za glive)
5. Shranjevanje v hladilniku
6. *Lahko izbrano kulturo precepimo → do čistih kultur



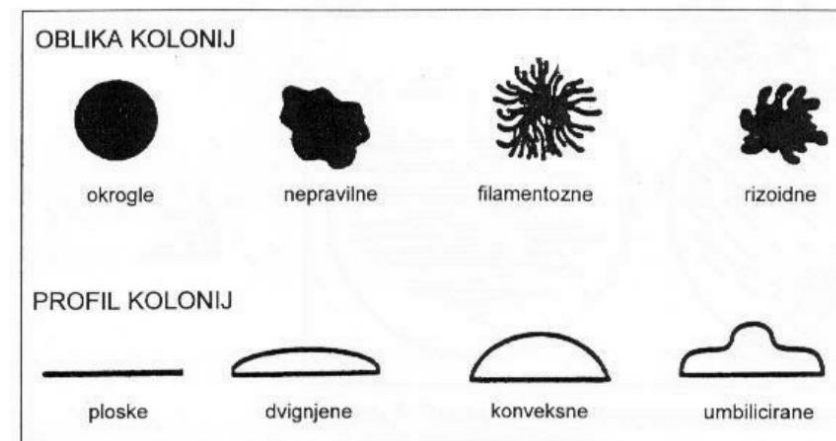
VAJA 1: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ POVRŠIN

• Rezultati in razprava:

1. Ali lahko MO ločite med seboj/razvrstite?
 - i. Preštajemo in razvrstimo zrastle MO
 - ii. Ali s prostim očesom vidimo posamezne mikrobne celice?
 - Velikost, oblika, barva, površina, profil... kolonij

VZOREC	Št. kolonij	Št. različnih kolonij

2. Ali se MO izolirani iz različnih površin razlikujejo?
 - i. Kje je največja gostota mikrobov?
 - ii. Zakaj – lahko najdeš vzroke/razlago?
3. Ali se MO zrastle na različnih gojiščih razlikujejo? Zakaj?
 - i. Katere skupine MO poznamo?
 - ii. Kakšna je vloga MO v teh okoljih?



VAJA 1: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ POVRŠIN

VZOREC: WC

Vzorčil:

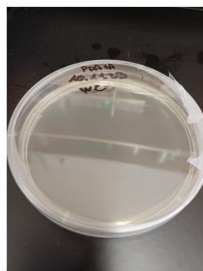
BAKTERIJE

- Št. kolonij: 48
- Št. različnih morfolitipov: 8
- FOTO:



GLIVE

- Št. kolonij: 0
- Št. različnih morfolitipov:
- FOTO:

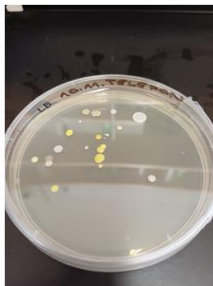


VZOREC: TELEFON

Vzorčil:

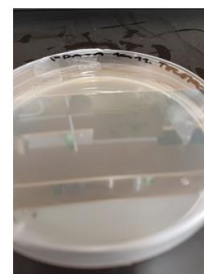
BAKTERIJE

- Št. kolonij: 23
- Št. različnih morfolitipov: 8
- FOTO:



GLIVE

- Št. kolonij: 0
- Št. različnih morfolitipov:
- FOTO:



VZOREC: ograja

Vzorčil:

BAKTERIJE

- Št. kolonij: 85
- Št. različnih morfolitipov: 5
- FOTO:



GLIVE

- Št. kolonij: 5
- Št. različnih morfolitipov: 3
- FOTO:



VZOREC: Podplat copata

Vzorčil:

BAKTERIJE

- Št. kolonij: 190
- Št. različnih morfolitipov: 17
- FOTO:



GLIVE

- Št. kolonij: 10
- Št. različnih morfolitipov: 6
- FOTO:



VZOREC: Usta

Vzorčil:

BAKTERIJE

- Št. kolonij: neštevno
- Št. različnih morfolitipov: 3
- FOTO:



GLIVE

- Št. kolonij: 1
- Št. različnih morfolitipov: 1
- FOTO:



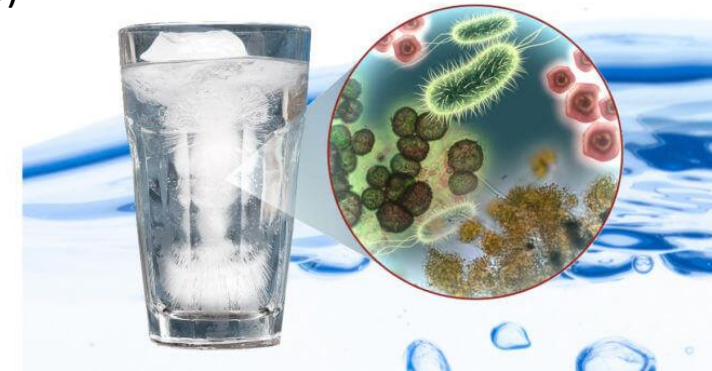
VAJA 1: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ POVRŠIN

- Precepljena “najljubša bakterija do čiste oz. posamičnih kultur”



VAJA 2: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ VODA

- *Identično vajo lahko naredimo z vzorčenjem različnih voda v bližnji okolici: npr. potok, ribnik, luža, akvarij, vodovodna voda...*
- **Materiali:**
 - ustrezne agarne plošče
 - Pipete in sterilne mikrocentrifugirke (za redčitve)
 - Sterilna (avtoklavirana) voda
 - Spatula po Drigalskem – za lepše razmaze
 - (gorilnik)
- **Potek vaje:**
 1. Za vsak vzorec vode potrebujemo 2 agarni plošči (A-neredčen, B-redčen vzorec)
 2. Vzorec vode redčimo 10x (1 mL + 9 mL/0.1 mL + 0.9 mL)
 3. Na ploščo A odpipetiramo 1 mL neredčenega vzorca in razmažemo s spatulo
 4. Na ploščo B odpipetiramo 1 mL 10x redčenega vzorca in razmažemo s spatulo
 5. Plošče zatesnimo
 6. Plošče inkubiramo na sobni T (vsaj 2-3 dni)
 7. Shranjevanje v hladilniku



VAJA 2: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ VODA

- **Rezultati in razprava:**

1. Izpolni tabelo za vsak vzorec.

VZOREC	Št. kolonij	Št. različnih kolonij
A (neredčen)		
B (10x r)		

2. Zakaj smo redčili originalne vzorce vode?

3. Katere skupine mikrobov so prisotne v vodi?

4. Ali bi znali izračunati število bakterij na liter originalnega vzorca vode?

- i. Kako natančen menite, da je vaš izračun?

- ii. Kaj bi lahko vplivalo na natančnost ocene?

5. Kaj vam rezultati povedo o različnih vzorcih vode? Pojasnite.

- i. Kako zagotavljamo, da v pitni vodi ni (preveč) škodljivih mikrobov?

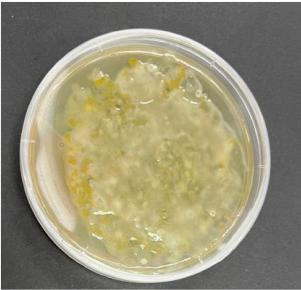
VAJA 2: IZOLIRAJMO MIKROBE IZ VODA

VZOREC: VODA IZ ŽELVJEGA AKVARIJA

Vzorčil:

BAKTERIJE-IZVORNA VODA

- Št. kolonij: konfluentna rast
- Št. različnih morfortipov: 2
- FOTO:



BAKTERIJE-RAZREDČITEV

- Št. kolonij: konfluentna rast
- Št. različnih morfortipov: 2
- FOTO:

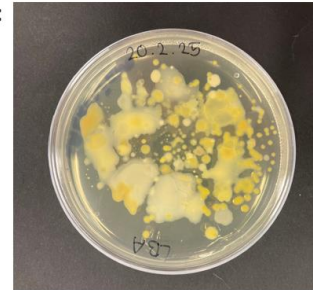


VZOREC: RIBNIK

Vzorčila:

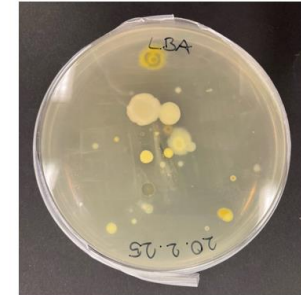
BAKTERIJE - neredčen

- Št. kolonij: konfluentna rast
- Št. različnih morfortipov: konfluentno
- FOTO:



BAKTERIJE – 10x redčen

- Št. kolonij: 36
- Št. različnih morfortipov: 6
- FOTO:

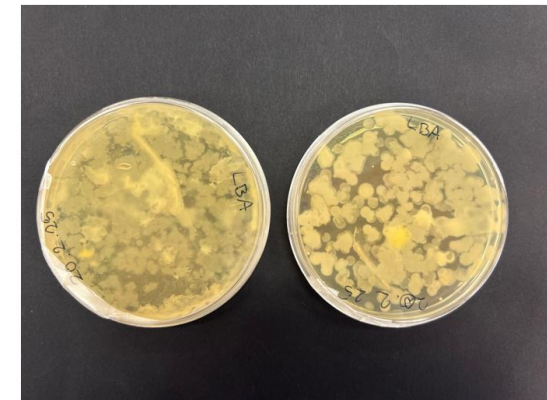


VZOREC: voda iz akvarija rib

Vzorčil:

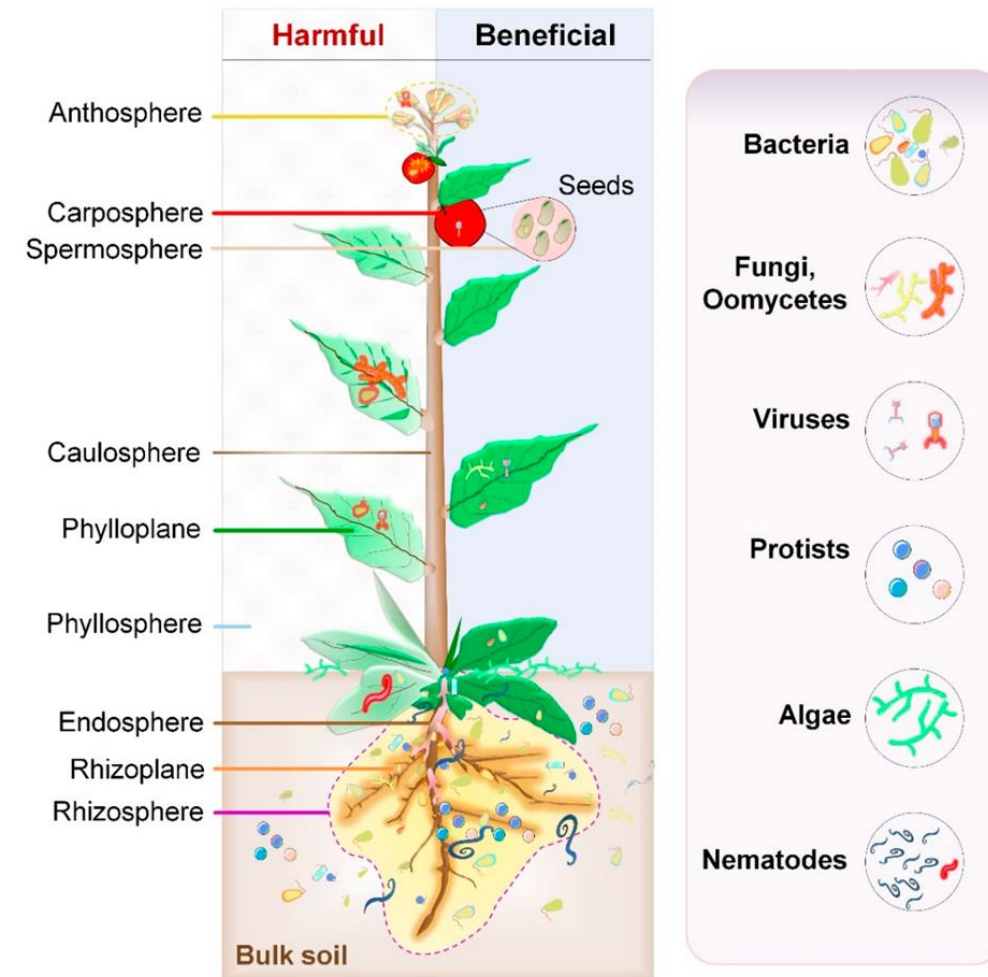
BAKTERIJE

- Št. kolonij: neštevno
- Št. različnih morfortipov: 3
- FOTO:



RASTLINSKO-MIKROBNE INTERAKCIJE

- RASTLINSKI MIKROBIOM
- Koncept: organizmi kot **HOLOBIONTI**
- MO
 - Episfera – epifiti
 - Endosfera – endofiti
 - *Endofitski kontinuum*: razvojni in evolucijski **mutualist** ↔ endofit ↔ **saprofit** (**patogen**)
- Vertikalni in horizontalni (oportunisti) prenos.

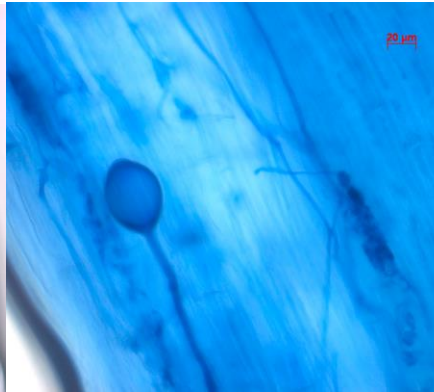
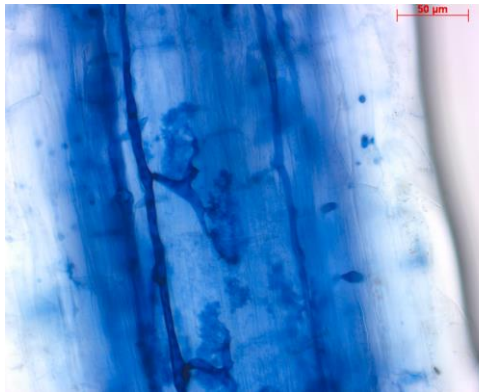


© Shelake et al. (2019). Microorganisms.

<https://doi.org/10.3390/microorganisms7080269>

SIMBIONTSKE INTERAKCIJE

- **Mutualistične interakcije**
 - **Simbioze z N-fiksirajočimi bakterijami**
 - Metuljnice (stročnice) - *Rhizobium*
 - *Cycas revoluta* (živi fosil) – cianobakt.
 - **Mikorizne glive**
 - Arbuskularna mikoriza
 - Ektomikoriza (→ gobe)



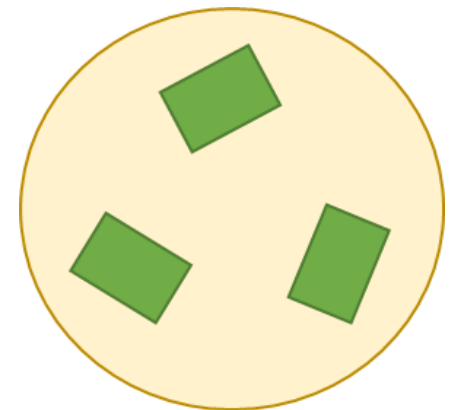
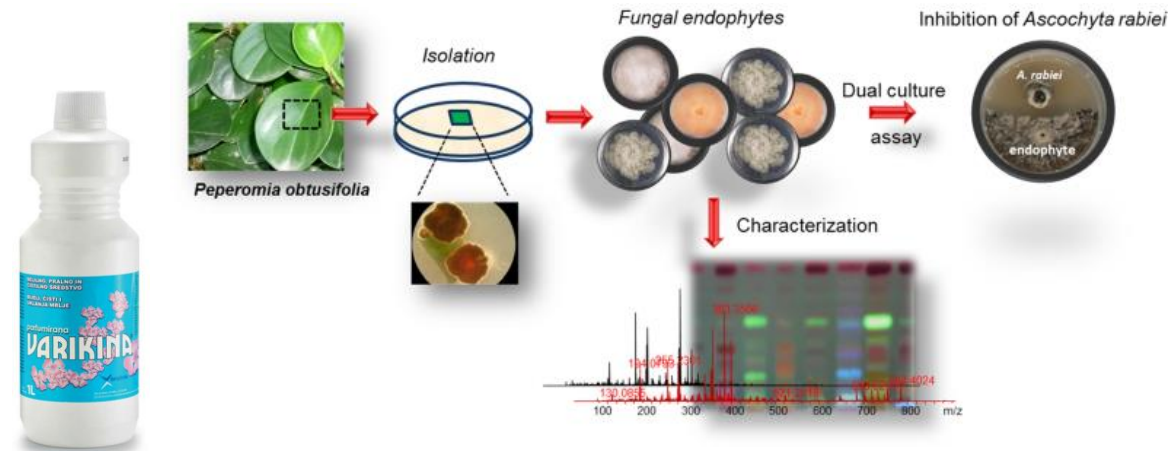
VAJA 3: IZOLIRAJMO RASTLINSKE ENDOFITE

- **Materiali:**

- Vzorci rastlin (listi, semena, korenine...)
- Pincete, nožki, čaše
- Sredstvo za razkuševanje (10 % belilo; 3 % H₂O₂ ipd.)
- 70 % etanol
- (avtoklavirana dH₂O)
- ustrezne agarne plošče
- (gorilnik)

- **Potek vaje:**

1. Vzorčke rastlinskega materiala razrežemo na manjše koščke (npr. 2x2 cm)
2. Rastlinski material za 1 min potopimo v 70 % alkohol
3. Rastlinski material prenesemo v 30 % H₂O₂ (ali 10 % beliko) za 2 (do 5) min; mešamo
4. Rastlinski material 2x speremo v avtoklavirani dH₂O.
5. S pinceto previdno (aseptično) postavimo koščke rastlinskega materiala na agarne plošče.
6. Plošče inkubiramo na sobni T (vsaj 1 teden).
7. Shranjevanje v hladilniku



VAJA 3: IZOLIRAJMO ENDOFITE

VZOREC: ENDOFITI (GLIVE)

rastlinska vrsta: Fikus Benjamin

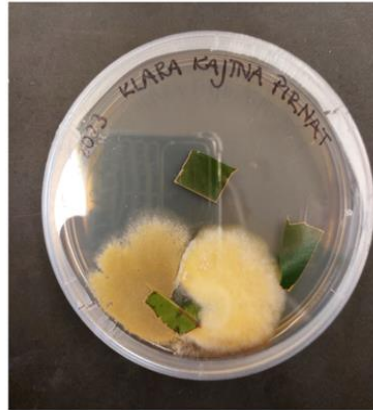
zdrava/bolana: zdrava

Vzorčil:

GLIVE

- Št. kolonij: 2
- Št. različnih morfortipov: 2

FOTO



VZOREC: ENDOFITI (GLIVE)

rastlinska vrsta: Lovorikovec

zdrava/bolana: Zdrava

Vzorčil:

GLIVE

- Št. kolonij: 3
- Št. različnih morfortipov: 2

FOTO



VZOREC: ENDOFITI (GLIVE)

rastlinska vrsta: zlati potos

zdrava/bolana: zdrava

Vzorčil:

GLIVE

- Št. kolonij: 0
- Št. različnih morfortipov: 0

FOTO



VZOREC: ENDOFITI (GLIVE)

rastlinska vrsta: Paradižnik

zdrava/bolana: bolana

Vzorčil:

GLIVE

- Št. kolonij: 15
- Št. različnih morfortipov: 4

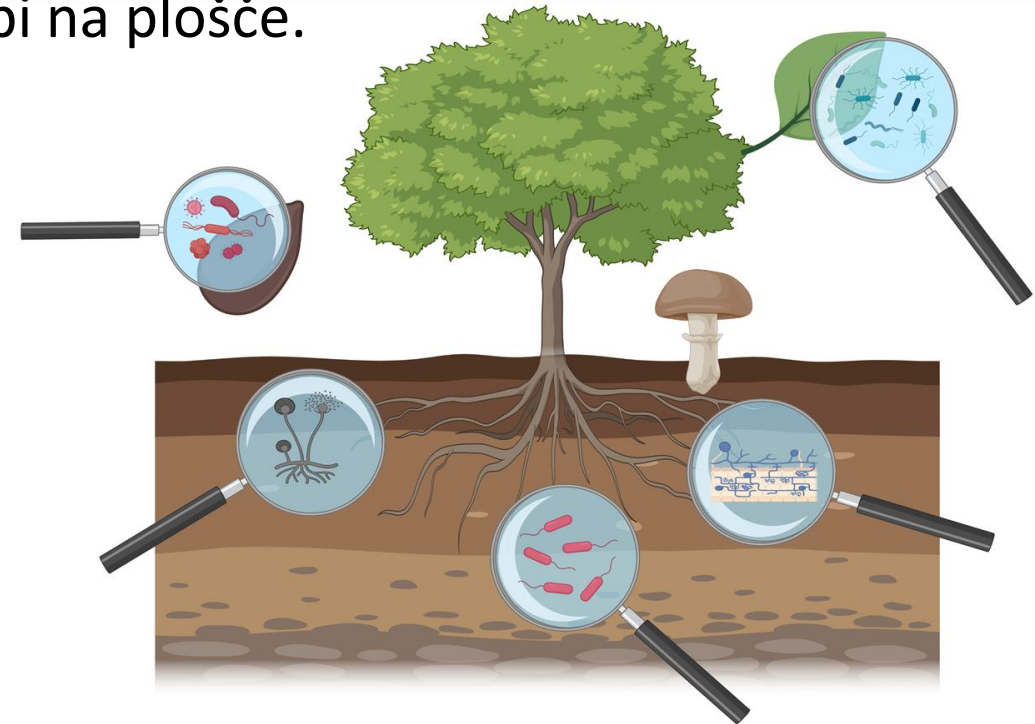
FOTO



VAJA 3: IZOLIRAJMO RASTLINSKE ENDOFITE

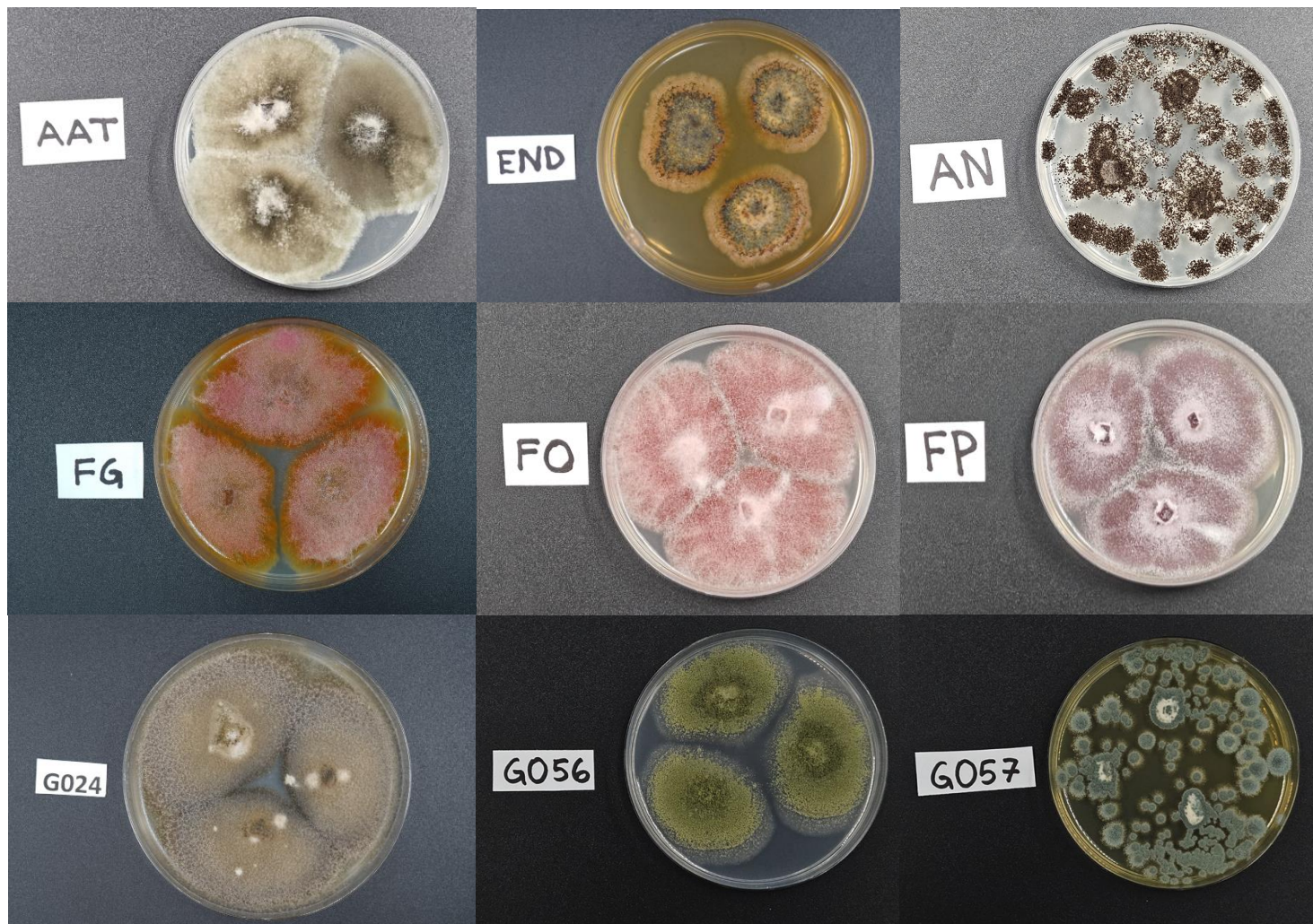
- **Rezultati in razprava:**

1. Ali menite, da vsi izolirani mikrobi izvirajo iz vaših vzorcev rastlin?
2. Pojasnite, od kje še lahko pridejo ti mikrobi na plošče.
3. Ali me mora biti od zdaj naprej strah jesti rastlinsko hrano? 😊
 - i. Pogovorite se o pomenu (in ekološki vlogi) mikrobov za rastline (in človeka).



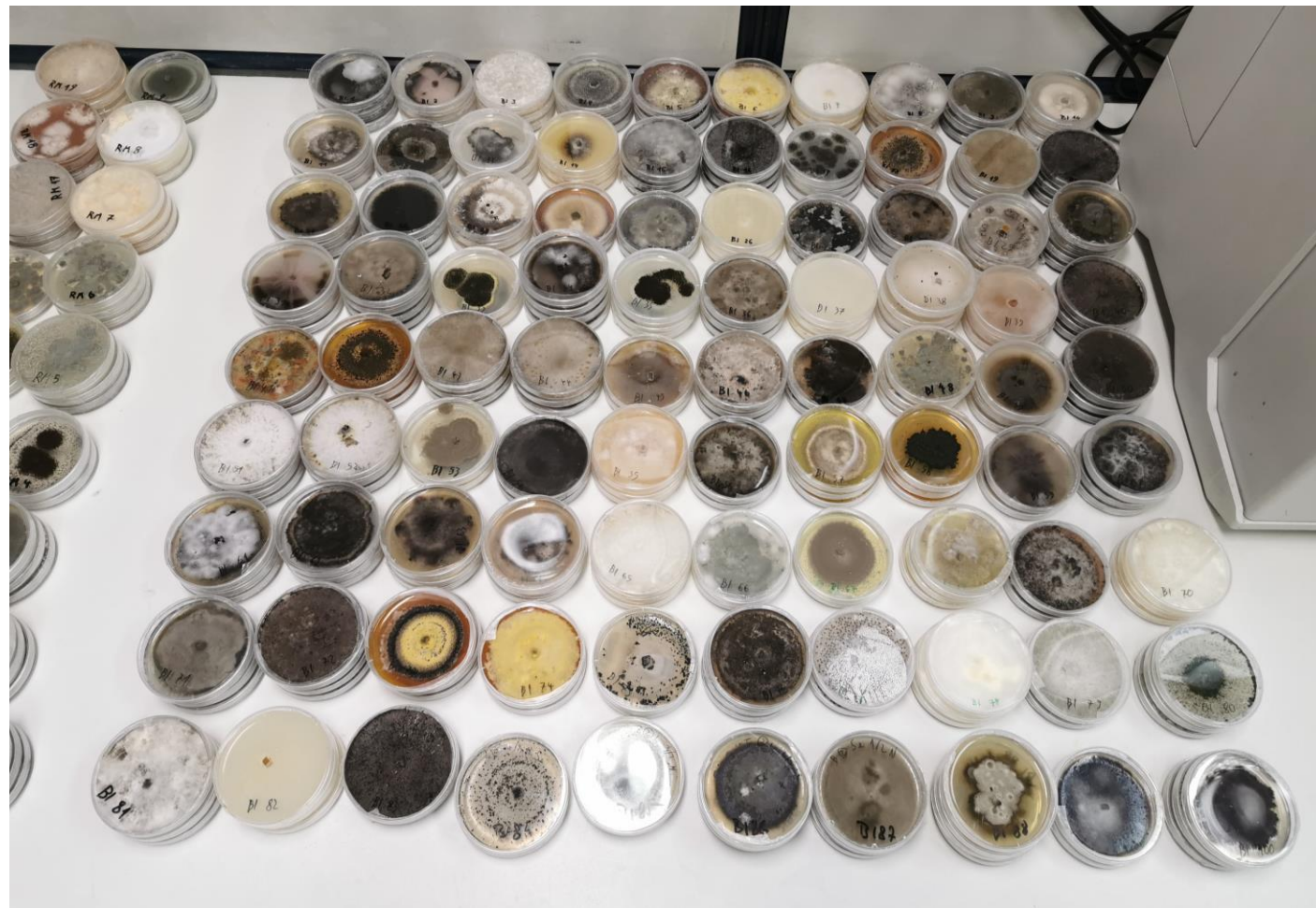
“ČUDOVITI SVET” RASTLINSKO-MIKROBNIH INTERAKCIJ

- Glive izolirane iz zrnja ajde (*Fagopyrum* sp.)



“ČUDOVITI SVET” RASTLINSKO-MIKROBNIH INTERAKCIJ

- Glive izolirane iz listov in plodov oljke (*Olea europaea*)



“TAKE HOME MESSAGE” 😊

- → Z relativno malo truda (in praktično brez kakršne koli specialne laboratorijske opreme) lahko preprosto vzgojimo in učencem pokažemo cel “mikrobni ZOO”!
- Za bolj zanimiv, privlačen in barvit pouk biologije.



jure.mravlje@bf.uni-lj.si