

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

ELFLA LAP 16.1. apakšpasākuma “Atbalsts Eiropas Inovāciju partnerības lauksaimniecības ražīgumam un ilgtspējai lauksaimniecības ražīguma un ilgtspējas darba grupu projektu īstenošanai”

projekts «Inovatīvs mikroorganismus saturošs organiskais mēslošanas līdzeklis»
nr. 22-00-A01612-000010

Mikroorganismi augšnes veselībai un augu augšanai

Dr. biol. Vizma Nikolajeva

Latvijas Universitāte

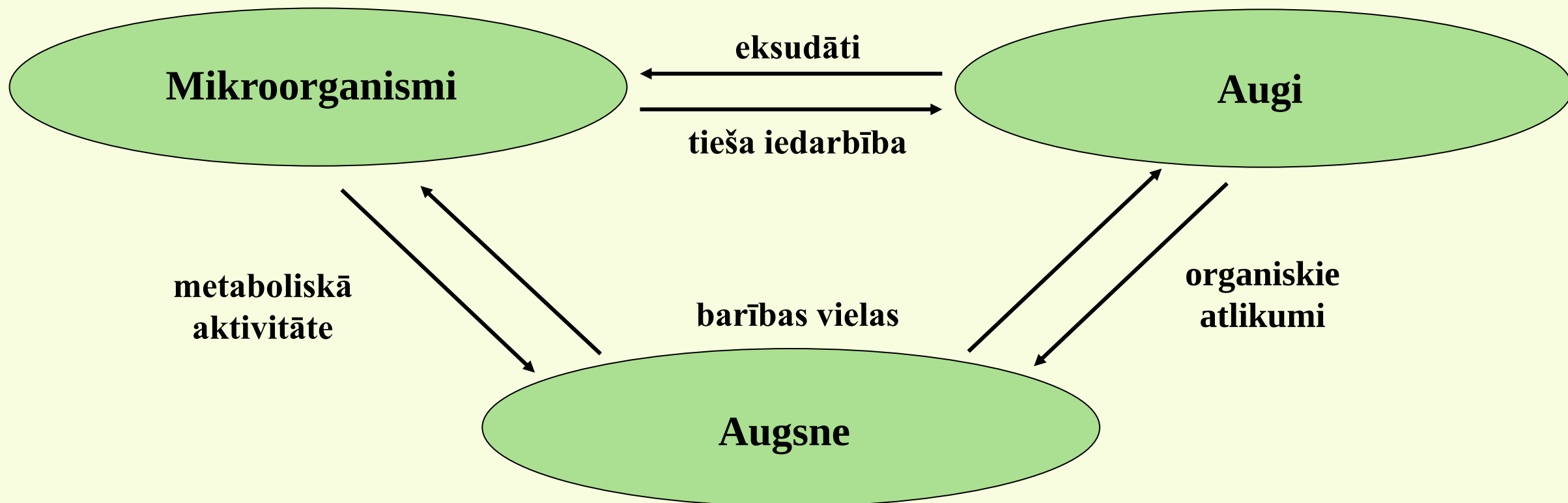
Medicīnas un dzīvības zinātņu fakultāte

Latvijas Mikroorganismu kultūru kolekcija

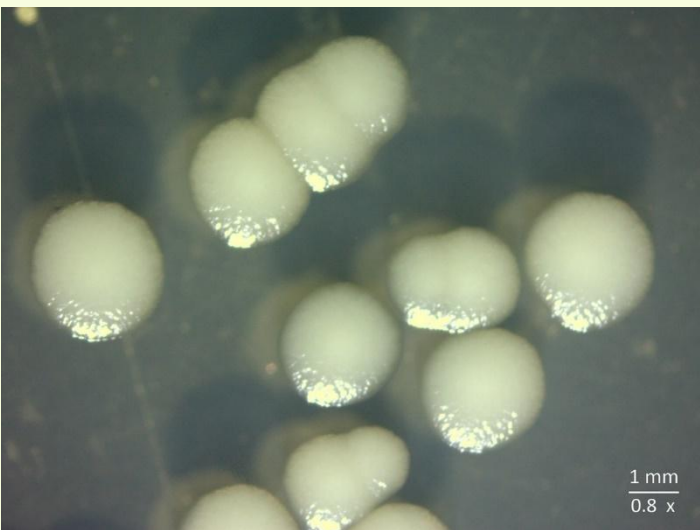
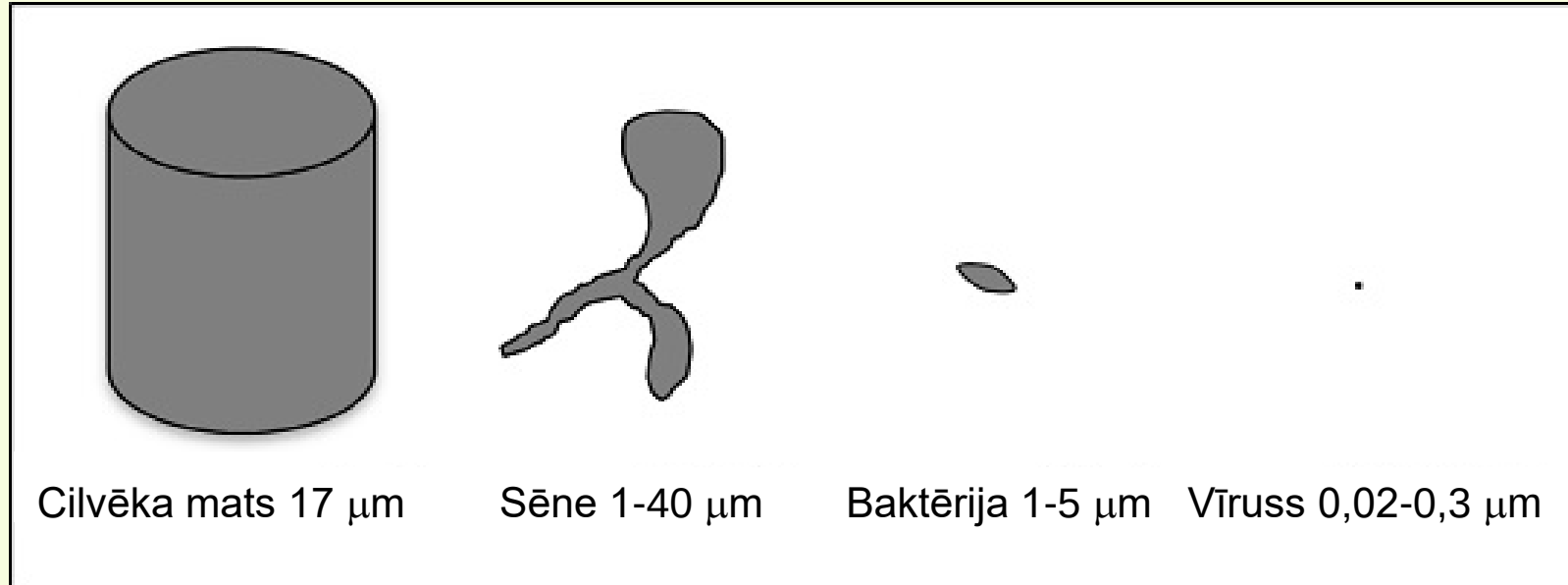
Rīga, 15.10.2025.

Galvenie augiem labvēlīgo mikroorganismu veidi

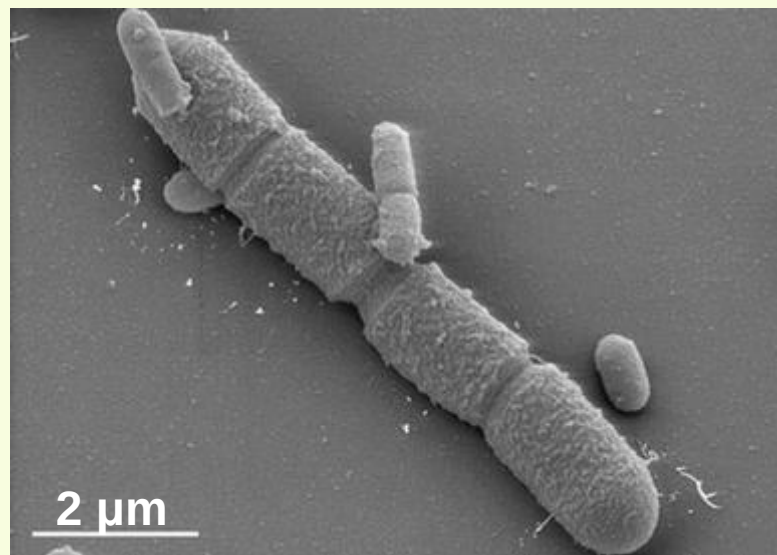
- Gaisa slāpekli saistošas baktērijas
- Mikorizas sēnes
- **Saprofītiskas, saknes kolonizējošas rizosfēras baktērijas un sēnes jeb augu augšanu veicinošas baktērijas un sēnes**



Baktēriju morfoloģija



Priestia megaterium
(*Bacillus megaterium*)



***Priestia megaterium* 2,5x10 μm**
salīdzinājumā ar *Escherichia coli*

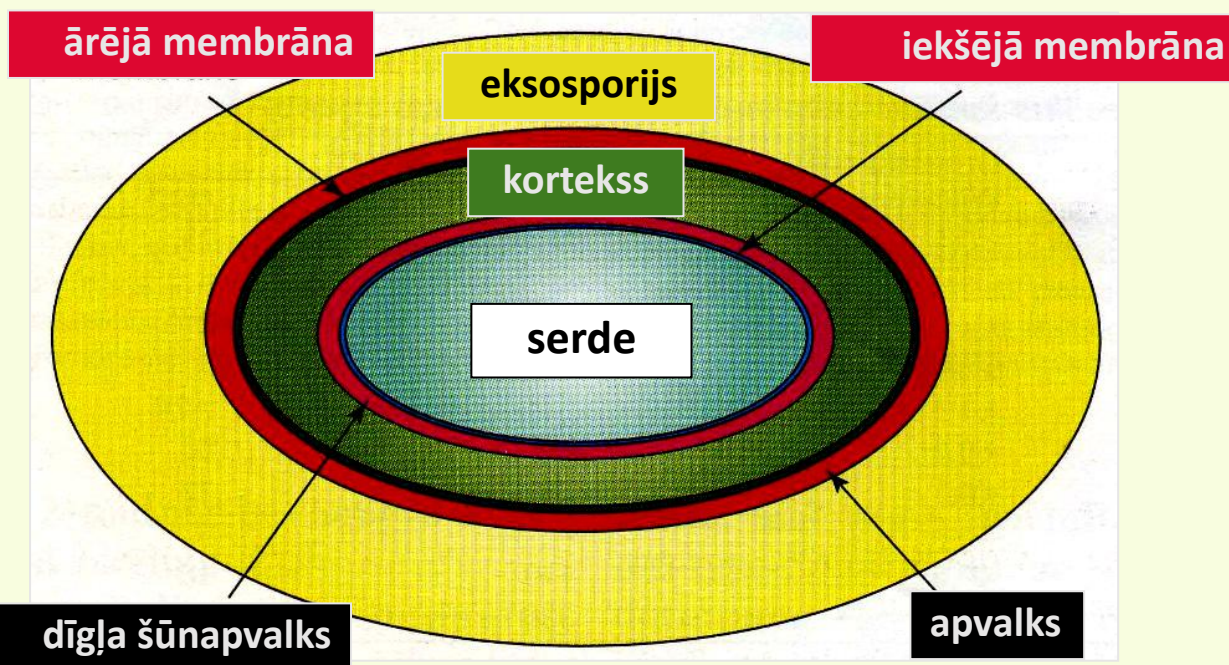
(Rolewicz et al., 2016)



(Leibniz-Institut DSMZ)

Priestia (Bacillus) ģints baktērijas

veido endosporas



Endosporas samērā rezistentas pret dažādiem nelabvēlīgiem vides apstākļiem – karstumu, radiāciju, ķīmikālijām.

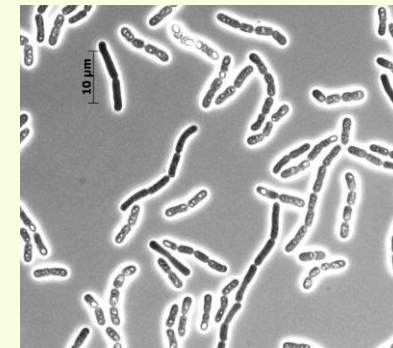
Endosporas nevar iznīcināt, vairākas minūtes vārot.

Priestia megaterium (de Bary 1884) Gupta et al. 2020 pielietošana

Suga atklāta 1884. gadā.

2020. gadā 7 *Bacillus* sugas pārnesa uz *Priestia* ģinti.

Bacillus megaterium* → *Priestia megaterium



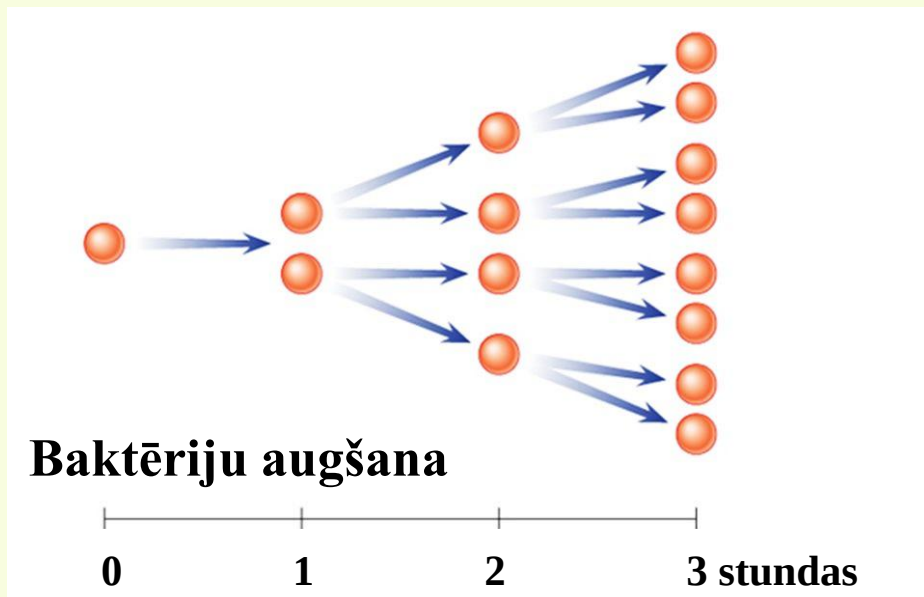
(Gupta R.S., Patel S., Saini N., Chen S. 2020. Robust demarcation of 17 distinct *Bacillus* species clades, proposed as novel *Bacillaceae* genera, by phylogenomics and comparative genomic analyses: description of *Robertmurraya kyonggiensis* sp. nov. and proposal for an emended genus *Bacillus* limiting it only to the members of the Subtilis and Cereus clades of species. Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 70, 5753–5798)

Pielietošana biotehnoloģijā – no mazām molekulām līdz veselām šūnām:

- iegūst vitamīnu B12;
- iegūst biopolimēru polihidroksibutirātu (PHB);
- iegūst rekombinantās olbaltumvielas;
- izmanto bioloģiskajos mēslošanas un augu aizsardzības līdzekļos.

(Biedendieck R., Knuuti T., Moore S.J. et al. 2021. The “beauty in the beast” – the multiple uses of *Priestia megaterium* in biotechnology. Appl. Microbiol. Biotechnol., 105, 5719–5737)

Baktēriju augšana un tai nepieciešamie apstākļi



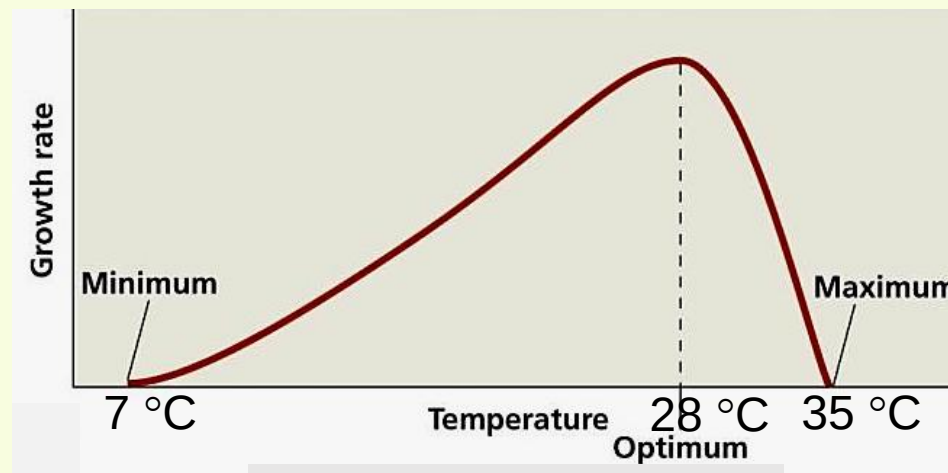
Barības vielas

Ogļhidrāti, olbaltumvielas,
organiskās skābes u.c., minerālvielas.

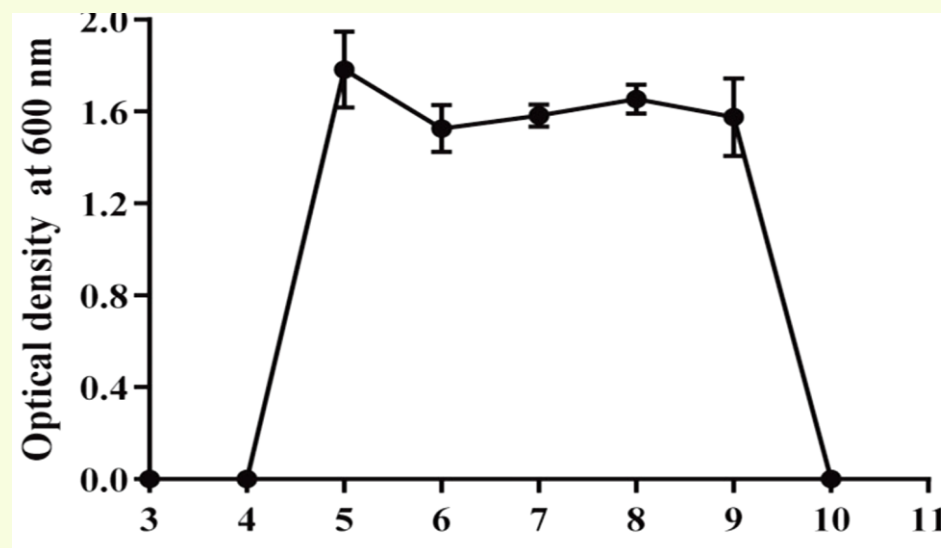
Mitrums

Šūnas satur 75-85 % H_2O .

Baktērijām vajag >90 % gaisa
relatīvo mitrumu.



Temperatūra

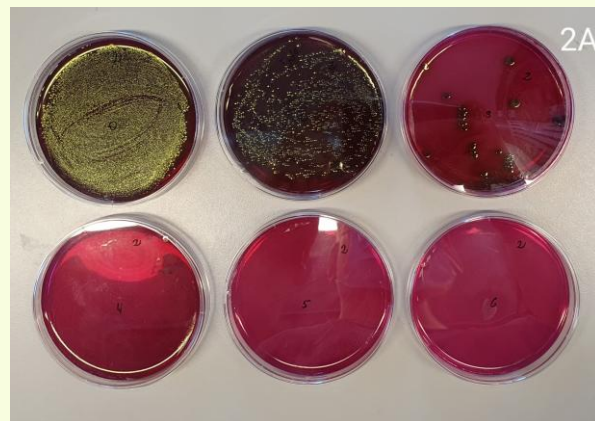


pH

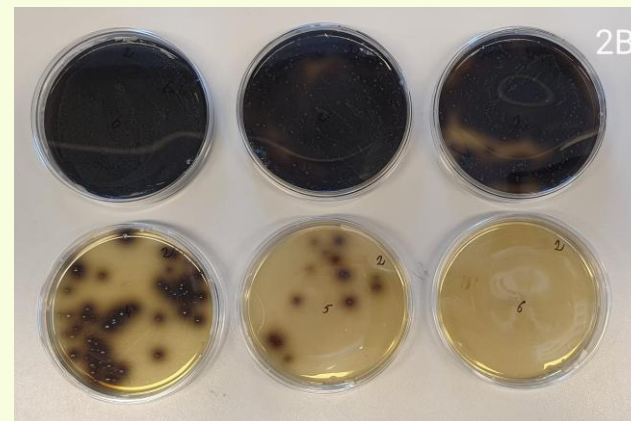
(Ou et al. Front. Plant Sci.,
2022, 13, 880125)

Svaigu kūtsmēslu mikrobioloģiskais sastāvs, kvv/g

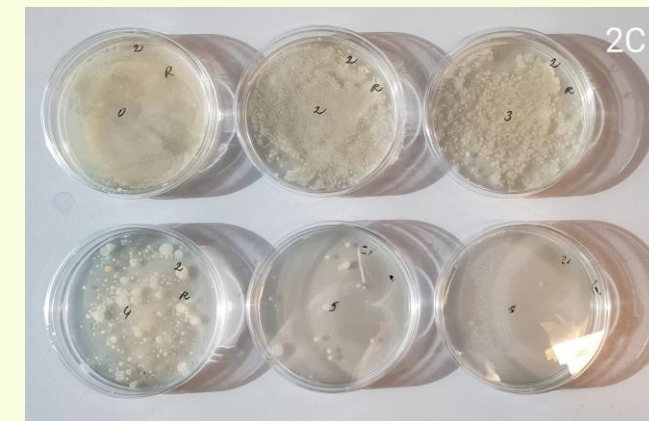
Kūtsmēsli	<i>E. coli</i>	Enterokoki	Baktēriju kopskaits	Sēņu kopskaits
Cāļi	$1,0 \times 10^9$	$3,8 \times 10^8$	$2,8 \times 10^9$	<100
Dējējvistas	$2,2 \times 10^6$	$1,4 \times 10^8$	$3,7 \times 10^8$	<100
Cūkas	<100	$1,9 \times 10^5$	$6,8 \times 10^6$	<100
Govis	$2,9 \times 10^5$	$2,9 \times 10^6$	$4,0 \times 10^8$	<100



E. coli



enterokoki



baktēriju kopskaits

***Priestia megaterium* LMKM 895 mēslošanas līdzekļu sastāvā**

Produkta pamatmasai pievienoja 1 litru suspensijas uz 100 kg substrāta.

Baktēriju koncentrācija galaproduktā: 10^7 kolonijas veidojošās vienības / g (jeb 10 000 000 kvv / g).

Enzīmi: α -amilāze, proteāze, lipāze, celulāze, pektināze, ksilanāze u.c.

Noārda biopolimērus, galvenokārt augu sastāvdaļas

Izdala organiskās skābes un šķīdina fosfora, kālija u.c. minerālus

Producē fitohormonus (auksīns indoliletīkskābe), sideroforus, antibiotiskas vielas

Kolonizē augu saknes

Antagonisms pret patogēniem

Aktivē augu sistēmisko rezistenci – iegūto un inducēto

Palielina noturību pret vides izraisītu stresu (sausumu u.c.)



Probiotikas augiem

Nesen sagatavotu (augšējā rinda) un divus gadus glabātu (apakšējā rinda) izejmateriālu un mēslošanas līdzekļu mikrobioloģiskais sastāvs, kvv/g.

* - būtiska atšķirība ar nesen sagatavotu līdzekli.

Izceltie rādītāji pārsniedz organiskā mēslošanas līdzeklī pieļaujamo normu.

Līdzeklis	<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki	Baktēriju kopskaits	<i>Bacillus spp.</i>	Sēņu kopskaits
Kūdra	<100	<100	9,0x10 ⁷	9,0x10 ⁶	4,0x10 ⁴
	<100	<100	4,8x10 ⁶ *	<100*	1,1x10 ⁵
Kūdra + pelni	<100	<100	2,8x10 ⁷	<100	1,2x10 ⁴
	<100	<100	1,2x10 ⁷	<100	3,0x10 ⁵ *
Kūdra + pelni + baktērijas	<100	<100	2,8x10 ⁷	6,0x10 ⁶	1,0x10 ⁴
	<100	<100	1,6x10 ⁷	3,6x10 ⁶	6,0x10 ⁵ *
Kūdra + putnu mēsli	<100	6,4x10 ⁴	3,6x10 ⁸	1,1x10 ⁸	8,0x10 ⁴
	<100	7,0x10 ³ *	9,8x10 ⁷	<100*	1,3x10 ⁶ *
Kūdra + putnu mēsli + pelni	<100	1,8x10 ⁴	2,2x10 ⁷	2,0x10 ⁶	1,0x10 ⁴
	<100	<100*	5,1x10 ⁷	<100*	5,0x10 ⁴
Kūdra + putnu mēsli + baktērijas	<100	2,0x10 ²	4,8x10 ⁸	1,3x10 ⁷	1,0x10 ⁵
	<100	<100*	7,0x10 ⁶ *	7,0x10 ⁶	1,9x10 ⁵

Nesen sagatavotu (augšējā rinda) un divus gadus glabātu (apakšējā rinda) mēslošanas līdzekļu mikrobioloģiskais sastāvs, kvv/g.

* - būtiska atšķirība ar nesen sagatavotu līdzekli.

Izceltie rādītāji pārsniedz organiskā mēslošanas līdzeklī pieļaujamo normu.

Līdzeklis	<i>Escherichia coli</i>	Enterokoki	Baktēriju kopskaits	<i>Bacillus spp.</i>	Sēņu kopskaits
Kūdra + cūku mēsli	<100	$4,8 \times 10^3$	$4,0 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$8,0 \times 10^4$
	<100	$6,0 \times 10^2$	$9,7 \times 10^7$	<100*	$1,7 \times 10^5$
Kūdra + cūku mēsli + pelni	<100	$2,0 \times 10^4$	$4,8 \times 10^7$	$2,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^4$
	<100	<100*	$2,5 \times 10^7$	<100*	$1,0 \times 10^4$
Kūdra + cūku mēsli + baktērijas	<100	$1,0 \times 10^4$	$3,2 \times 10^7$	$1,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^5$
	<100	<100*	$2,0 \times 10^6$ *	$3,0 \times 10^5$ *	$7,0 \times 10^5$
Kūdra + govju mēsli	<100	$1,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^8$	$2,4 \times 10^7$	$1,2 \times 10^7$
	<100	$6,0 \times 10^2$	$5,5 \times 10^7$	<100*	$3,0 \times 10^6$
Kūdra + govju mēsli + pelni	<100	$1,4 \times 10^4$	$4,0 \times 10^8$	$4,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^4$
	<100	<100*	$3,6 \times 10^7$	<100*	$1,6 \times 10^4$
Kūdra + govju mēsli + pelni + baktērijas	<100	<100	$1,9 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$	$6,0 \times 10^5$
	<100	<100	$1,9 \times 10^7$	$2,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$

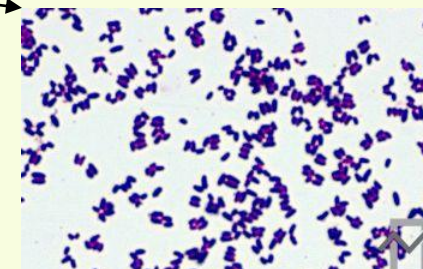
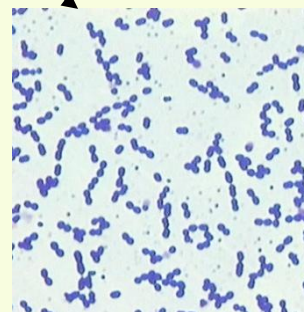
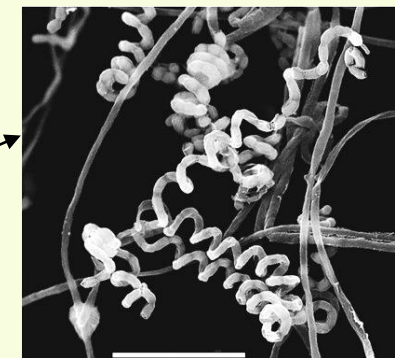
Dominējošie mikroorganismi

Baktērijas (neieskaitot *P. megaterium*):

Actinomycetota (*Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Streptomyces*)

Pseudomonadota (*Enterobacter*)

Bacteroidota (*Chryseobacterium*)



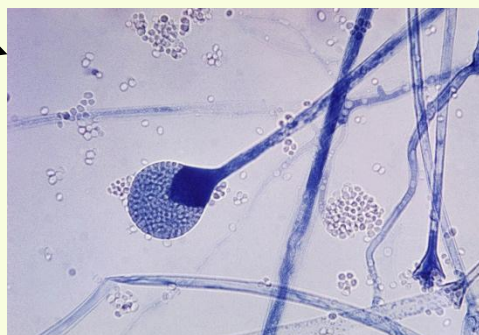
Sēnes:

Penicillium

Mucor

Geomyces

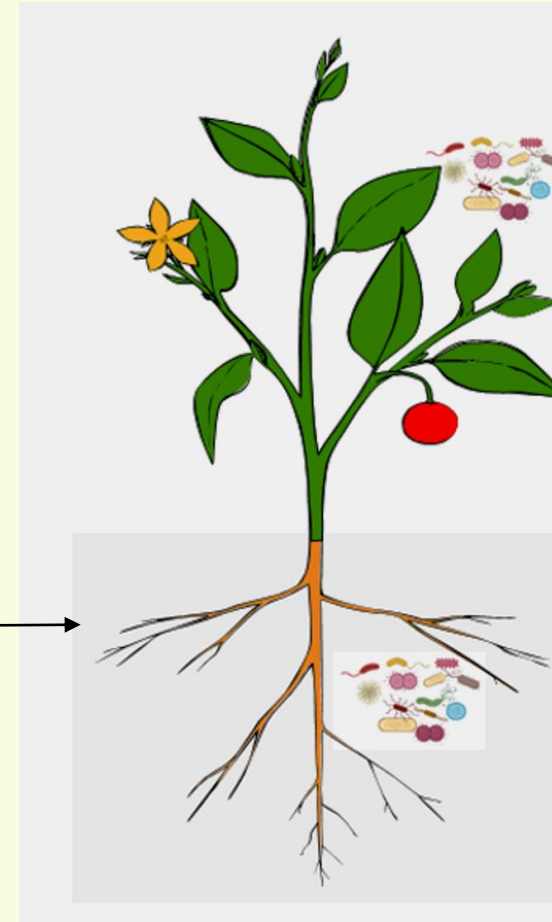
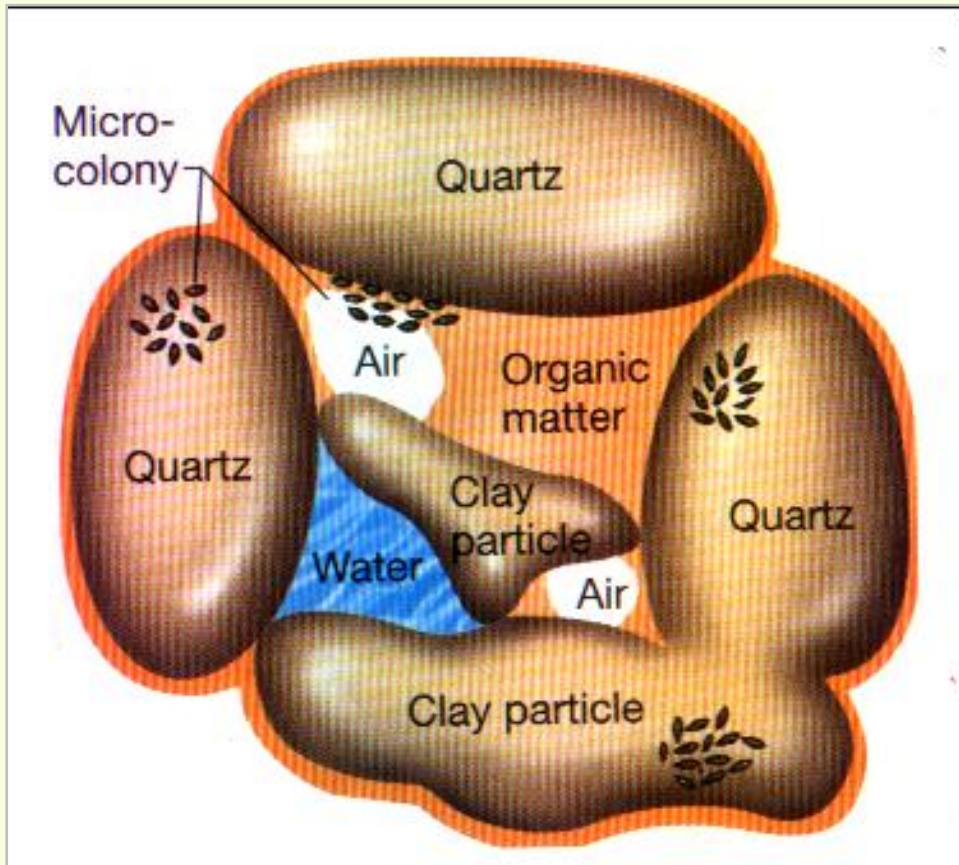
Trichoderma



Vide, kurā nonāk mikroorganismi

augzne

augu virsma



baktērijas no lapas
nospieduma

filosfēra

rizosfēra

Augsnes mikroorganismi

Baktērijas, parasti 10^7 - 10^9 /g

Sēnes, parasti virsējos slāņos, 10^5 - 10^6 /g, relatīvi liela biomasa

Alģes – augsnes virsējos 10 cm, parasti 10^3 - 10^4 /g

Vienšūņi – augsnes virsējos 20 cm, ap saknēm, 10^4 - 10^5 /g

Vīrusi

masa 1-6 t/ha, izplatība
nevienmērīga

Izplatību ietekmē ekoloģiskie faktori:

1) abiotiskie faktori:

- edafiskie faktori (augšnes sastāvs un fizikāli ķīmiskās īpašības, t.sk. **pH**);
- klimatiskie faktori (temperatūra, gaiss, ūdens);

2) biotiski faktori (**augi un to daudzveidība**, dzīvnieki);

3) antropogēnie faktori (fizikālie, ķīmiskie).



Sagaidāmā ietekme uz augu augšanu

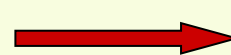
Tiešā iedarbība – uzlabo barības vielu pieejamību:

- šķīdina fosfātus un citus minerālus;
- uzlabo dzelzs biopieejamību.

 **Ļauj augt ar barības vielām nabadzīgās augsnēs.**

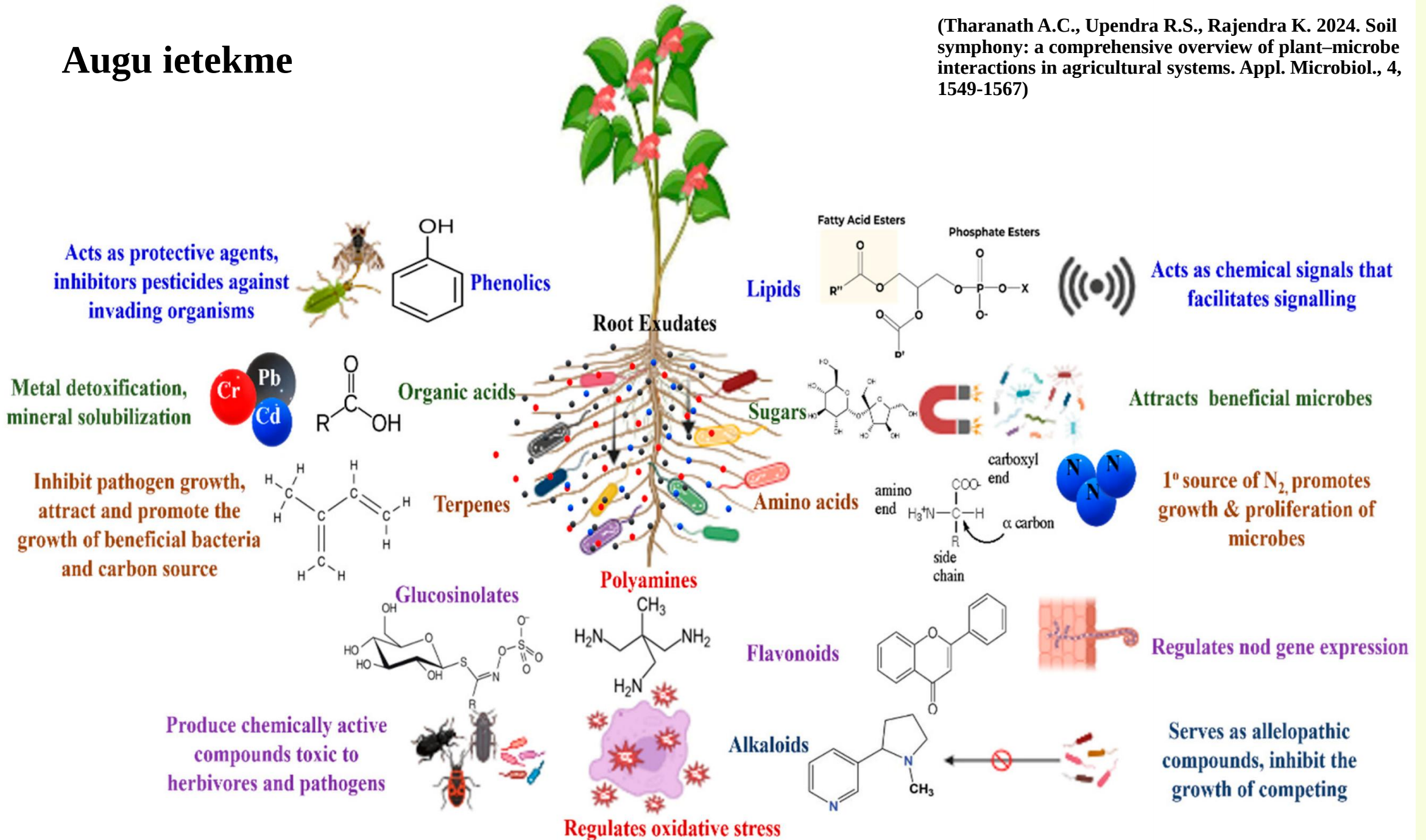
Netiešā iedarbība:

- producē fitohormonus;
- producē enzīmus un citus savienojumus, kas modificē augu hormonālos procesus;
- inducē augu sistēmisko rezistenci;
- sargā augus no sausuma.

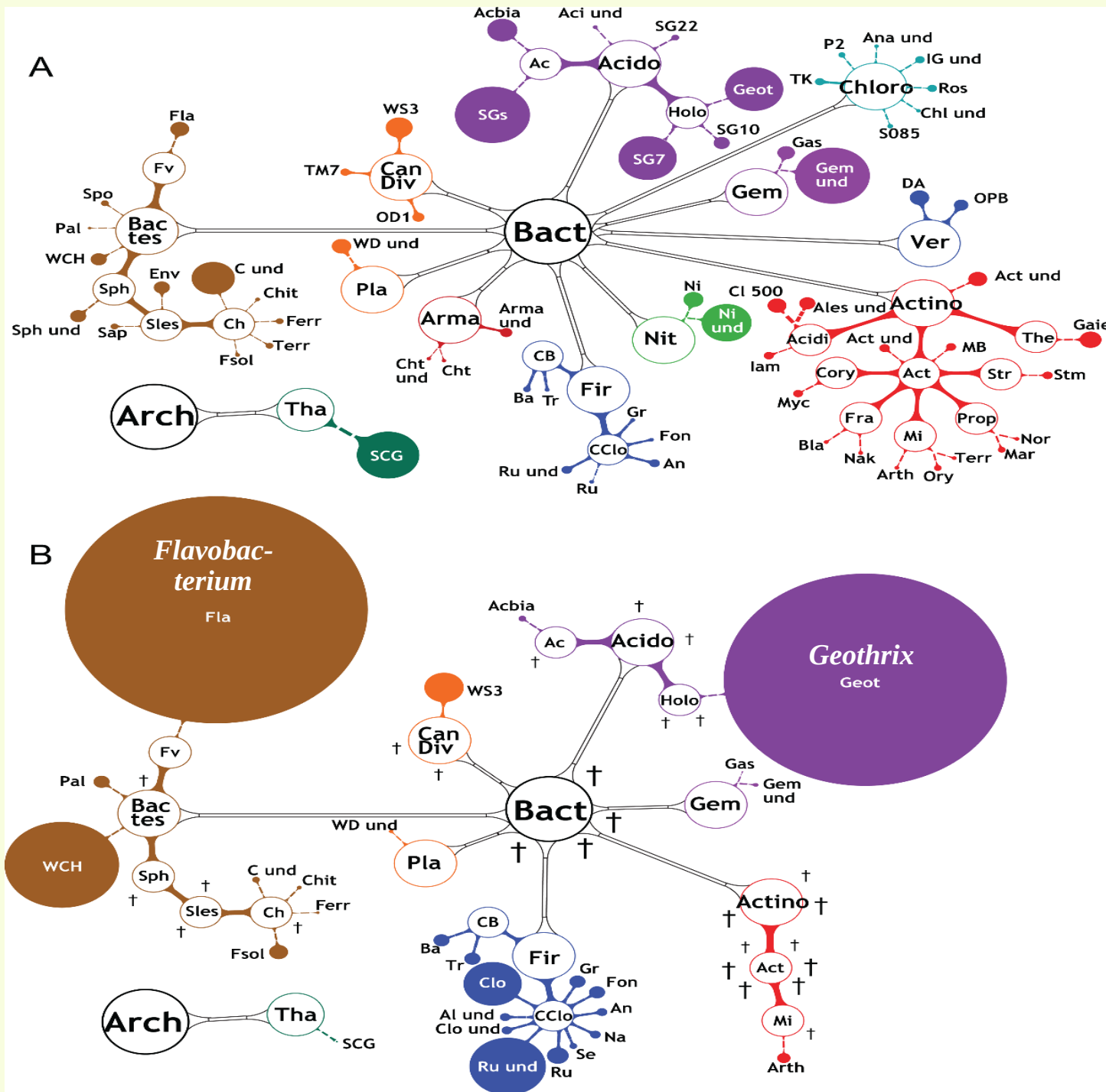
 **Darbojas kā alternatīvi mēslošanas līdzekļi un pesticīdi.**

Augu ietekme

(Tharanath A.C., Upendra R.S., Rajendra K. 2024. Soil symphony: a comprehensive overview of plant–microbe interactions in agricultural systems. Appl. Microbiol., 4, 1549-1567)



Augu ietekme



Baktēriju daudzveidība kontrolē (A) un ar rapša sēklu ekstraktu apstrādātā augsnē (B) pēc 16S RNS OTU datiem.

Izzūdošās baktēriju grupas atzīmētas ar krustiņiem.

Arch, Archaea; Bact, Bacteria; Acido, Acidobacteria; Actino, Actinobacteria; Arma, Armatimonadetes; Bactes, Bacteroidetes; Can Div, Candidate Division; Chlo, Chloroflexi; Fir, Firmicutes; Gem, Gemmatimonadetes; Nit, Nitrospirae; Pla, Planctomycetes; Ver, Verrucomicrobia; Tha, Thaumarchaeota.

(Siebers M., Rohr T., Ventura M. et al. 2018. Disruption of microbial community composition and identification of plant growth promoting microorganisms after exposure of soil to rapeseed-derived glucosinolates. PLOS ONE 13(7), e0200160)

Viens no projekta rezultātiem – zinātniska publikācija

Article

Composition of Organic Fertilizers Containing Microorganisms and their Effect on Soil Microbiological Activity and Plant Growth

Māris Senkovs^{1*}, Laila Dubova², Ina Alsina², Ingrida Krigere⁴, Dagnija Lazdiņa³, Viktorija Vendina³, Sandra Marcinkeviča⁵, Vizma Nikolajeva¹

¹ Microbial Strain Collection of Latvia, MIRRI-ERIC consortium, Faculty of Medicine and Life Sciences, University of Latvia, Jelgavas street 1, Riga, LV-1004, Latvia; maris.senkovs@lu.lv; vizma.nikolajeva@lu.lv

² Latvia University of Life Sciences and Technologies, Institute of Soil and Plant Sciences, Strazdu street 1, Jelgava, LV-3004, Latvia; laila.dubova@lbtu.lv; ina.alsina@lbtu.lv

³ Latvian State Forest Research Institute "Silava", Riga street 111, Salaspils, LV-2169, Latvia; dagnija.lazdina@silava.lv; viktorija.vendina@silava.lv

⁴ Latvian Peat Association, Ernestines street 24-3, Riga, LV-1083, Latvia; ingrida@peat.lv

⁵ Farm "Baltini", Mēmele, Skaistkalne parish, Bauska district, LV-3924, Latvia; sandra.marcinkevica@gmail.com

* Correspondence: maris.senkovs@lu.lv; marissenkovs@gmail.com

Pozitīvais par baktēriju ietekmi:

- sekmēja enterokoku daudzuma samazināšanos mēslošanas līdzekļos,
- govju mēslu gadījumā uzlaboja abu pētīto atraitnīšu šķirņu augšanu.

Negatīvais par baktēriju ietekmi: nav.

Neviennozīmīga ietekme:

uz augsnes mikrobioloģiskās aktivitātes rādītājiem dažādiem mēslojumiem un kultūraugiem.

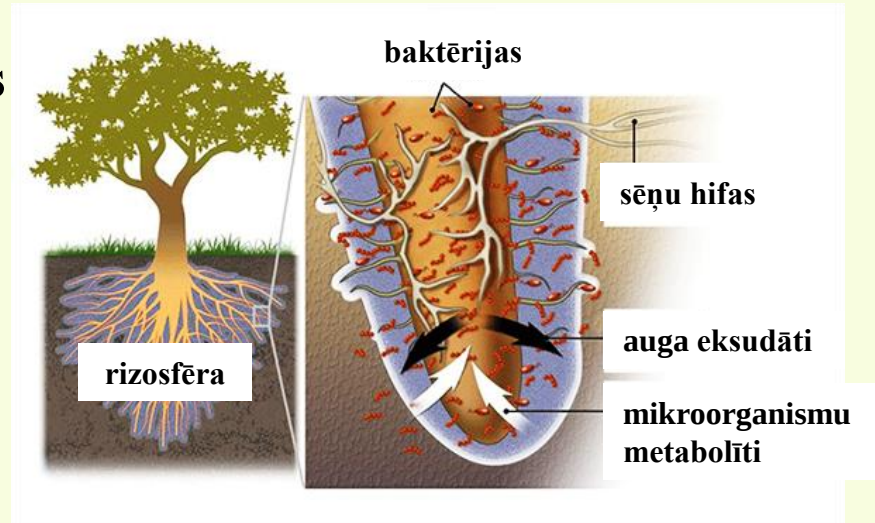
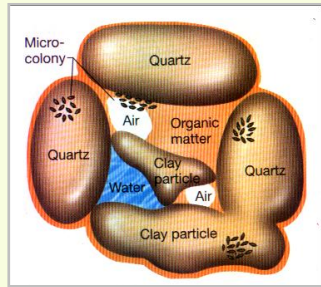
Turpmākie pētījumi par baktēriju ietekmi:

- fundamentālie pētījumi par mikroorganismu mijiedarbību mēslojumos un augsnē,
- substrātos (kūdra, kūtsmēsli) esošo mikroorganismu un to ietekmes uz augiem izpēte,
- pielietojamie pētījumi par atsevišķu mēslojuma veidu ietekmi uz atsevišķiem kultūraugiem.

Problēmas saistībā ar mikroorganismu introdukciju augsnē

Ietekme uz augsnes vietējo mikrobiomu (sastāvu, daudzveidību, funkcionalitāti) un augiem

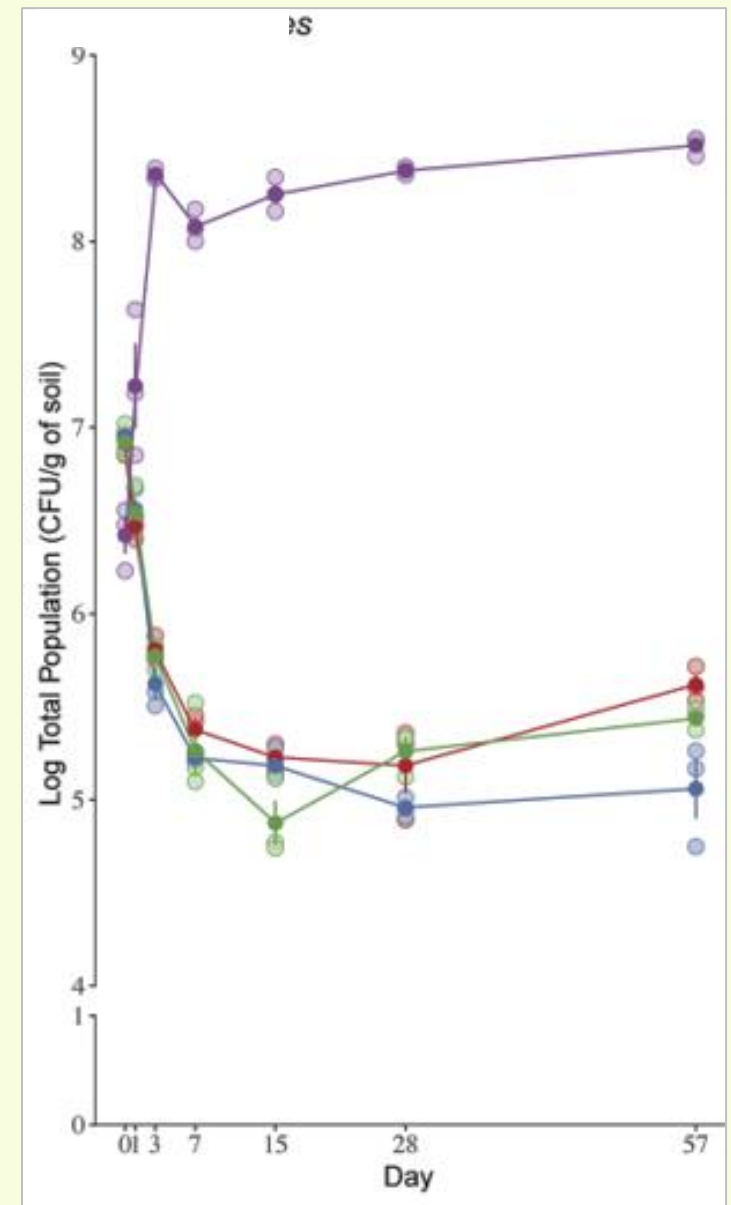
Mikrodzīvotņu īpašības



Izdzīvošana un iedzīvošanās atkarīga no:

- paša mikroorganisma īpašībām un koncentrācijai,
- edafiskiem faktoriem,
- vietējo mikroorganismu sastāva un mijiedarbības ar tiem,
- augu genotipa, sakņu sistēmas īpatnībām.

Mijiedarbība starp mikroorganismiem un augiem – no konkurences līdz simbiozei



Augsnē inokulēta *Bacillus mycoides* izdzīvotība

(Mawarda P.C., Lakke S.L., van Elsas J.D., Salles J.F. 2022. Temporal dynamics of the soil bacterial community following *Bacillus* invasion. iScience, 25, 104185)

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

Paldies par uzmanību!

