

MIKROORGANIZMAI – nematomi, tačiau galingi

Gyvename mikroorganizmų planetoje, kurioje vyrauja mažytės gyvybės formos, nematomos plika akimi. Milijonai šių mikroorganizmų tilptų adatos skylutėje, tačiau jei surinktume juos į vieną vietą, jų skaičius būtų didesnis nei visų gerai matomų gyvybės formų, t. y. žmonių, banginių, paukščių ir medžių kartu paėmus.

Nematomi mikroorganizmai taip pat sudaro didžiąją žemės biomasės dalį, savo svoriu jie lenkia visus kitus ekosistemos komponentus, paimtus kartu. Mokslininkai apskaičiavo, kad beveik 3 mlrd. metų bakterijos buvo vieninteliai žemės gyventojai. Būtent bakterijos pagamino deguonį, sukūrė dirvožemį, davė pradžią aukštesnės formos gyvybės vystymuisi.

Lėtai, per ilgus amžius, mikroorganizmai sukūrė sudėtingas, tvarias ir cikliškas ekosistemas, palaikančias visas gyvybės formas mūsų žemėje. Todėl dirvožemis yra priskiriamas prie greitai degraduojančių, tačiau sunkiai atsinaujinančių išteklių.

Dirvožemis – tai aplinka, kurioje gyvi organizmai (biosfera) sąveikauja su uolienomis ir mineralais (geosfera), vandeniu (hidrosfera), atmosfera ir negyva organine medžiaga (detritosfera). Tai ypatinga heterogeniška (nevienalytė) aplinka, kurioje sąlygos keičiasi ne kilometru, o mikrometrų atstumu.

Kas yra „karštosios dėmės“?

Ir sąlygos, ir mikroorganizmų gausumas dirvožemyje varijuoja. Moksliniais tyrimais nustatyta, kad dirvožemyje yra mikroorganizmų „karštosios dėmės“ – jose ląstelių gali būti šimtus kartų daugiau negu kitose vietose. Todėl ypač svarbu tinkamas dirvožemio ėminių paėmimas analizėms, nes nukrypimai gali duoti didelius ir kartu nepaaiškinamus skirtumus.

Dažniausiai tokios „karštosios dėmės“ susiformuoja rizosferoje (augalų šaknų zonoje), detritosferoje (ant žuvusių augalų šaknų), bioporose (porose, suformuotose sliekų ar augalų šaknų) ar dirvožemio agregatų paviršiuose. Pagrindinis bendras veiksnys, siejantis visas šias buveines, yra maisto medžiagų šaltinis arba jų likučiai, pvz., bioporose likusios sliekų ar augalų šaknų išskyros.

Pasaulio mokslininkai dirvožemio mikroorganizmus laiko vienu iš pagrindi-

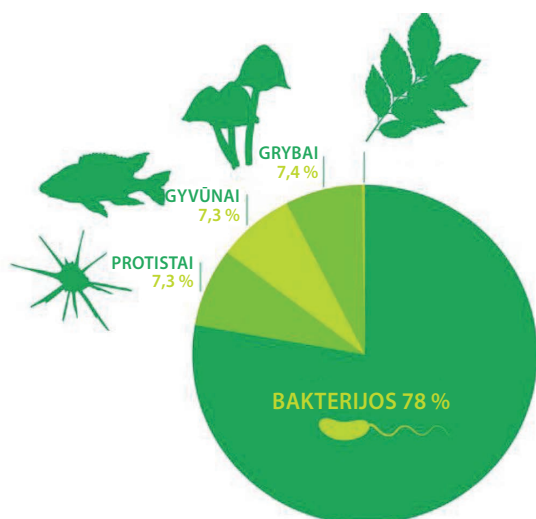
nių bioindikatorių, rodančių dirvožemio savybių kaitą. Mikroorganizmai – tai gyvi organizmai, kurie itin sparčiai dauginasi, kai yra palankios aplinkos sąlygos. Ši organizmų grupė ypač greitai reaguoja į pasikeitusias aplinkos sąlygas, tačiau būtina atsižvelgti į visą daugybę parametrų, kurie gali turėti įtakos organizmų gausumui.

Kiekvienam sava ekologinė niša

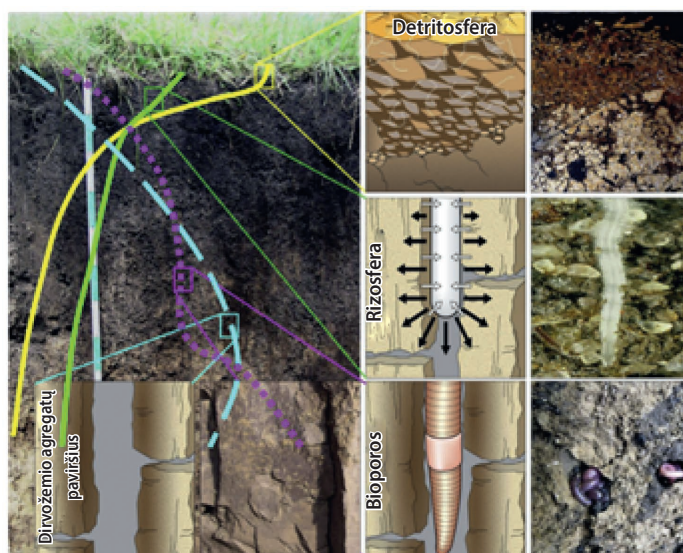
Kiekvienas organizmas ar organizmų grupė turi savo ekologinę nišą – organizmų poreikių ir tolerancijos (prisitaikymo) visumą. Dažniausiai nišai apibūdinti vartojamos dimensijos yra aplinkos temperatūra, drėgmė, pH, plėšrūnų gausumas, aplinkos tarša cheminiais preparatais.

Pirmiausia aptarsime fizinius parametrus: tam, kad galėtų klestėti mikroorganizmų populiacijos, dirvožemyje turi būti tinkamo dydžio porų. Remiantis literatūra, tinkamiausiomis laikomos tos poros, kurių dydis svyruoja tarp 5–10 μm. Ma-

Santykinis organizmų gausumas ekosistemoje



Pagrindinės mikroorganizmų buveinės dirvožemyje



žesnėse kaip 5 µm porose beveik nerandama mikroorganizmų, išskyrus virusus, o didesnėse kaip 10 µm porose atsiranda plėšrūnų pavojus, o galingesnė vandens srovė gali nuplauti mikroorganizmus nuo agregatų paviršiaus.

Esant tinkamai fizinei aplinkai labai svarbūs meteorologiniai parametrai, kitaip tariant, aplinkos temperatūra ir drėgmė. Pasaulyje yra mikroorganizmų, gebančių gyventi labai ekstremaliomis sąlygomis, kai aplinkos temperatūra daugiau kaip 70 °C (hipertermofilai) arba žemesnėje nei 0 °C (psichrofilai) temperatūroje. Bet dirvožemyje dažniausiai aptinkame mezofilus, t. y. mikroorganizmus, kurių optimali gyvenimo temperatūra svyruoja tarp 10–25 °C. Tačiau jų veikla nustatoma ir tuomet, kai dirvožemio temperatūra svyruoja apie 0 °C, tik ji yra gerokai lėtesnė, palyginti su optimalia temperatūra.

Kitas svarbus, tačiau bene greičiausiai kintantis aplinkos veiksnys yra drėgmės kiekis. Tiek drėgmės trūkumas, tiek ir jos perteklius slopina mikrobiologinį dirvožemio aktyvumą. Optimalus drėgmės kiekis dirvožemiuose kinta, nelygu dirvožemio tipas, bet optimaliu laikomas 40–60 proc. maksimalios vandens sulaikymo gebos dirvožemis.

Atsižvelgiant į kintančias klimato sąlygas ir švelnėjančias žiemas, labai svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad žiemos periodu biologiniai procesai dirvožemyje nesustoja ir organinę medžiagą skaido mikroorganizmai. Štai kodėl labai svarbu, kad dirvožemio paviršių nuolat dengtų augalai, kurie galėtų panaudoti atpalaiduotas maisto medžiagas ir taip sumažintų pastarųjų išsiplovimą iš dirvožemio.

Turi adaptacinius mechanizmus

Svarbus rodiklis yra dirvožemio cheminiai parametrai. Kalbant apie juos, verta paminėti, kad didžioji dalis mikroorganizmų yra heterotrofai, t. y. naudoja aplinkoje esančias organines medžiagas, pvz., augalų liekanas, išskyras. Todėl mineraliniai elementai nėra esminis veiksnys, lemiantis jų gausumą. Daugelis mikroorganizmų turi adaptacinius mechanizmus, kurie geba neutralizuoti nepalankius aplinkos veiksnus. Pvz., *Rhizobium* bak-

Kaip mikroorganizmai veikia augalus?

Rizosferos mikroorganizmai veikia augalus, štai keletas poveikio pavyzdžių:



Vabzdžiai

Bacillus thuringiensis bakterija, produkanti vikšrus veikiantį toksiną, dažniausiai paskleidžiama ant lapų, plačiai naudojama kenkėjų kontrolei.

Sunkieji metalai

Methylobacterium oryzae neutralizuoja sunkiuosius metalus, taip skatindama augalų augimą užterštuose dirvožemiuose.

Maistinių medžiagų stygius

Rhizobium ankštinių augalų šaknyse fiksuoja atmosferos azotą į augalams prieinamas formas.



Karštis

Grybo *Curculalaria* ir *Curculalaria thermal* simbiozė pašaknio zonoje sustiprina augalą ir leidžia lengviau išgyventi aukštos temperatūros poveikį.



Šaltis

Pseudomonas šalčiui atspari bakterija geba fiksuoti atmosferos azotą net esant 4 °C aplinkos temperatūrai, taip skatindama augalų vegetaciją.



Sausra

Mikorizinis grybas *Glomus deserticola* praplečia šaknų sistemą, kas leidžia pasiekti gilesniuose sluoksniuose esantį vandenį.



Potvyniai

Enterobacter cloacae bakterija veikia augalų streso hormono išsiskyrimą trumpalaikio užmirkimo metu, sumažindama augalo neigiamą reakciją.



Osmosinis stresas

Stenotrophomonas rizophila bakterija produkuoja osmoprotektorius, t. y. organines molekules, kurios apsaugo augalo ląsteles nuo vandens netekimo druskingoje aplinkoje.



Patogenai

Mikromicetas *Trichoderma* gali nukonkuruoti aplinkos patogenus ir aktyvuoti augalo imuninę sistemą.

terijos geba neutralizuoti dirvožemio pH aplink savo koloniją, jei aplinka per rūgšti.

Paprastai mokslinėje literatūroje nurodoma, kad rūgščiuose dirvožemiuose dominuoja mikromicetai (dirvožemio grybai), o neutraliuose vyrauja bakterijos. Tačiau abi grupės turi adaptacinius mechanizmus, kurie leidžia prisitaikyti prie kintančių aplinkos sąlygų.

Skirtingos mikroorganizmų rūšys dirvožemyje geba atlikti skirtingas ir dažniausiai kelias funkcijas, pvz., *Bacillus thuringiensis* naudojamas kaip biopesticidas kenkėjams kontroliuoti, taip pat šios genties atstovai išskiria antibiotikus; *Mycobacterium* sp. laikomas patogenu, sukeliančiu ligas, bet kartu ardo policiklinius aromatinius hidrokarbonatus (kancerogeninius junginius).

Mikroorganizmai gyvena bendrijomis

Kalbėdami apie dirvožemio organizmus, dažniausiai turime analizuoti jų populiacijas ir santykius tarp populiacijų, t. y. tirti bendrijas, o ne pavienes rūšis, išskyrus atvejus, kai kalbame apie patogeninius mikroorganizmus, kurie sukelia ligas.

Mikroorganizmų bendrijų sudėtį lemia:

➤ ar konkrečios rūšys sugeba ateiti ir apsigyventi tam tikrose vietose. Kiekvienai konkrečiai vietai būdingas savitas mikroorganizmų pasaulis, kurį lemia dirvožemio prigimtis, augalų ar būdingi gyvūnai. Pavyzdžiui, rododendrai yra plačiai pasaulyje auginami dekoratyviniai krūmai, bet tik Himalajuose augantys rododendrai sugeba sudaryti aktyvią simbiozę su vietinėmis gumbelinėmis bakterijomis ir fiksuoti atmosferinį azotą, atlikti

moksliniai tyrimai rodo, kad kitose klimatinėse ir biotinėse sąlygose ši simbiozė būna neefektyvi;

➤ ar rūšis randa tinkamus resursus, t. y. ar turi kuo maitintis ir ar pakanka maistinių medžiagų;

➤ ar nėra stiprių konkurentų.

Daugeliu atvejų rūšies buvimą arba nebuvimą lemia aplinkos kitimas laike: maisto medžiagų kiekis, plėšrūnų intensyvumas, metų laikų kaita, antropogeniniai pažeidimai (žemės dirbimas, cheminių preparatų naudojimas). Natūraliai gamtoje nuolat vyksta bendrųjų pažeidimų, kurie sutrikdo normalią ekosistemos veiklą, bet, nelygu ekosistemos atsparumas, pažeidimas gali būti trumpalaikis arba ilgalaikis.

Trumpalaikis paprastai neturi esminės įtakos aplinkos kokybei. Pavyzdžiui, po gausaus lietaus dirvos paviršiuje susikaupta vanduo, susidaro laikinos anaerobinės sąlygos dirvožemyje, gyvybiniai procesai apmiršta, bet jei tai nesitęsia ilgą laiką, vandeniui išgaravus, gyvybiniai procesai atsikuria ar net suintensyvėja. Arba pažeidimai gali turėti sunkių padarinių, kurie iš esmės gali pakeisti bendrųjų sudėtį, pvz., išsilieję pesticidai ar kitos cheminės medžiagos. Pagrindinis pažeidimų rezultatas – atsiradusi laisva erdvė ir resursai.

Gamtoje dažniausiai matyti dviejų tipų reakcijos į atsiradusią naują erdvę. Aplinkoje yra daug rūšių su vienodomis kolonizavimo galimybėmis. Laimi ta rūšis, kuri atsiranda pirma. Kitas atvejis, kai yra dominuojanti ir silpnesnės rūšys, tada galima prognozuoti, kaip vystysis tokio tipo bendrija. Bet kuriuo atveju, bendrijoms atsikurti po pažeidimo reikia laiko. Tai puikiai iliustruoja mikroorganizmų augimo kreivė.

Prisitaikymas prie kintančios aplinkos

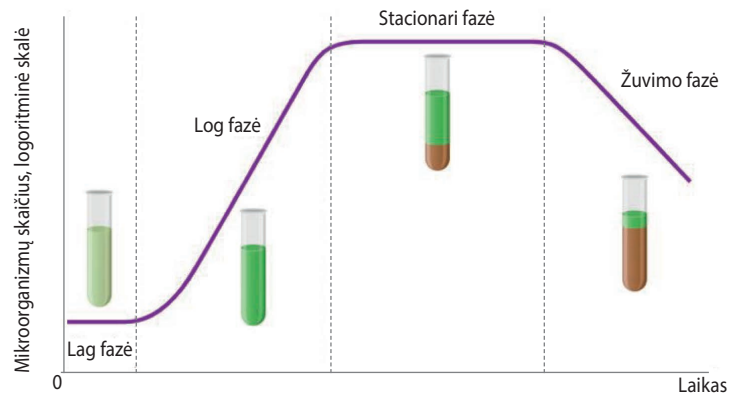
Mikroorganizmams patekus į naują aplinką arba po aplinkos pažeidimo, pvz., giliai išarus dirvožemį, kai apatinis sluoksnis išverčiamas į paviršių, mikroorganizmams reikia prisitaikyti prie pakitusių aplinkos sąlygų. Dalis mikroorganizmų žūva, kiti pereina į lag fazę, kurios metu įsijungia adaptaciniai mechanizmai. Kiek trunka ši fazė, sunku pasakyti, nes tai priklauso nuo aplinkos sąlygų, t. y. kiek yra drėgmės, maisto medžiagų, kokia aplinkos temperatūra.

Pasibaigus lag fazei, prasideda eksponentinio augimo (log) fazė, kai mikroorganizmai dauginasi labai greitai ir kolonizuoja naujas, jiems pasiekiamas nišas bei resursus. Pasiekus aplinkos talpą, t. y. kai populiacija yra labai didelė ir ją pradeda riboti aplinkos parametrai (erdvės stygius, antrinių metabolitų koncentracija), prasideda stacionari arba ramybės fazė. Natūralioje aplinkoje dažniausiai ši fazė pasireiškia, kai pradeda trūkti resursų arba suintensyvėja plėšrūnų atakos. Šiuo periodu mikroorganizmų veikla sulėtėja, jie beveik nesidaugina. Laboratorinėmis sąlygomis nustatoma ir žuvimo fazė, tačiau natūralioje gamtoje ši stadija dažniausiai neidentifikuojama.

Cheminiai preparatai (tiek herbicidai, tiek fungicidai, nepriklausomai nuo jų specifškumo) taip pat sukelia bendrųjų pažeidimus. Tačiau specializuoti preparatai dažniausiai pažeidžia tam tikrą organizmų grupę, pvz., fungicidai veikia dirvožemio grybus, tačiau turi minimalią įtaką kitoms organizmų grupėms.

Dažnas ūkininkas neįsivaizduoja, kaip auginti augalus be cheminių preparatų, tačiau Europos Sąjungos žaliajame susitarime deklaruojama, kad per ateinančius dešimtmečius privalėsime pastarųjų naudojimą sumažinti 50 proc., mineralinių trąšų teks sumažinti 20 procentų. Siekiant išlaikyti našius ūkius, privalome ieškoti

Mikroorganizmų augimo kreivė



alternatyvų, viena iš jų – biologinio azoto naudojimas. Naudojant biologinius preparatus, skatinamas augalų vystymasis, gausinama biologinė įvairovė, gerinama derliaus kokybė.

Remiantis ES biologinės įvairovės strategija, turime siekti, kad kuo įvairesni augalai būtų auginami žemės ūkyje, todėl vienas iš būdų derinti skirtingų grupių pasėlius, pvz., judras auginti kartu su žirniais ar lubinus su vasariniais kviečiais viename lauke. Taip išgausime ne tik didesnę augalų įvairovę, bet taip pat ir skirtingas šaknų sistemas, kurios, išskirdamos nevienodus cheminius junginius į dirvožemį, suformuos didesnę mikroorganizmų įvairovę.

Didesnė bioįvairovė – atsparesnė ekosistema

Pažymėtina, kad kuo biologinė įvairovė didesnė, tuo ekosistema yra atsparesnė įvairiems aplinkos veiksniams ir pažeidimams. Kitas tokio ūkininkavimo pranašumas yra tai, kad pupiniai augalai, simbiozėje su atmosferos azotą fiksuojančiomis bakterijomis, azotu aprūpins ne tik augalų šeiminką, bet ir greta augančius augalus.

Kai kurių autorių teigimu, simbiozėje su ankštiniais augalais gyvenančios bakterijos fiksuoja 100–300 kg/ha azoto per

metus, o laisvai gyvenančios bakterijos tik apie 0,4–0,8 kg/ha per metus. Iš atmosferos fiksuoto azoto panaudojimo laipsnis nevienodas ir kinta, nelygu augalo rūšis. Pupelės fiksuoja 30–50, žirniai – 30–85, pašarinės pupos – 80–120, liucernos – 50–300, o baltieji ir raudonieji dobilai – 30–160 kg/ha azoto.

Dirbtinis bakterinių preparatų įterpimas į dirvožemį vadinamas inokuliacija. Nustatyta, kad ankštinių augalų inokuliacija gumbelinių bakterijų preparatais sėkmingiausias, kai inokuliacijai naudojamas geros kokybės preparatas, pagamintas iš aktyvių ir ekologiškai adaptuotų gumbelinių bakterijų padermių, kurios suderintos su auginamų augalų veislėmis.

Reikia nepamiršti, kad atmosferinį azotą fiksuojančios gumbelinės bakterijos ir iš jų pagaminti preparatai yra natūralios kilmės, todėl jautrūs įvairiems aplinkos veiksniams, pavyzdžiui, dirvožemio pH, metalų koncentracijoms, druskingumui, drėgmei ar kitų bakterijų konkurencijai ir pesticidų naudojimui. Todėl labai svarbu, kad bakterinis preparatas būtų parinktas ne tik pagal auginamo augalo rūšį, bet ir veislę, suderintas su taikoma agrotechnine priemone.

Dr. Monika VILKIENĖ
LAMMC Vėžaičių filialas