**Biológia pôdy je pomerne mladou oblasťou výskumu.**

Pôda je navyše kritickým prostredím, ktoré je náročné na pozorovanie. Napriek tomu však zvyčajne podceňujeme to, čo o nej vieme. V Európe máme dobré všeobecné poznatky o tom, aké skupiny organizmov sa v pôde vyskytujú a ktoré z nich sú jej hlavnými druhmi. Musíme začať rozumieť tomu, čo biodiverzitu pôdy poháňa, a aj tomu, ako ju ľudské činnosti ovplyvňujú. Vesmír máme dostatočne zmapovaný, poznáme galaxie, pomenovali sme kvantum hviezd, no o tom čo máme pod nohami o mikrobiológii sme hovorili tak málo v minulosti.

Prvý človek, ktorý opísal baktérie bol vedec Anton van Leeuwenhoek v roku 1676. V roku 1982 sa pomocou baktérií vedci naučili vyrábať inzulín. Baktérie ovplyvňujú náš život a sú všade okolo nás a aj v nás samotných. Všetko živé na Zemi pochádza z pôdy, vrátane človeka, a preto sa nečudujme, že aj my sami sme nositeľmi baktérií. V našom tele sa nachádza viac ako 2 kg týchto mikrotvorov, ktoré sa starajú o naše zdravie . Žijú všade vo vzduchu, vo vode, v pôde, a práve tam je ich výskyt najvyšší.

Moderná mikrobiológia stoji dnes už za širokou paletou inovatívnych mikrobiologických prípravkov. Ich účinnosť je preukazná v laboratórnych pokusoch a taktiež aj vo veľkopestovaní. Ich pridanou hodnotou je stimulácia rastlín, kontrola nad patogénmi a škodcami, ktoré spôsobujú ekonomické škody v pestovaní. Mám radosť, že v súčasnosti sa mikrobiológia prezentuje už ako základ budúcej modernej ochrany rastlín. Už to nebude doba, kedy výsledky tvrdej práce výskumníkov končili na stránkach odborných článkov a v praxi to išlo už vyšliapanou cestou chémie.

Dnes sú nám dostupné moderné inovatívne technológie ochrany, stimulácie a výživy na báze baktérii, húb, rias a iných výťažkov z rôznych  ulitníkov. Novodobé vnímanie distribútorov potravín, ale hlavne konzumentov bude nútiť poľnohospodárov a producentov potravín siahnuť po bez reziduálnych technológiách v záujme udržania verejného zdravia a zdravia našich pôd.

**Baktérie, ktoré vzniknú za pár hodín a žijú niekoľko storočí až milióny rokov.**

**Bakteriálne spóry**

Baktérie sú v mnohých prípadoch vnímajú ako nepriateľ, ktorý spôsobuje problémy. Čo vôbec nie je pravda. Samozrejme sú medzi nimi aj škodlivé ale väčšina je pre nás užitočná. Pomáhajú nám v oblasti zdravotníctva, potravinárstva, poľnohospodárstva atď. Teraz sa budeme baviť baktériách, ktoré sa používajú v poľnohospodárstve. V oblasti baktérii je spoznaných veľké množstvo kmeňov odhaduje sa niekoľko tisíc druhov a z toho len určité množstvo je možné použiť v poľnohospodárstve a disponuje aj vlastnosťou sporulácie.

Teória panspermie, je to teória ktorá hovorí že život na zem mohol byť prinesený práve vo forme spór cez nejaké meteority, dokonca niektorý vedci ako Karl Sagan tvrdia, že to mohlo byť cielené, že nejaká civilizácia to mohla rozposlať takýmto spôsobom po vesmíre. A naozaj táto myšlienka nie je utiahnutá od pravdy, lebo tým pádom že aj my cestujeme po vesmíre, je pravdepodobné, že môžeme podobným spôsobom znečisťovať blízke planéty alebo náš mesiac práve podobnými odolnými baktériami.

Odolnými myslím práve spórotvorné organizmy, ktoré sú od vegetatívnych oveľa odolnejšie. V porovnaní, klasická vegetatívna baktéria je náchylná na určité životné podmienky. Voda, vzduch, Ph, teplota, UV žiarenie a vôbec schopnosť sa brániť voči iným mikroorganizmom je veľmi limitovaná. Ak tieto parametre sú pre ňu v istej situácii nevhodné, okamžite umiera.

Je to nahý vojak . Baktérie so schopnosťou sporulácie majú schopnosť sa pred akýmikoľvek nepriaznivými faktormi ubrániť. Vytvorí si akúsi prespóru a vo formách ( kokón, cysta, endospóra ) sa v nich ukrýva až do doby pokiaľ sa to nepriaznivé prostredie nezmení pre nich na vhodné. Okrem toho znesú oveľa viac aj vo forme vegetatívnej, znášajú vyššie teploty, pracujú aj v prostredí s obmedzeným prístupom vzduchu, vedia sa brániť vo či UV žiareniu, sú miešateľné s pesticídmi. Voči nepriateľom v pôde sa ubránia vďaka tomu, že je obalená až 70-80 vrstvami proteinov a vedia produkovať tzv. antitoxíny. Proste pancierový vojak.

Baktérie sú v podstate všade, všetko okolo nás, celé prostredie ktoré nás obklopuje má svoju biológiu.

Výnimkou nie je ani pôda. A keďže sa bavíme o poľnohospodárstve, tak toto práve oblasť kde celého vstupuje veda. Biológovia celého sveta neúnavne pracujú na rôznych inováciách, ktorého výsledkom sú špeciálne kmene so super vlastnosťami, pripravené slniť požadované ciele v prospech ozdravenia pôdy, zvýšenia biodiverzity, ochrany proti patogénom a škodcom v rôznych oblastiach a na rôznych úrovniach. Najnovšie sa do výskumov zapájajú už okrem klasických biológov aj mikro- molekulárny a dokonca až atomárni biológovia. Výsledky sú inovatívne mikrobiologické preparáty, ktoré budú v budúcom období základom technológii v poľnohospodárstve.

V akých oblastiach sa budú najviac očakávať pozitíva mikrobiológie? Zlou správou je, že poľnohospodárstvo čelí mnohým negatívnym zmenám, medzi ktoré môžeme spomenúť nárast cien umelých hnojív a čiastočne aj ich nedostupnosť, ďalej je zmena klímy a v neposlednom rade je to aj čoraz nižšia účinnosť chemických prípravkov. Dobrou správou je, že všetky tieto negatíva je možnosť eliminovať práve mikrobiológiou.

Rozoberme si to na drobné : Výživa- Choroby-Škodcovia- Pôda ozdravenie a eliminácia škodcov.

Výživa : Farmári sa obávajú toho, že bez syntetických hnojív nebudú vedieť pestovať. Toto bude v budúcnosti asi najmenší problém. Všeobecne je nám známe, že v atmosfére je skoro 80 % dusíka, ten sa mimochodom nachádza aj v pôde ( z pozostatkov tiel uhynutých organizmov).

**Kolobeh dusíka**

Dusík je plyn, ktorý sa nachádza vo vzduchu, avšak v tejto forme je pre rastliny neprijateľný. Pôdne baktérie dusík premenia na hnojivo. Rastliny použijú hnojivo na svoj rast. Zvieratá zužitkujú rastliny a pôdu pohnoja svojimi výkalmi. Zvyšok rastlín sa rozloží v pôde a na povrchu. Dážďovky a huby premenia všetok materiál späť na organickú hmotu, a tú neskôr premenia baktérie na dusík prijateľný pre rastliny a ten opäť príjmu rastliny. Kolobeh takto pokračuje.

Riešením bude zmena prístupu k pôde. Farmári budú musieť upustiť od tzv. TSR technológie ( TAK SME TO ROBILI).

Ako sme spomenuli dusíka je dosť, jeho fixáciu a syntetizáciu treba zveriť na prírodu. Nitrofixné rastliny z čeľade bôbovitých ( Motýľokveté), ktoré sú schopné viazať veľké množstvá atmosférického dusíka

(100-200 kg).

Ďalej sú to baktérie, tie tiež vedia viazať dusík, efektívne rozkladať organickú hmotu ale vedia tvoriť aj nadstavbovú pridanú hodnotu a to pri syntetizácii neprístupných foriem živín ako sú fosfor a draslík. Ako modelovú baktériu môžeme uviesť kmeň :  **Azotobacter  vinelandi**

sú to voľne žijúce baktérie viažuce dusík, na rozdiel od druhov Rhizobium normálne fixujú molekulárny dusík z atmosféry bez symbiotických vzťahov s rastlinami, hoci niektoré druhy sú s rastlinami spojené. Majú celý rad enzýmov potrebných na uskutočnenie fixácie dusíka. Fixácia dusíka je vysoko citlivá na prítomnosť kyslíka, takže Azotobacter si vyvinul špeciálny obranný mechanizmus proti kyslíku, konkrétne výrazné zosilnenie metabolizmu, ktoré znižuje koncentráciu kyslíka v bunkách. Fixácia dusíka hrá dôležitú úlohu v dusíkovom cykle .Azotobacter tiež syntetizuje niektoré biologicky aktívne látky, vrátane niektorých rastlinných hormónov, ako sú auxíny, čím stimuluje rast rastlín. Odbúrava z pôdy ťažké kovy, ako je kadmium, ortuť a olovo. Niektoré druhy môžu tiež biodegradovať aromatické zlúčeniny obsahujúce chlór, ako sú napr. 2,4,6-trichlórfenol, ktorý sa predtým používal ako insekticíd, fungicíd a herbicíd, ale neskôr sa zistilo, že má mutagénne a karcinogénne účinky, čím plní funkciu ozdravenia pôdy

**Baktéria Bacillus subtilis**sa nachádza v pôde aj v trakte prežúvavcov a ľudí. Používa sa ako očkovací prostriedok do pôdy. Je známe, že má symbiotický vzťah s druhom Azotobacter. Tieto dva druhy baktérií spolu znižujú hladiny nerozpustného fosforu v pôde a pôda má úžitok z tohto symbiotického vzťahu kvôli hromadeniu fosforu. Fosfor sa tak zachytí v pôde. Bacillus subtilis spolupracuje aj s inými druhmi tým, že pomáha uvoľňovať fosfátové väzby a distribuuje fosfát do rôznych rastlín počas celej vegetačnej sezóny. Baktéria svojou prítomnosťou v blízkosti koreňov produkuje látky, ktoré pomáhajú rozvoju koreňového systému, konkrétne tvorbu terciárnych korienkov.

Baktérie, ktoré plnia funkciu kontroly proti patogénnym škodcom v pôde aj na liste rastliny. Modelové kmene.:

**Bacillus Thuringiensis**

V ríši baktérií existujú druhy, ktoré produkujú toxíny a tie narušia bunkovú stenu hmyzu zvnútra a takto spôsobia ich rozklad. Najznámejšia z nich je baktéria Bacillus thuringiensis (Bt). Tento mikrób sa prirodzene nachádza v pôde, vode, na rastlinách a dokonca v nízkej miere aj v motýľoch a ich larvách. Druhy bežne používané ako insekticídy zahŕňajú Bacillus thuringiensis kmeň kurstaki (Btk), kmeň tenebrionis (Btt) a kmeň aizawa (Bta).

Vzhľadom na svoju špecifickosť sa tieto insekticídy považujú za ekologické, a to s malým alebo žiadnym účinkom na ľudí, voľne žijúce zvieratá, opeľovače a prospešný hmyz a používajú sa v ekologickom poľnohospodárstve. Práve baktéria Bacillus thuringiensis obsiahnutá likviduje pôdnych škodcov. Selektívne ničí škodlivý hmyz a nematódy v pôde, ako napr. háďatká, drôtovce, pandravy chrústov, siatice, mory, kukuričiara koreňového, larvy motýľov, larvy ostatných chrobákov, larvy a imága dvojkrídlovcov a iné. Táto baktéria vie prežiť aj na povrchu listov, a tak pôsobí aj na húsenice motýľov.

Významným hráčom v  ochrane proti nebezpečným škodcom zo skupiny háďatiek je kmeň.

**Photorhabdus luminescens**

Tento kmeň bol objavený nezvyčajným spôsobom. Uvádza sa že v americkej občianskej vojne pri zbieraní ranených spozorovali svietiace rany niektorých vojakov. Spôsobovala ju práve táto baktéria. V ranách produkovala táto prospešná baktéria p. luminescens antibiotikum, čo značne urýchľovalo hojenie rán a prežitie vojakov. Vysvetľovali si to ako dar od Boha, ktorú im odovzdali anjeli. Začali ju volať anjelskou slzou (angel glow).

**Photorhabdus luminescens** je smrtiaca baktéria pre cieľový hmyz v štádiu lariev. Žije v jeho čreve. Keď háďatko infikuje hmyz v štádiu lariev, Photorhabdus luminescens sa uvoľní do krvného obehu a rýchlo zabije hostiteľa hmyzu (do 48 hodín) produkovaním toxínov. Taktiež vylučuje enzýmy, ktoré štiepia telo infikovaného hmyzu a biokonvertujú ho na živiny, ktoré môžu používať nematódy aj baktérie. Týmto spôsobom oba organizmy získajú dostatok živín, ktoré sa môžu mnohokrát replikovať (alebo sa množiť v prípade nematód). Baktérie vstupujú do potomstva nematód pri ich vývine. Takýmto spôsobom eliminuje aj cicavých a žravých škodcov, ako sú vošky, strapky a molice.

V oblasti ochrany rastlín a kontroly nad patogénmi spôsobujúce ekonomické škody v pestovaní.

Tu by som spomenul kmene, ktoré sú schopné eliminovať procesy poškodenia rastlín.

***Bacillus licheniformis.***  Selektívne degraduje patogénne huby na listoch a steblách rastlín, bez ničenia saprofytických húb. Potláča hubové choroby aktiváciou rezistencie rastlín. Má široký rozsah účinnosti: *Sclerotinia,* **Botrytída *-* pleseň sivá** *- Botrytis,* **Fuzarióza** *- Fusarium, Cladosporium,* **Alternáriová škvrnitosť, Čerň** **orechová***- Alternaria,* **Peronospóra***- Plasmopara,* **Škvrnitosť listov***- Cercospora,* **Múčnatka** *- Uncinula,* **Chrastavitosť** *- Venturia, Phodospharea,* **Hrdza** *- Puccinia,* **Fómová hniloba** *– Phoma.* Produkuje endochitinázy a vysoko účinné biotenzidy (lichenizín), ktoré selektívne účinkujú na patogény. Všetky baktérie sú inak aj prirodzenou súčasťou prírody, ale nie v dostatočnej koncentrácii. Vlastnosťami sa nelíšia veľmi. Aj prírodné baktérie sú UV stabilné aj sporulujúce. Pridanou hodnotou ich pôsobenia sú nimi produkované fytoaktívne látky, enzýmy, ktoré posilňujú zdravie a výrazne eliminujú fytopatogénne huby.

**Inokulácia a morenie**

**Bradirhizobium japonicum, Rhizobium meliloti**

Symbiotické pútanie vzdušného dusíka Uskutočňujú ho nitrogénne baktérie, ktoré vytvárajú na koreňoch bôbovitých rastlín hrčky a žijú s nimi v symbióze. Tieto, tzv. hrčkotvorné baktérie, zaraďujeme najmä do rodu Rhizobium sp. Hrčkotvorné baktérie prenikajú z pôdy do koreňov bôbovitých rastlín cez poškodené bunky epidermy alebo kôry. Na infekciu koreňového systému je potrebný dostatočný počet životaschopných bakteriálnych buniek v pri koreňovej zóne. Na inokuláciu jedného semena rastliny je potrebných niekoľko sto až tisíc buniek. Rozmnoženie baktérií na povrchu koreňov urýchľujú najmä koreňové výlučky rastlín. Proces vniknutia hrčkotvorných baktérií do koreňového pletiva pozostáva z dvoch fáz: a) infekcia koreňových vláskov, b) tvorba hrčiek. Hrčkotvorné baktérie sú prísne aeróbne s optimálnou teplotou rastu 24 - 25 C. V pôde vyžadujú neutrálne až slabo zásadité prostredie. 166 V prvom období symbiózy prenikajú baktérie do koreňových vláskov rastlín, z ktorých čerpajú živiny a energiu, t. j., v tomto období parazitujú baktérie na rastline. Pokiaľ nie sú baktérie dostatočne virulentné, t. j. nie sú schopné infekcie, môžu byť v tomto štádiu strávené rastlinami a hrčka sa nevytvorí. Potom pôsobí ako parazit rastlina. Po vytvorení hrčiek v období kvitnutia rastlín sa vyvíja medzi rastlinami a rizóbiami symbióza. Rastlina poskytuje rizóbiám asimilačné produkty fotosyntézy, čo sú látky energeticky bohaté a baktérie ich ľahko využívajú ako zdroj uhlíka a energie. Predpokladá sa, že rastlina poskytuje rizóbiám ešte aj niektoré rastové látky. Rizóbiá poskytujú zasa rastlinám 80 - 98 % dusíka v prijateľnej forme, čo je výsledkom ich schopnosti premieňať vzdušný dusík na dusík viazaný. V období, keď rastlina začína vytvárať plody, klesá činnosť hrčkotvorných baktérií, dochádza k ich rozpadu a využívaniu rastlinou. Iba menšia časť sa vracia späť do pôdy

Potláča hubové choroby aktiváciou rezistencie rastlín. Pôsobí preventívne aj kuratívne, Zvyšuje úrodu a jej kvalitu, rastliny sú vitálnejšie a odolnejšie

**Čo sa robí pre ochranu pôdy v Európe?**

Okrem vynakladania celosvetového a európskeho úsilia vznikli iniciatívy zamerané na ochranu pôdy, ako je svetové partnerstvo pre pôdu vrátane politík a smerníc EÚ. Podľa môjho odhadu sa zaviedlo najmenej 18 smerníc vrátane spoločnej poľnohospodárskej politiky. Zameriavajú sa na široké spektrum oblastí od znižovania emisií znečisťujúcich látok a udržateľného využívania pôdy až po zvyšovanie informovanosti. Lepšie vykonávanie týchto politík a smerníc v oblasti biodiverzity pôdy by bolo bezpochyby vhodným riešením. Takmer polovica cieľov udržateľného rozvoja súvisí s pôdou – od čistej vody a zmierňovania zmeny klímy až po úplné odstránenie hladu – bez zdravej pôdy tieto ciele dosiahnuť nemožno.

**Hlavné hrozby, ktorým biodiverzita pôdy čelí v súčasnosti?**

**Inaktivácia pôdnej mikrobiológie.**

Pri našich metódach využívania pôdy existuje veľa hrozieb vrátane kontaminácie. Napríklad pesticídy, herbicídy a rôzne umelé hnojivá sú spojené s intenzifikáciou poľnohospodárstva ovplyvňujú pôdnu biológiu a poškodzujú biodiverzitu prostredia.. Zhutňovaním sa zmenšuje pórovitý priestor, čo ovplyvňuje druhy žijúce v póroch, zatiaľ čo zástavba pôdy zabraňuje vstupu uhlíka a vody do pôdy a takisto obmedzuje rozptyl druhov.

Pre svoj malý rozsah a skutočnosť, že ide o relatívne pomalý proces, sa rozptyl pôdnych druhov často neberie do úvahy. . Znížením biodiverzity na povrchu zeme prostredníctvom monokultúr a homogenizácie krajiny riskujeme aj stratu biodiverzity pôdy. Následkom je inaktivácie pôdnych mikrooganizmov, ktoré pre nevhodné prostredie v absolútnom útlme.

Dôsledky zmeny klímy, ako napríklad výrazné zmeny v zrážkových modeloch (suchá alebo povodne), by mohli v budúcnosti ovplyvniť aj biodiverzitu pôdy. Rok 2022 bol taký teplý a suchý, že sme na niektorých poliach pozorovali 90 až 95 % zníženie počtu pôdnych bezstavovcov. Ak budeme neustále znižovať rozmanitosť druhov, môže to ovplyvniť úplne všetku aktivitu v pôde

Práve z tohto dôvodu je nutné čo najskôr zmeniť spôsob obrábania, ochrany a výživy rastlín. Ako sa hovorí menej železa a viac biológie. Práve tá musí byť v budúcnosti masívne aplikovaná aby sa čo najskôr začal obnovovať život v pôde. V praxi sa preto narýchlo zavádza niekoľko opatrení, ako napríklad zníženie používania hnojív a pesticídov a tzv. presné poľnohospodárstvo a aplikácia krycích plodín. Farmári budú musieť postupne meniť aj agrotechnológiu intenzívneho obrábania, na minimálne obrábanie alebo na bezorebné technológie.

**Aplikácia a aplikačné metódy:**

aplikácia a aplikačné metódy. To je veľmi dôležitá vec pre farmárov. Prípravky sú vtedy dobré ak sa dajú čo najlepšie zapracovať do agrotechnologických postupov. Prípravky na báze účinnej látky použitých bakteriálnych kmeňov(spór) sú nesmierne variabilné, Či už sú v tekutom stave alebo vo forme prášku. Moderná technológia tzv. liliofilizácia- vysušenie umožňuje dať na trh preparát v práškovej forme. Ako sme už povedali môžu sa aplikovať v ktorejkoľvek fáze dňa, v TM sa môžu miešať s pesticídmi, výživnými prvkami, herbicídmi, čo farmári obľubujú. Na použitie sa môžu využiť klasické postrekovače a moričky. Tak tiež adaptéry pri sejbe na mikrogranulát. Baktérie je možné aplikovať s malou dávkou vody alebo čisto ako koncentrát, preto ich je možné aplikovať aj V precíznom poľnohospodárstve používanými drónmi. Aj samotné skladovanie je absolútne bezpečné a nie je potrebné vytvárať nejaké špeciálne prostredie. Spórotvorné baktérie je možné skladovať bez chladenia a prevzdušňovania. Po aplikovaní na pôdu nie je potrebné ich okamžité zapracovanie.

**V skratke dodržiavať štyri zásady zdravej pôdy.:**

Rôznorodosť druhov krycích plodín, jednoročných aj trvácich rastlín. Vždy pokrytá pôda, vždy živé korene to je jedna z najefektívnejších metód regenerácie pôdy. Pridanou hodnotou je symbióza rastlín a pôdnych mikroorganizmov. Rastliny formou fotosyntézy naakumulujú slnečné lúče, ktoré sa v tele rastliny pretransformujú, vznikajú organické a anorganické látky a prebieha proces asimilácie oxidu uhličitého. V konečnej fáze to vďaka koreňom končí ako cenná potrava pre mikroorganizmy v pôde. Názov krycie plodiny prezrádzajú ich úlohu zakrývania pôdy. Tá je chránená pred UV žiarením, značne zabraňuje odparovaniu vody, čím prispieva udržiavaniu pôdnej vlahy. A nesmieme nespomenúť kvitnúce druhy, ktoré vytvárajú vynikajúce prostredie pre všetky druhy hmyzu vrátane včiel. Toto je cesta zvyšovania biodiverzity, ktorého pridanou hodnotou je harmónia škodcov a ich predátorov čo bude mať za následok zníženie použitia pesticídov v ochrane rastlín.

**Jednoduchá analýza pôdy:**

Je známe, že základom pestovania je mať informácie o pôdnych parametroch. Preto je nutné periodicky si dať urobiť analýzu, ktorá je akou si modlitebnou knižkou pre postup hnojenia. V praxi je to ASP ( automatické skúšanie pôd), problémom je že vo výsledkoch farmár dostane informáciu aké má množstvo vodou prijateľných živín a nedozvie sa koľko je v pôde živín v vo viazanej forme, ktoré sú z toho dôvodu pre rastlinu neprístupné. Ak by taká možnosť analýzy bola, boli by farmári prekvapený koľko rezerv živín majú k dispozícii. A práve k otvoreniu toho zámku k prístupu živín je pôdna mikrobiológia. Preto ju bude nutné čo v najväčšom rozsahu obnovovať, chrániť a udržiavať. Pre zaujímavosť, slide 16 ukazuje absolútne najjednoduchšiu analýzu základnej pôdnej funkčnosti ( rozklad celulózy). Nie sú k tomu potrebné žiadne prístroje. Len 100% bavlnené spodky. Tie je potrebné zakopať do hĺbky cca. 30 cm a následne skontrolovať dvojmesačne. Ak je stav taký, že nám zostane guma, je to dobré. To znamená, že funguje základná pôdna aktivita, netreba poľaviť a ďalej treba tvrdo pracovať na udržaní stavu ak sú spodky len zašpinené, je to zlé. Je potrebné začať čo najskôr s ozdravením pôdy. To, že to nie je len nejaká sranda, dokumentujú fotky ktoré si farmári masívne posielajú medzi sebou. Asi najväčšia databáza je na portáli Best4 soil.

Ďakujem za pozornosť

Nezabudnite. Pôda bez biológie- je len GEOLÓGIA!