

4. ročník (2019/2020)



## 4. SADA

Termín odevzdání: 19. 4. 2020

**MUNI | RECETOX**  
SCI

**MUNI** Ústav  
SCI experimentální  
biologie

## Jak psát řešení

Milá řešitelko, milý řešiteli,

než se vrhneš na řešení IBISích úloh, věnuj prosím chvílku i těmto řádkům.

IBIS je korespondenční seminář **pro jednotlivce**, který by ti rád kromě řešení zajímavých biologických témat nabídl i nahlédnutí do zákulisí VŠ, abys byl lépe připraven na budoucí studium.

Proto se (ve vlastním zájmu) řiď následujícími radami:

- **Nekopíruj** – Neboj se hledat informace na nejrůznějších webech, v učebnicích či knížkách, vyvaruj se však opisování textu. Máš přeci vlastní hlavu a dokážeš parafrázovat (přepsat text vlastními slovy).
- **Vlastní tvorba** – Pokud je v zadání napsáno, že máš použít vlastní obrázky, myslí se tím opravdu vlastní obrázky (ať již nakreslené v ruce či vytvořené na počítači), nikoliv stáhnutý obrázek z internetu.
- **Odpovídej k věci** – Utříd' si myšlenky a vyber to podstatné. Při práci s textem se dá lehce ztratit (sami to známe), proto se nikdy neboj udělat krok zpět a znovu si zopakovat otázku. Pokud připojíš nějaké zajímavosti, nebo věcně (a přesto krátce) odpověď rozvedeš, rozhodně se nebudeme zlobit. Ale hodnotit budeme pouze odpovědi na položené otázky.
- **Úlohy tvoř sám za sebe** – Ber to jako příležitost překonat sám sebe a zasoutěžit si s kamarády. Je Franta lepší v zoologii? Nevadí, dotáhneš ho na mikře.
- **Hraj fér** – Nezapomeň, že nepodvádíš nás, nýbrž především sám sebe. IBIS je práce navíc, ale vyplatí se ti. Pokud se nám něco nebude zdát, vždycky se ti ozveme. Kdyby tě přesto podvádění lákalo, budeme tě penalizovat ztrátou bodů, což nikdo z nás nechce, tak to prosím nedělej.
- **Hlídej si termíny** - Dávej si pozor na termíny odevzdání, ať úlohy neděláš na poslední chvíli a stihneš je včas odevzdat.
- **Řešení odevzdávej ve formátu .pdf**. Můžeš ho psát ručně a pak naskenovat, ale lépe jsou pro nás čitelná řešení psaná elektronicky.

Kdyby ti cokoliv nebylo jasné, neboj se nás kontaktovat. Jsme tu od toho, abychom ti pomohli.

Doufáme, že se ti IBIS bude líbit a užiješ si s ním spoustu zábavy, protože my už se nemůžeme dočkat tvých odpovědí.

Tvůj IBIS tým

Daniel Pluskal

## 1. Dáno býtí fládrem

20 bodů

### **dřevo**

*dře-vo*; podstatné jméno, neutrum, vz. město

1. *pevná látka tvořící větve a kmeny stromů, využitelná jako výrobní a stavební materiál nebo jako palivo*

-- Cambridge Dictionary, přeloženo, parafrázováno

Aneb tak pravil slovník naučný. Každý již slovo slyšel, každý již slovem označovanou věc viděl, každý ví, o co jde. Když se ale na formuli zadíváte jen trošku pozorněji a zapojíte svůj biologický mozek, zjistíte, že není tak úplně přesná, přestože byla převzata z materiálů vysoce prestižní instituce.

1. V čem je definice z Cambridge biologicky nepřesná? Stačí uvést dvě nepřesnosti. Návodné vám mohou být následující otázky [1 b]:

- Co je dřevo z biologického slova smyslu?
- Vyskytuje se dřevo pouze v dřevinách?
- Jaké další části kmene dřevin mohou splňovat tuto definici?

Na tyto návodné otázky nemusíte odpovídat, odpovědi na tyto otázky nesouvisející s nalezením nepřesností v definici a nebudou předmětem hodnocení.

Dřevo, jako ekonomicky i ekologicky udržitelný, obnovitelný a stoprocentně biodegradabilní materiál, je součástí lidské historie již velice dlouho. Dřevo v pravém slova smyslu se ale v historii země vyskytuje daleko déle. Zatímco první dřevnaté rostliny se na Zemi objevily už před asi 400 miliony let, tedy zhruba v období středního devonu, první dochované dřevěné stavby pochází až z období před zhruba deseti tisíci lety. Lidé a jejich předchůdci ale samozřejmě využívali dřevo i výrobky z něj ještě mnohem dále do historie. V průběhu lidského vývoje však mělo dřevo pro člověka úlohu nejen materiálu. Příkladem budiž například apotropaická tradice „zaklepat něco na dřevo“, jejímž základem měl být keltský či germánský folklór, kdy měli dřevo obývat všelijaká dobrá i zlá stvoření a klepání je mělo probudit za účelem nabytí jejich ochrany anebo naopak ohlušit a zabránit jim v konání zlého. Dřevo, přesněji dřevěné uhlí, bylo také historicky prvním způsobem pro písemné zaznamenávání informací.

Využití organických materiálů člověkem, nejen tedy dřeva, se dnes využívá při datování archeologických nálezů pomocí takzvané radiokarbonové metody. Princip tohoto postupu je založen na faktu, že uhlík se kromě stabilních izotopů  $^{12}\text{C}$  a  $^{13}\text{C}$  v přírodě vyskytuje také ve formě radioaktivního, byť vzácného izotopu  $^{14}\text{C}$  s poločasem rozpadu asi 5730 let. Dokud

organismus žije a dýchá, přijímá stabilní i radioaktivní uhlík ve zhruba konstantním poměru daném složením atmosféry. Jakmile však organismus odumře, přestává přijímat další uhlík a  $^{14}\text{C}$  začne ubývat  $\beta^-$  přeměnou na čtrnáctinukleonový izotop dusíku. Metoda má ale samozřejmě svá omezení: je ji možné použít pro datování pouze organických materiálů starších než 100 a mladších než asi 50 000 let. Horní limitace je dána poločasem rozpadu  $^{14}\text{C}$  (v radiochemii se izotop považuje za zcela vychcípáný po uplynutí asi 10 jeho poločasů přeměny), spodní limitace zase vysoce proměnlivým a kolísavým množstvím  $^{14}\text{C}$  v atmosféře v průběhu posledního století z důvodu jaderných testů zvyšujících množství  $^{14}\text{C}$  a spalování fosilních paliv, které již pochopitelně žádný  $^{14}\text{C}$  neobsahují.

2. Na archeologickém nalezišti v Palestině byla nalezena bronzová hlavice kopí uložená ve schránce vykládané fíkovým dřevem. Rytiny na schránce a kopí naznačují, že oba artefakty byly vyrobeny ve stejném období. Radiokarbonová metoda ukázala, že fíkovníkové výložky obsahují pouze 61,6392 % uhlíku  $^{14}\text{C}$  v poměru k současnému fíkovému dřevu. Jestliže poločas rozpadu  $^{14}\text{C}$  je 5730 let, určete stáří nálezů. [2 b]

Dřevo jako materiál je z chemického hlediska různorodou látkou. Kromě vody obsahuje asi 42 % celulózy, 20-30 % hemicelulózy a 23-27 % ligninu, co se týče hmotnosti. Proč ale taková kombinace? Je tomu proto, že zatímco holocelulóza je spíše pružnější a není sama o sobě natolik pevná, aby udržela vzrostlý strom sama o sobě, lignin se nachází na opačné straně spektra mechanických vlastností: je pevný, ale příliš křehký, než aby byl majoritní komponentou buněčných stěn. Dřeviny tedy impregnují celulózové buněčné stěny ligninem, aby získaly to nejlepší z obou světů. Pokud tedy dřevo přirovnáme například k železobetonu, lignin bude utvrdlý beton, zatímco holocelulózu představuje zpevňovací síť z kovových tyčí. Příjemným bonusem je, že lignin je vysoce odolný vůči hnilobě.

3. Jaký je rozdíl mezi celulózou a hemicelulózou? Co označuje termín holocelulóza? [0,5 b]
4. Prostudujte strukturu celulózy, hemicelulózy a ligninu a pro každý z těchto polymerů rozhodněte, zda je polární/nepolární a zda je hydrofilní/hydrofobní. [1 b]

Polymery celulózy, hemicelulózy a ligninu se ale ve dřevě nenacházejí jen tak, „vedle sebe“. Ve skutečnosti se mezi celulózami, hemicelulózami a ligninem tvoří trvalé kovalentní vazby, které jsou pro dřeviny velmi výhodné (tvoří se takzvaná lignocelulóza). Tento fakt ale představuje problém při výrobě papíru, kde je lignin nežádoucí.

5. Jaký má obsah ligninu vliv na vlastnosti papíru? Proč? [1 b]

Z důvodu poptávky po kvalitnějším papíru byly pro extrakci celulózy z dřevěné štěpky vyvinuty vysoce účinné chemické metody (např. tzv. Kraft proces), založené na přeměně celulózy ve štěpce na její ve vodě rozpustný derivát, přečištění takto extrahované celulózy a jejím opětovném vysrážení z roztoku, čímž vzniká takzvaná regenerovaná celulóza. Tento

postup však sebou přinesl také objev jedné abnormální a neočekávané vlastnosti přírodní celulózy.

6. Veškerá celulóza v přírodě se přirozeně vyskytuje ve struktuře I, avšak veškerá regenerovaná celulóza má strukturu II, přičemž přeměna celulózy ze struktury I na strukturu II je nevratná. Proč tomu tak je? [2 b]

Znáte to: jdete si tak na procházku po lese a najednou, z ničeho nic, z čistého nebe, přišel čas na svačinu. Neváháte tedy, sedáte si na pařez čerstvě pokáceného neznámého jehličnanu a neohroženě zblajznete to, co jste si s sebou v ranečku přinesli. Když však chcete pokračovat v cestě, nejde to. Nohy neposlouchají, nemůžete se zvednout. Ne, nejedná se o mozkovou mrtvici. Je to, protože jste se přilepili na nedílnou součást dřeva, lidově smolu či smůlu, odborně pryskyřici.

7. Co je to pryskyřice a jaký je její biologický význam pro dřeviny? Které složky pryskyřice (**obecně**) zodpovídají za její lepivost a které za rychlé vysychání? [1 b]

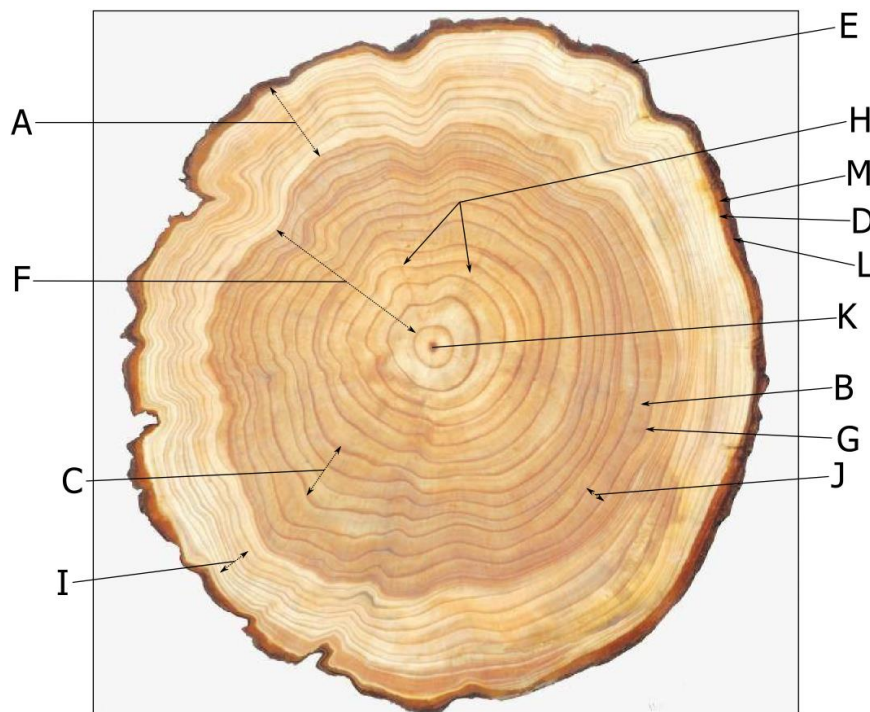
Dřevo ale samozřejmě není jen samá celulóza a lignin. Kromě těchto látek obsahuje také spektrum mastných nebo krátkých organických kyselin, vosků, terpenů a mnohých dalších skupin látek, a to právě zejména v pryskyřici. Při takové pestrosti se tu a tam se tedy stane, že pro některou z těchto sloučenin naleznе člověk své vlastní využití, třeba náhodou, třeba cíleným výzkumem a hledáním.

8. Pro následující produkty **stručně a obecně** uveďte, ze kterých druhů dřevin se získávají, jakým způsobem se z těchto dřevin získávají a jaké je jejich využití člověkem [2 b]:

- cinnamaldehyd
- chinin
- kalafuna
- kyselina salicylová
- *n*-heptan
- tálový olej
- taniny
- terpentýn

Vraťme se nyní k našemu lepivému pařezu. Když se od něj konečně odtrhnete (a posbíráte zbytky kalhot či jiného obalu nohou dle vaší volby), váš již zmiňovaný biologický mozek vám nedá a zjistíte, že vaše mucholapka (gařolapka?) je současně také krásným anatomickým příčným řezem kmenem. U některých vlivem příjemných vzpomínek na lekce botaniky, u některých zase posttraumatickým syndromem způsobených týmiž přednáškami se vám vybavují záblesky na pojmy jako kambium, produkující sekundární lýko ven a sekundární dřevo dovnitř, felogén, produkující odstředivě korkovou borku, dřevo jádrové a dřevo bělové, dřeň kmene jako pozůstatek původní rostlinky, dřeňové paprsky propojující jednotlivé vrstvy a zajišťující distribuci živin a mnohé další. To ale byly/nebyly časy...

9. K následujícímu obrázku přiřadte pojmy: bělové dřevo, borka, dřev, dřevné paprsky, felogén, jádrové dřevo, jarní dřevo, kambium, letní dřevo, letokruh, letokruhy vzniklé pomalým růstem, letokruhy vzniklé rychlým růstem, lýko [2 b].



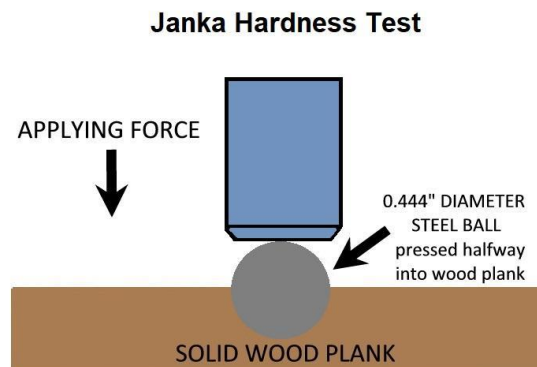
10. Uveďte a zdůvodněte svoji odpověď, zda by bylo pomocí letokruhů možné určit stáří následujících stromů [2 b]:

- dubu letního rostoucího v lese na Vysočině
- juvie ztepilé rostoucí v deštném pralese na jihu brazilského spolkového státu Roraima
- datlovníku pravého rostoucího na plantáži v Arizoně
- tisíciletého tisu rostoucího v obci Krompach, Liberecký kraj

Mechanickou vlastností dřeva, které si při jeho využití zvláště technické obory cení, je jeho hustota a tvrdost. Člověk by si řekl, ano, tohle dřevo je dost těžké, to znamená, že mi vydrží dlouhou dobu. Opak ale může být pravdou, protože hustota a tvrdost spolu nutně nemusí jít takříkajíc ruku v ruce. Právě s tvrdostí totiž souvisí vlastnosti dřeva, jako jsou houževnatost a odolnost před povětrnostními vlivy a vodou a v konečném důsledku také jeho životnost. Zatímco vzoreček pro výpočet hustoty každý zná, s určováním tvrdosti je to o něco složitější. V současnosti se ve vědecké praxi používají dva základní postupy – zkouška dle Brinella, původně určená pro například kovy, a zkouška dle Janky – přičemž obě tyto metody mají hodně společného. V obou případech se do vzorku z definovaného směru vtlačuje kovová kulička o určitém průměru. Zatímco však Brinellova metoda vtlačuje kuličku určitou definovanou silou a zkoumá průměr otlaku, který ve dřevě kulička zanechala, metoda dle Janky vtlačuje kuličku vždy právě do poloviny její výšky (kulička tedy vždy zanechá stejný

průměr, a tedy i plochu otlaku) a zkoumá sílu, která je pro tento úkon potřeba. Výsledné indexy tvrdosti  $H_B$  respektive  $H_J$  se vypočtou jako poměr použité síly a plochy otlaku a uvádí se, logicky, v jednotkách tlaku.

11. Jedním z druhů dřeva, které se vyznačuje svojí velice vysokou hustotou, je *Lignum vitae*, tedy „dřevo života“. Proč dostal tento typ dřeva právě takový název? Plaval by špalíček z *Lignum vitae* na vodě? [1 b]



12. *Lignum vitae* se také vyznačuje svojí velmi vysokou tvrdostí. Pokud se při testu dle Janky standardně používá ocelová kulička o **průměru** 0,444 palce a *Lignum vitae* má extrémně vysoký Janka index ( $H_J = 205$  MPa), vypočtete sílu, kterou bylo při testu nutno kuličku do dřeva vtlačit. [2 b]
13. Co znamenají anglické pojmy *hardwood*, *softwood* a *ironwood*? Souvisejí tyto pojmy nějak s tvrdostí dřeva, které je takto označováno? Náповěda: zjistěte, do které z těchto kategorií se řadí balza (nejměkčí využívané dřevo). [0,5 b]

Dřevo je vysoce anizotropní materiál, což znamená, že jeho základní stavební prvky jsou uspořádány v jednom směru. S tímto faktem souvisí také to, že vlastnosti dřeva závisí na směru jeho používání. Představit si to můžete na příkladu štípání dřeva sekerou. Pokud sekerou udeříte na špalík shora dolů nebo z boku na délku, tedy po směru vlákna, dřevo se rozštípne a takřka rozletí. Pokud však budete chtít špalík sekerou rozdělit napříč, tedy přes vlákna, půjde vám to jenom velice těžko a dřevo bude soudržné. Těchto vlastností ve značné míře využívá v podstatě každý, kdo se dřevem pracuje, ať už materiálový fyzik, stavař nebo výrobce nábytku. Jednou obzvláště zajímavou vlastností některých typů dřeva, například olše nebo dubu, je jejich tendence pod vodou zkamenět. Z tohoto důvodu byly historicky používány pro výstavbu třeba mostních pilířů, anebo také výrobu vodovodních trubek. Téměř celé Benátky, město stojící prakticky na vodě, využívají jako základy nikoliv beton nebo kamení, ale ohromné množství dřevěných kůlů, kdy například jen kostel Santa Maria della Salute sám o sobě stojí na 1 106 657 kůlech z modřínu nebo borovice zatopených vodou.

14. Co je to kamenění (neboli petrifikace) dřeva? Jak dlouhý čas je pro zkamenění obecně potřeba? Jak se nazývá minerál, který zkameněním dřeva vzniká? [1 b]

Dřevo historicky platilo za člověkem nejvyužívanější řemeslnický materiál a svoji užitečnost si zachovává dodnes zejména díky své dostupnosti, snadnosti opracování a pestré škále využití, například jako palivo, pro stavbu obydlí, výrobu nástrojů a zbraní, nábytku, obalového materiálu, uměleckých děl, hudebních nástrojů, papíru, lodí a třeba i takové specialitky jako uzení. 70 % populace dodnes žije v domech zcela nebo zčásti zhotovených ze dřeva. Jen

společnost IKEA sama o sobě spotřebovává 1 % celkové světové roční produkce dřeva. Dřevo má i důležité využití v technologii, protože se využívá pro produkci celulózy, jejích acetátů známých pod zkratkami C1A, C2A nebo C3A, celofánu nebo umělého hedvábí. Tohle je všechno strašně pěkné, dokud nedochází k nadměře těžby, odlesňování a veškerým následkům s tímto fenoménem spojených. Obzvláště bezohledná je v tomto ohledu v řadě případů těžba vzácného dřeva probíhající v deštných pralesech rozvojových zemí. Dřevo ebenu, mahagonu nebo jiných vzácných dřevin se neoznačuje jako vzácné pro nic za nic. Tyto stromy nelze rozumně pěstovat a jejich množství je vůči ostatním druhům v přírodě velice malé. Proto, aby se těžební firma dostala se stroji k jedinému z těchto stromů, musí vzhledem k hustotě porostu vykácet obrovské množství jiných stromů. Největší katastrofa je, když například ekologicky nepřemýšlející firmy těžící vzácné dřevo nemají zajištěné povolení pro prodej „obyčejného“ dřeva, anebo k těžbě dochází nelegálně. V tom případě je dřevo vytěžené navíc necháno ladem nebo na skládkách, případně, v těch nejhorších případech, je dokonce spalováno. Těchto případů ale naštěstí s časem, rozvojem zemí, vzdělání a také ekologičtěji zaměřené politiky postupně ubývá, čím dál tím více probíhají projekty pro



obnovu původních lesů nebo zazeleňování zástavby, například velice známý projekt #TEAMTREES.

Již Lucius Apuleius kolem poloviny druhého století našeho letopočtu prohlásil:

*„Ne každému dřevu dáno býti fládrem.“*

Osobně mám ale raději na tento citát navazující optimističtěji laděný citát pronesený Janem Amosem Komenským ve století sedmnáctém:

*„Ne z každého dřeva může být fládr, ale z každého člověka se může stát člověk.“*

15. Nejvzácnější strom na světě je dvoudomý endemit objevený na Tříkrálových ostrovech roku 1945 v celkovém počtu jediného exempláře. Uveďte latinské jméno tohoto stromu. Jak je to s jeho stavem vlivem lidské činnosti dnes? [1 b]

Tomáš Kotačka

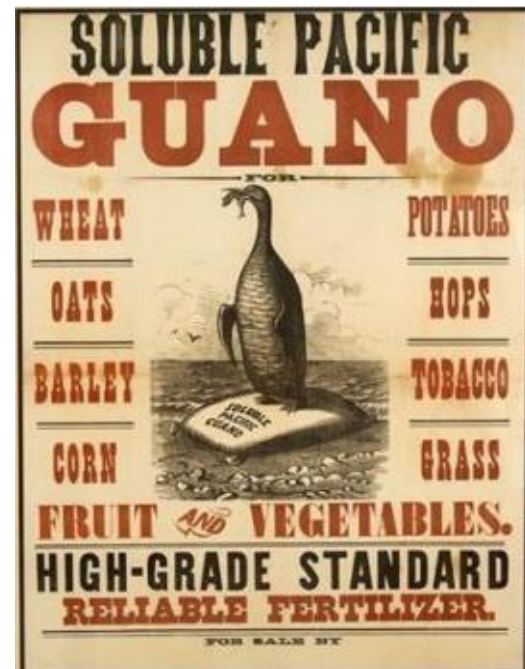
## 2. Jsou rostliny schopné lapat vzdušný dusík?

20 bodů

Než si ukážeme, jak je dusík zpracováván rostlinami, řekněme si něco o dusíku samotném. Dusík je bezbarvý, dvouatomový plyn bez zápachu a chuti a, jak jistě víte, ve vzduchu je zastoupen ze 78 %.

1. Menší chemické okénko: jakou vazbou je dvouatomový dusík spojen a jakou vlastnost mu tento druh vazby dává? Je tu jeden prvek, se kterým dusík reaguje už za laboratorní teploty, o který prvek se jedná a jaká sloučenina s ním vzniká? [2 b]

Dusík se nachází ve všech živých organismech, je tedy esenciálním prvkem pro život. Tohle souvětí nás vede trochu do minulosti, přesněji 181 let zpět. V tu dobu se vedla rozprava o důležitosti dusíku pro růst rostlin, na což odpověděla jasným důkazem studie B. Lawesa a J. H. Gilberta, kdy hnojené rostliny dosahovaly vyšších výnosů. Řešilo se to kvůli růstu populace, který vedl k volání po vyšší produkci jídla. S čím dál větší spotřebou přírodních zásob dusičnanu amonného na povrch začal vylézat nový problém, na který upozornil roku 1898 William Crooks, a to postupné ztenčování těchto zásob. Tvorba nových dusíkatých hnojiv přímo z  $N_2$  byla kvůli jeho malé reaktivitě zdatný oříšek. Naštěstí se roku 1909 objevilo řešení v podobě katalyzované syntézy amoniaku z  $N_2$ .



2. Po kom se tato syntéza jmenuje? Napište vyčíslenou rovnici i s katalyzátorem a potřebnou teplotu na průběh reakce. Co je to katalyzátor obecně a jak funguje? [4 b]

Přesuneme se k rostlinám a k tomu, jak dusík zachytávají a zpracovávají. Jak je z výše uvedeného textu zřejmé, rostlina sama o sobě neumí zpracovávat vzdušný  $N_2$ , nemá na to bohužel potřebné enzymy. Jak to tedy dělá? Od toho tu jsou symbiotická prokaryota, které na to už výbavu mají.

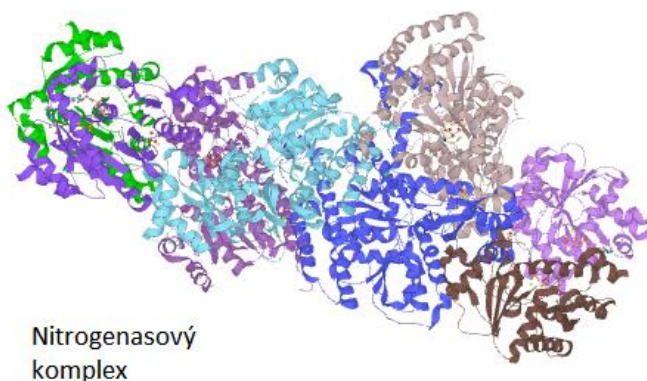
3. Jaké tři základní typy symbiomy rostlin a prokaryot existují pro fixaci  $N_2$ ? Napište alespoň tři prokaryota schopná symbiomy s rostlinami v tomto ohledu. [3 b]

Kromě molekulového dusíku, k jehož fixaci se podrobně dostaneme vzápětí, přijímá rostlina dusík také ve formě jeho dvou iontů, což navíc zvládá i bez prokaryotního symbionta.

4. O jaké dva ionty se jedná? Jeden z těchto iontů je už ve správné formě a rostlina s ním může dále rovnou pracovat, který z nich to je? Druhý naopak musí podléhat redukci, co je finální produkt těchto redukcí? Jaké dva enzymy jsou v rostlině zapotřebí k redukci tohoto iontu na finální produkt? Napište rovnice redukcí, za předpokladu, že u druhé redukce je nositelem elektronů ferredoxin. [5 b]

Zpět ke vzdušnému dusíku, způsob jeho zachycování se nazývá diazotrofie. Symbiotická prokaryota si rostlina uchovává ve speciálních strukturách, tzv. kořenových nodulech. Tvorba kořenových nodulů probíhá takto: nejprve rostlina obmotá symbiontní bakterie kořenovým vláskem. Bakterie se díky tomu dostávají do kořene, kde indukují tvorbu infekčního vlákna. Toto vlákno prorůstá až k vnitřnímu kořenovému kortexu a odsud se bakterie dostávají do buněk rostliny z infekčních kapek za pomoci endocytózy, již nejsou ohraničeny buněčnou stěnou, ale jen cytoplazmatickou membránou. Tyto bakterie jsou obklopeny periplazmatickou membránou rostlinného původu. Následuje diferenciací membrány společně s bakteriemi a vznikají diferencované bakterie fixující dusík, které se nazývají bakteroidy. A konečně postupné dělení bakteroidů v daném prostoru má za následek tvorbu kořenového nodulu. Pro fixaci  $N_2$  je ale ještě nezbytné vytvoření mikroaerobního prostředí. Důvody, proč prostředí v nodulech nemůže být čistě anaerobní či aerobní, jsou tyto:

- Redukci molekuly dusíku provádějí dva enzymy, jimiž jsou dinitrogenasa a reduktasa dinitrogenasy, které spolu tvoří komplex zvaný nitrogenasa. Tento komplex je velmi háklivý na přítomnost kyslíku.



- K procesu redukce  $N_2$  je zapotřebí energie v podobě ATP, a proto v nodulech musí být mikroaerobní prostředí, ve kterém může docházet k jeho aerobní syntéze.
5. Ke tvorbě mikroaerobního prostředí, tedy udržení nízké koncentrace kyslíku v nodulech, je zapotřebí jednak permeační bariéra v parenchymu nodulů, jednak přítomnost určitého proteinu snižujícího koncentraci kyslíku. O který protein se jedná a jakou barvu kvůli tomuto proteinu kořenové noduly mají? [2 b]

6. Napište vyčíslenou rovnici pro zachycování vzdušného dusíku. Porovnejte „výrobu“ amoniaku chemickým a biologickým způsobem. Rozdíl je fascinující, obzvlášť když se zamyslíte nad potřebnými teplotami pro dané reakce. [4 b]



poštěstilo být vzhůru při brzkém svítání, tak sis mohl užít naprosto specifický orchestr. Zdá se, jakoby snad všichni ptáci měli budíček a spustili své písně. A k velmi podobnému fenoménu dochází i při stmívání. Opět se rozezní spousta ptačích hlasů. Sám si vybavuju hlavně vlaštovky kroužící mezi paneláky štěbetající v ranních paprscích i ve stínu západu slunce.

**2. Mou otázkou pro tebe tedy je: Proč ptáci zpívají ve velkém v těchto dvou časech, ráno a večer? Svou odpověď rozved' alespoň do několika vět. [2 b]**

Představ si. Stojíš v lese, posloucháš šumění listů v korunách stromů, praskání větví pod tvýma nohama. Ale co je v tom všudypřítomném klidu vlastně slyšet? No ano, opět ptáci. Vnímání lesa se pro mě samotného stále mění. A může za to především biologie. Myslím, že každý dokáže vnímat ve více rozměrech. Můžete vnímat vůni, obraz, zvuk. V biologii se potom dozvíme, že spolu živočichové komunikují, rostliny také komunikují a můžeme přemýšlet o celém společenství lesa. Později jsme schopni už i pojmenovávat jednotlivé rostliny a živočichy a tím najednou nabývá les dalšího dřív neviděného rozměru. No a co teprve, když po hlase poznáme jednotlivé ptáky.

**3. K audionahrávce přiřaď jméno ptáka (česky i latinsky) a uveď místo, kde se přirozeně vyskytuje (les, pole, lidská obydlí, louky). [8+2 b]**

Zde je odkaz, na kterém najdeš audionahrávky jednotlivých hlasů ptáků:

<https://drive.google.com/drive/folders/171iJJcfgzAYzYhgboxUu9DHml8z3eks3y?usp=sharing>

Nyní přeci jen opustíme ptactvo a podíváme se na velmi schopného letce z řad savců. Zaměříme naši pozornost na netopýry. Přestože se netopýři nedokážou rovnat ptákům v rychlosti letu nebo jejich ladnosti, rozhodně je předčí ve schopnosti manévrovat. Další skvělou vlastností netopýrů je využití energie při letu. Pokud porovnáme energetickou náročnost ptáků, hmyzu a netopýrů při letu, zjistíme, že netopýři skutečně minimalizovali výdej energie při tomto pohybu.

**4. Pokus se vysvětlit, proč jsou netopýři schopni efektivnějšího letu, než ptáci. [1 b]**

Avšak tohle není jediný příklad skvělého šetření s energií u netopýrů. Netopýři upadají do stavu strnulosti v průběhu chladných nebo deštivých dní, kdy nemají možnost ulovit nějakou kořist. Poté co přejde léto a tučná a výživná potrava pro netopýry úplně zmizí, uvedou svá těla do stavu hibernace na klidných temných místech, kde jsou chráněni. Dnes to mohou být podkroví, půdy, opuštěné budovy nebo přirozeně jeskyně. V těchto místech přečkají zimu, a pokud mají dostatek nashromážděného tuku, tak se opět na jaro proberou. Oba tyto stavy tráví netopýři v pro ně typické poloze: zavěšení hlavou dolů se složenými křídly kolem těla.

**5. Jaký je rozdíl mezi strnulostí (anglicky „torpor“) a hibernací? [2 b]**

O netopýrech zároveň kolují nejrůznější mýty. Jedním z těchto mýtů je, že jsou netopýři slepí. Faktem je, že oči mají a jsou to skvělí lovci navzdory naprosté tmě. Takže jsou svým způsobem slepí, ale nějak vědí, kde přesně je jejich kořist.

Proto mé poslední otázky pro tebe zní:

6. Jsou netopýři opravdu slepí, nebo jsou jen barvoslepí či dokonce vidí stejné spektrum barev jako člověk? (odpověď rozveď do několika vět) [2 b]
7. A jak je možné, že se dokážou orientovat velice přesně v naprosté tmě a díky tomu být skvělými nočními lovci? Zaměř se na tuto schopnost blíže. Mohou spolu navzájem komunikovat prostřednictvím této schopnosti nebo slouží jednotlivcům? V jakých hodnotách se pohybuje a používají všichni stejné hladiny? [1 b]

*Monika Kuncová ve spolupráci s RNDr. Mgr. Michalem Bittnerem, Ph.D.*

Kdybyste se zeptali studentů na RECETOXu (Centra pro výzkum toxických látek v prostředí), na čí přednášky se nejvíce těší, jistě by většina z nich zmínila právě Michala Bittnera. Tento ekotoxikolog a humanitní environmentalistický znalec je velmi oblíbený především pro svou milou povahu a chuť předávat dál své zkušenosti, což se mu daří i mimo akademickou půdu, například ve Křtinách, kde zapáleně vede oddíl včel.

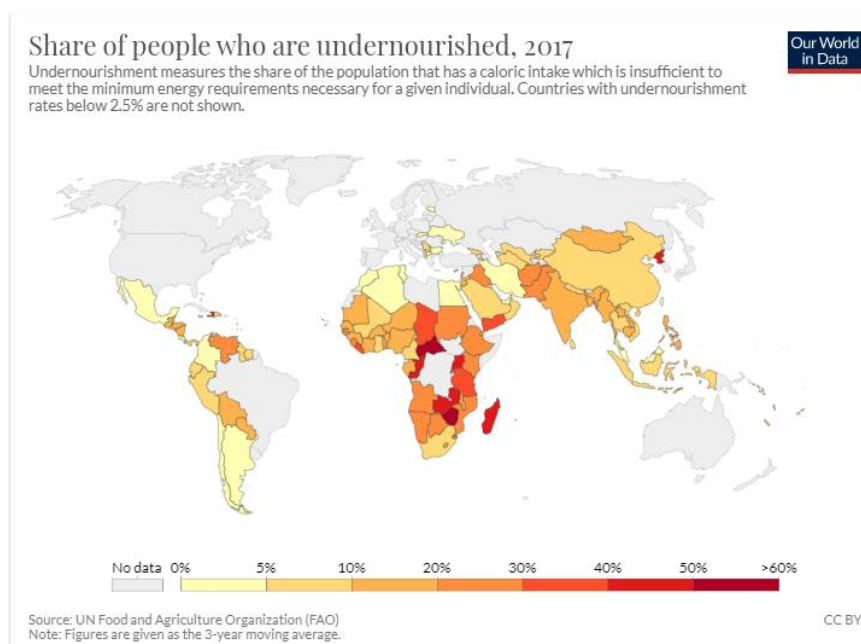


## 1. (Ne)známé dopady potravin

20 bodů

Snaha vymanit se z bída a zlepšovat své životní podmínky byla a stále je hlavním motivem vývoje společnosti. Spousta lidí ve zvyšování svého blahobytu pokračují i poté, co se již dostanou z nepříznivých životních podmínek. Je to přirozené, měli bychom však mít na paměti, že planeta nemá nevyčerpatelné zdroje a neustálý nárůst počtu obyvatel a jejich nároků na spotřebu není dlouhodobě udržitelný.

Otázka potravin je jedním z mnoha problémů, se kterými se lidstvo od nepaměti potýká. Je prokázáno, že růst produkce a kvality potravin za soustavně nižší ceny zlepšil zdraví a blahobyt miliard lidí. Nerovnosti v příjmu potravin však nadále přetrvávají. V chudobě stále žije zhruba 1,4 miliardy lidí. S tím je spojená podvýživa, zejména v subsaharské Africe a rozvojových zemích. Hlad ale není záležitostí pouze ekonomicky slabších lidí.



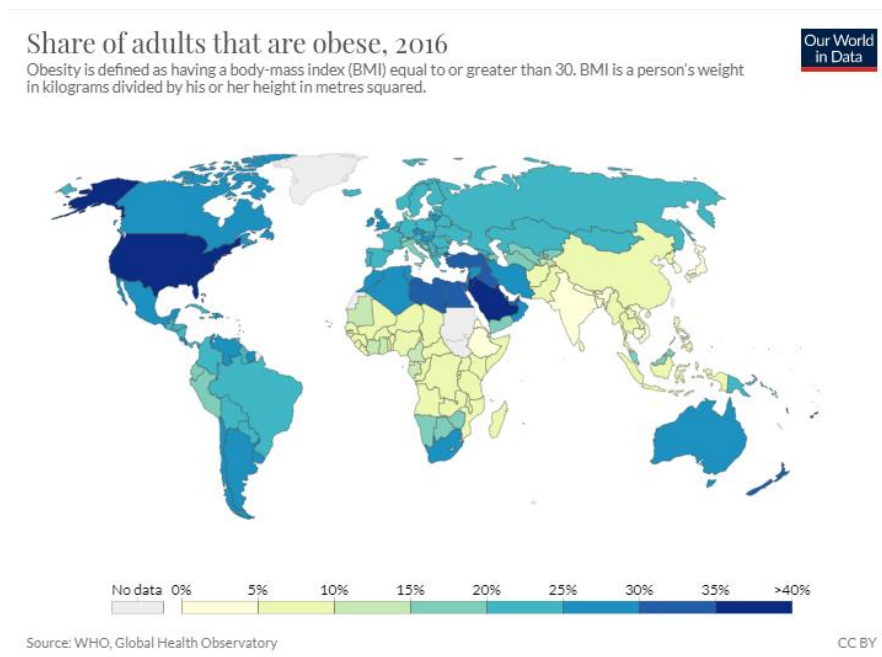
Jedním z velkých potravinových problémů byl irský hladomor (1845 - 1849), který si vyžádal přes milion obětí. Prvotní příčinou nedostatku potravy byla neúroda brambor (primární zdroj potravy chudého obyvatelstva), které zlikvidovala plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*).

1. Co způsobilo rapidní rozšíření plísně bramborové? [0,5 b]
2. Jaké byly další faktory, které zapříčinily zhruba třetinový pokles irské populace? Jmenujte alespoň 4. [2 b]
3. Jaká byla potravinová situace v Irsku v době hladomoru? Proč k této situaci došlo? Jak by se dala efektivně řešit? [1,5 b]



*Socha irských imigrantů připomínající Great Potato Famine (v pozadí), a jak se na ně koukají místní dobře zajištění měšťané (v popředí) Foto Michal Bittner, Boston*

Na druhé straně vah stojí konzumní společnost, která má potravin nadbytek. Nadměrný příjem potravy je jedním z mnoha důvodů, proč přes 2,3 miliard lidí trpí nadváhou (BMI>25) a nejméně 650 milionů z nich je klinicky obézních (BMI>30).



4. Jaké jsou další důvody obezity? Vyjmenujte alespoň 5 z nich. [2,5 b]

S nadbytkem potravin souvisí také plýtvání potravinami. Ročně se vyhodí téměř třetina celosvětové potravinové produkce.

5. Jak by se mohlo omezit plýtvání potravinami? Uveďte alespoň 5 možností a každou rozveďte pár větami. [2,5 b]

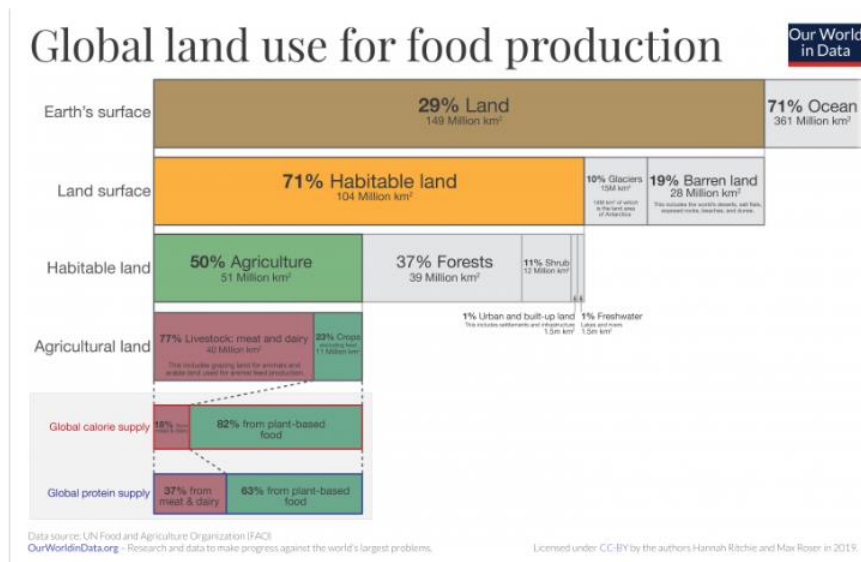
Aby na nás potraviny, které přijímáme, působily blahodárně a neškodily nám, musejí pocházet ze zdravé půdy. To jak s půdou hospodaříme, jakým způsobem pěstujeme plodiny a chováme zvířata, se na ní (a také na jejich produktech) do jisté míry odráží. Existuje vícero způsobů, jak k zemědělství přistupovat. V další otázce se podíváme na konvenční a ekologické zemědělství a také na biopotraviny.

6. V čem se liší ekologické zemědělství od konvenčního zemědělství? Jmenujte alespoň 4 rozdíly. Je možné "nasytit lidstvo" výhradně biopotravinami? V čem se liší od normálních potravin? Vysvětlete. [3 b]

Bonus pro zvědavé: Jsou chuťově lepší biopotraviny či konvenční potraviny? Vyberte si z následující nabídky (mléko, bílý jogurt, banány, okurky salátovky, vejčička, vídeňské párky, sýr cihla) alespoň 3 produkty a porovnejte formou slepých vzorků, jestli vám chutnají více jako biopotraviny či jako konvenční potraviny. U mléčných výrobků vždy porovnávejte produkty se stejným obsahem tuku. Pokud si nejste jisti jak se otestovat, poproste o pomoc rodiče či kamarády, aby vám připravili vzorky a nakonec prozradili výsledky. Jak testování dopadlo?

Rozdělení využívání půdy mezi chov hospodářských zvířat a pěstování plodin není rovnoměrné. Pokud započítáme pastviny a půdu používanou k pěstování krmiv, pak budou

hospodářská zvířata představovat 77% celosvětové zemědělské půdy. I když hospodářská zvířata zabírají většinu světové zemědělské půdy, produkují pouze 18% světových kalorií a 37% celkové bílkoviny. Co by se stalo, kdybychom je nahradili rostlinnými produkty?



7. Jak by vypadalo zemědělství, kdyby celý svět přešel na bezmasou stravu? Uved'te pozitivní i negativní dopady. [2 b]

Je spousta věcí, které se nám nemusejí na zemědělské výrobě líbit, ale často nemáme možnost je výrazněji ovlivnit. Proto si představte situaci, kdy by bylo možné zařídit cokoliv vás napadne. Aby to nebylo příliš široké téma, budete omezeni na zemědělství v ČR. Je něco, s čím nesouhlasíte? Chtěli byste to změnit? Jak byste postupovali? Podělte se s námi o vaše názory!

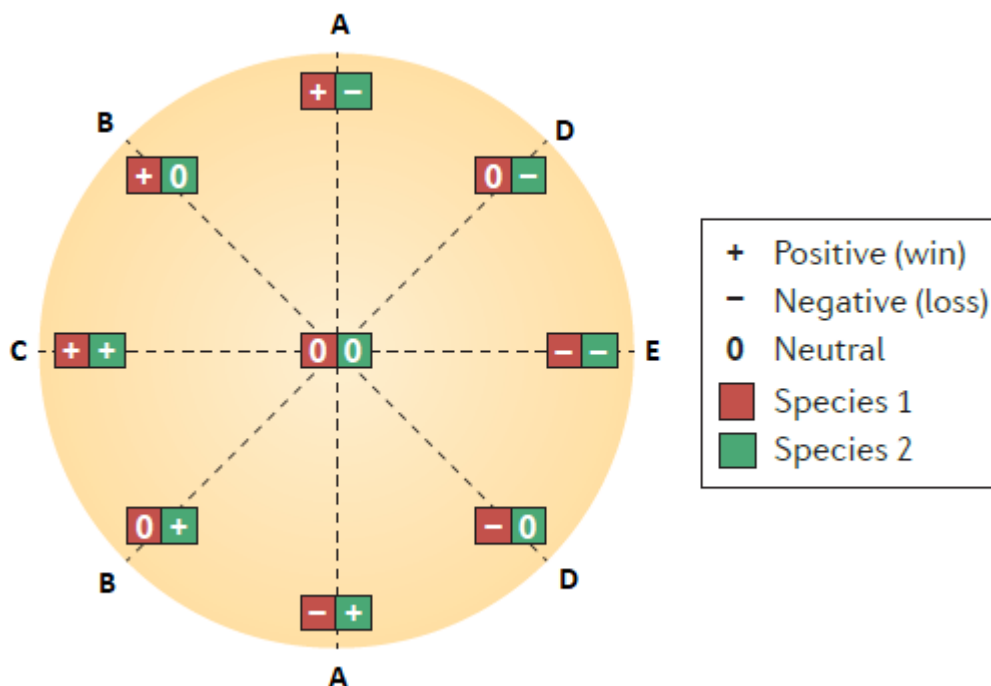
8. Představte si, že máte moc rozhodnout o rázu zemědělství v ČR. Nemusíte řešit finance ani shodu v parlamentu, je to čistě na vás. Má to ale jeden háček - změnit můžete pouze 3 věci. Co byste změnili? Proč zrovna dané věci? Jak by to podle vás mělo nakonec vypadat? Jak toho docílíte? Každou změnu odůvodněte pár větami. [6 b]

Stanislav Juračka

## Better together: Engineering of microbial symbiosis 20 points

Symbiosis is everywhere. Probably every organism in the world is in some kind of relationship with other organisms. And microbes are not an exception. Typical examples of microbial symbiosis are lichens or biofilm, but communities dominate the microbial world. Symbiosis provides a way to surpass the limitations of individual microbes. And, in recent years, scientists are trying to engineer microbial communities and create a synthetic microbial consortium able to do what we want to. (Again, less is sometimes better. When answering the questions, be concise, try to answer in few a words. You can use at maximum five sentences per answer.)

1. Brief revision: You can see the wheel display of symbiotic relationships, which summarize all possible pairwise interactions. For each interaction partner, there are three possible outcomes: positive (+), negative (-) and neutral (0). To each letter assign a name of the relationship. [1 p]



Now we will move to cooperation. Cooperation gives organisms robustness...

2. Lichen is a symbiosis between which two organisms? What benefits does each of the members bring to the relationship? [1 p]

3. Name three places where you can find biofilm. What is the extracellular matrix? [1 p]
4. What is robustness? Try to simply explain, why lichens and biofilms are the examples of robustness. [1 p]

Another very handfull ability of consortia is the division of labour. An amazing example of labour division can be seen in *Chlorochromatium aggregatum*. It is symbiosis between *Candidatus Symbiobacter mobilis* and *Chlorobium chlorochromatii*.



5. What is *Ca. S. mobilis* and what is *C. chlorochromatii*? How do they help each other? [2 p]

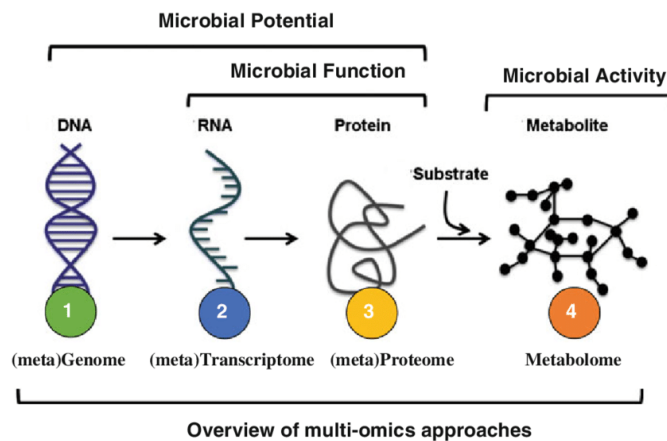
But usually, communities in nature contain a huge number of undefined microbial species. And they can be found almost everywhere. A typical example of a huge, rich microbial community is the human intestinal microbiome.

6. We have a 65 years old man living in New York, 7 years old boy living in a small village in Kenya and 36 years old woman living in Tokyo. Write at least three reasons, why their gut microbiome could differ. [2 p]
7. Name at least two other examples of the huge undefined microbial community in nature. [1 p]



To research these huge communities is hard. Most of the microbes are only able to live inside this community because they are dependent on resources and signal molecules of other partners. This causes that, in fact, we can cultivate *in vitro* only less than 1 % of all bacteria species.

8. How do scientists research these communities? What is the "omics" approach? [2 p]
9. Now we are ready to dive in the engineering of microbial interactions. Before that look, what synthetic biology means. [1 p]



Engineering of microbial consortia is a relatively new approach and you cannot find much if you are not reading a scientific paper. So, I found one available for everyone!

Link: <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0167-7799%2808%2900171-6>

Don't be scared that you cannot understand everything. Try to understand the point of the paper and find the answers to the questions.

10. Why do scientists create consortium consisting of two strains of *E. coli* so that one metabolizes only glucose and the other one only xylose? [1 p]
11. Why does consortium keep existing minority population? [1 p]
12. Name two examples of population-wide behaviour coordinated by QS. [1 p]
13. Which relationship was established to create oscillation between two populations? What was the inductor? [1 p]
14. Why do strains in CoSMO consortium cooperate? [2 p]
15. Name three challenges in engineering microbial consortia. [2 p]

