

INNO-FOOD SEE

Setting up the innovation support mechanism and increasing awareness on the potential of Food Innovation and RTD in the South-East Europe area
SEE/B/0028/1.3/X

Изграждане на механизми в подкрепа на иновациите и повишаване на информираността относно потенциала на иновациите и научно-техническото развитие в хранителната промишленост в Югоизточна Европа

Взаимодействия

**РАСТЕНИЯ –
МИКРООРГАНИЗМЫ – ПОЧВА**

- Микробите са жизненоважен компонент при всички екосистеми.
- В селското стопанство и екологията значението им се изразява чрез ролята им в почвата и като междинна връзка между биотичните и абиотични компоненти.

Въпреки това, често тяхната роля е била пренебрегната в конвенционалните химични системи на земеделие.



Взаимодействието между микроби и растения е изработено в процеса на еволюцията на растенията.

Следователно използването поединично или в смеси на свободноживеещи и естествено срещащи се микроорганизми би могло да повиши значително производителността на повечето системи на земеделие.

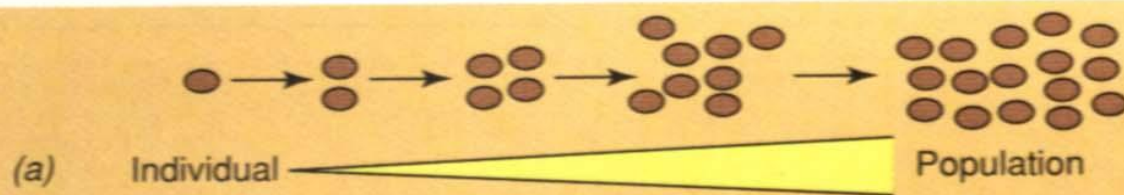
Микробната дейност в
почвата обуславя и химичната
форма и способността за
извличане на замърсителите

Микроорганизми и околна среда

В микробните екосистеми индивидуалната клетка се размножава и формира популация

Метаболитно свързаните популации образуват групи, които се обединяват в микробни съобщества, участващи в провеждането на общи метаболитни процеси

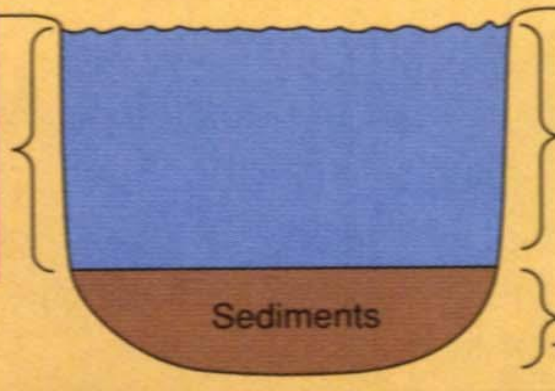
Микробните съобщества взаимодействат и с съобществата на макроорганизмите



Community 2

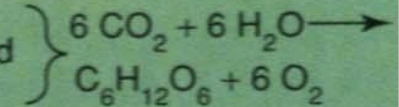
Oxic zone-
Chemoorganotrophic
bacteria

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \longrightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$$



Community 1

Photic zone—cyanobacteria and
algae



Community 3

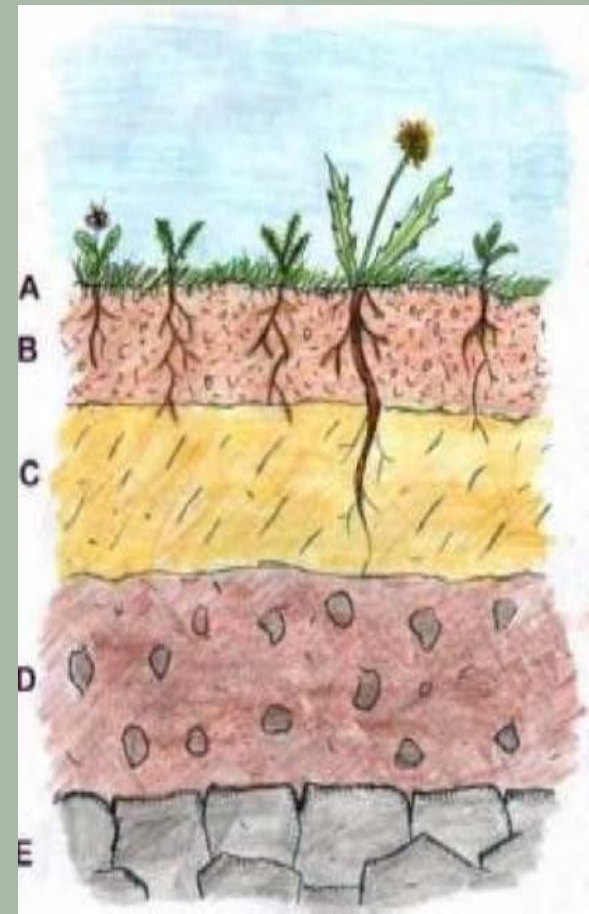
1. Guild 1: methanogenic bacteria ($\text{CO}_2 \longrightarrow \text{CH}_4$)
homoacetogenic bacteria ($\text{CO}_2 \longrightarrow \text{acetate}$)
2. Guild 2: sulfate-reducing bacteria ($\text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{S}$)
sulfur-reducing bacteria ($\text{S}^0 \longrightarrow \text{H}_2\text{S}$)
3. Guild 3: denitrifying bacteria ($\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{N}_2$)
ferric iron-reducing bacteria ($\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$)
4. Guild 4: fermentative bacteria (fermenting sugars,
amino and fatty acids,
and so on)

В последно време, изследванията ясно показват ползите от прилагането на инокуланти от естествено срещащи се микроорганизми за увеличаване на производителността на двете системи на земеделие - традиционното и биологичното

Също така, използването на микроорганизми – изкуствено внесени или активирането на присъстващите в средата, с успех се използва при процесите на пречистване на почвата и водите

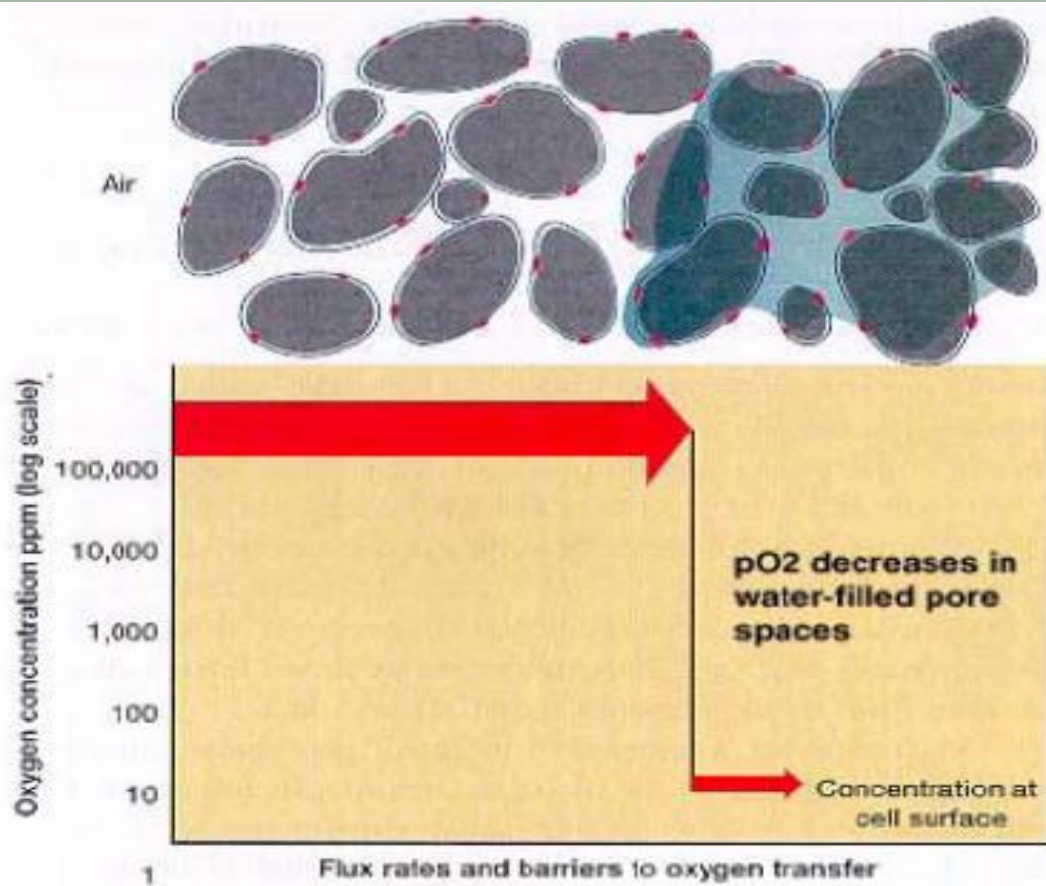
Почва

- ▶ Почвата съдържа
 - Минерални частици (от ерозиралата скална маса)
 - Органична материя (остатъци от растения, животни и микроорганизми)
 - Живи организми
- ▶ Минералните и органичните компоненти са напълно смесени в почвата, формирайки различни почвени типове от почвени агрегати



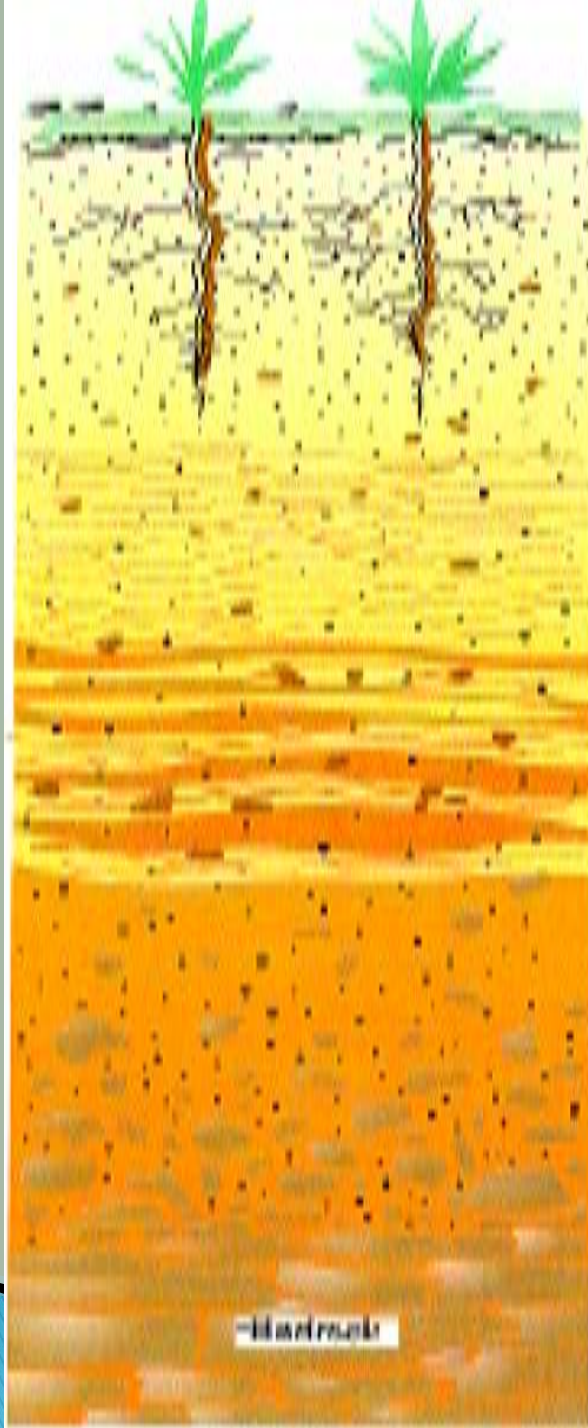
Почва

- ▶ Те се намират в асоциация с въздуха (почвена атмосфера) и водна фаза (почвен разтвор) в порите, съществуващи между частиците и/или агрегати
- ▶ **Въздуха и водата = лимитиращи фактори**
- ▶ Лимитират броя и типа на микроорганизмите



Микробите в прекъснатите водни филми по повърхността на почвените частици имат добър достъп на O_2 за разлика от микробите в запълнените с вода пори имат ограничен достъп до O_2 – създават се безкислородни зони

Придвижването на бактериите се наблюдава при непрекъснат воден филм и се преустановява при прекъснт

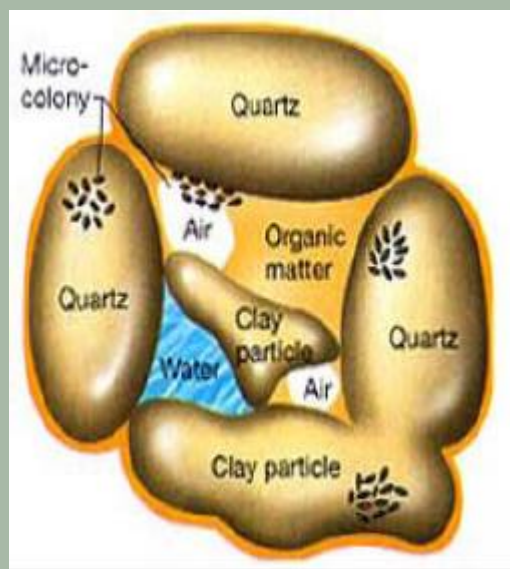


Хоризонт 0
слой с неразградена
растителна маса

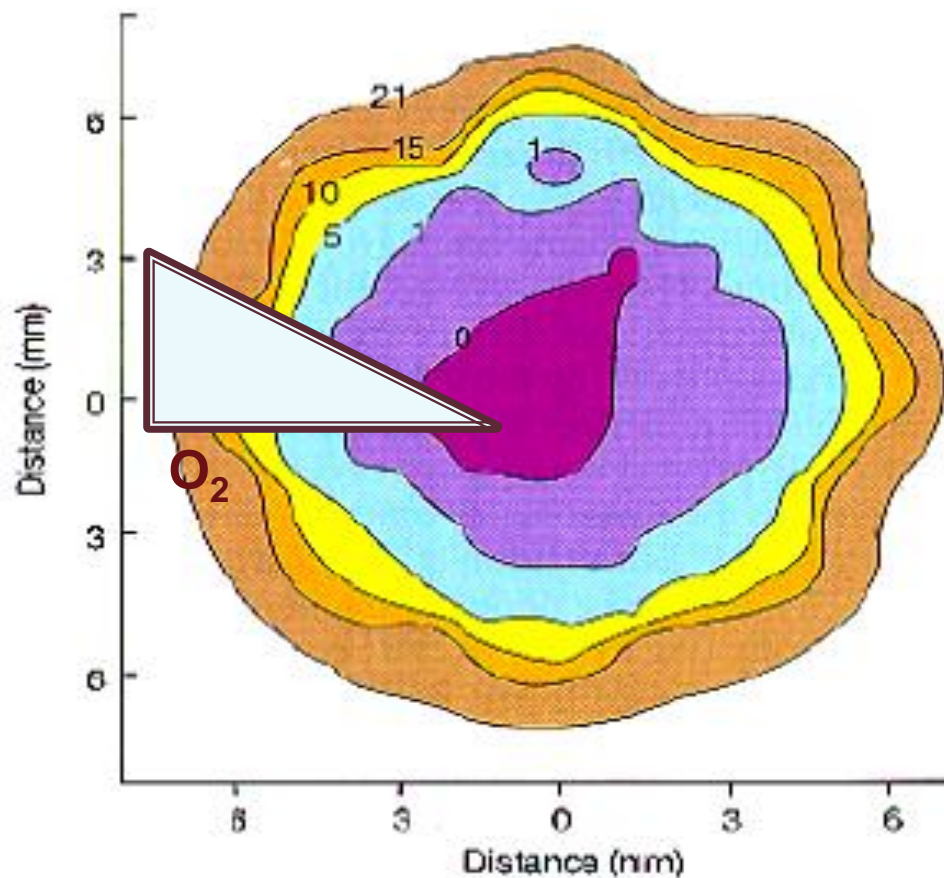
Хоризонт А Повърхностният
почвен слой - високо
органично съдържание,
тъмен на цвят, висока
микробна активност

Хоризонт В
Подпочвен слой. В него се
просмукват минерали, хумус
и други вещества. По-беден
на органична материя. По-
слаб на микробна активност.

Хоризонт С
Много слаба микробна
активност



Почвен агрегат от твърди (минерални и органични компоненти), течности и газове. МО са в микроколонии по повърхността на частиците или в порите



Ниво на O_2 в почвените частици

Фактори на почвообразуване

- ▶ КЛИМАТ
- ▶ ОРГ. МАТЕРИЯ
- ▶ РЕЛЕФ
- ▶ ИЗХОДНИ МАТЕРИАЛИ
- ▶ ВРЕМЕ (ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ)

Микроорганизми

- ▶ Почва – предпочитана среда за обитаване от микроорганизмите. Населява се от широк кръг микроорганизми, включващ бактерии, гъби, алги, вируси и протозои
- ▶ В почвата се намират голям брой микроорганизми – обикновено между 10^6 10^8 микроорганизма на грам почва

Микроорганизми

- ▶ Преобладаващи са бактериите и гъбите
- ▶ Лимитиращ фактор за микробният растеж в почвата най-често е наличието на хранителни вещества.
- ▶ Много микроорганизми може да не са физиологично активни в почвата в определен момент

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ Съдържание на МО в почвата
 - Количеството на МО – 25t/ha
- ▶ Групи МО
 - Таксономични групи – бактерии, гъби
 - Физиологични групи – МО, участващи в различните процеси от кръговрата на веществата
 - Целулозо разграждащи ...
 - Амонифициращи, нитрифициращи...
 - Серни, железни ...
 - МО, отделящи различни БАВ

Микробна биомаса в култивирана почва (15 cm)

МО	Брой/ g	Маса (g / m ³)
Бактерии	10^8	160
Гъби	10^5	200
Актиномицети	$10^5 - 10^6$	160
Алги	$10^4 - 10^5$	32
Протозои	10^4	38

Основни групи МО в почвата

<i>Agrobacterium</i>	<i>Alcaligenes</i>
<i>Arthrobacter</i>	<i>Bacillus</i>
<i>Caulobacter</i>	<i>Cellulomonas</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Corynebacterium</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Micrococcus</i>
<i>Mycobacterium</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Staphylococcus</i>	

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ **Качества на микроорганизмите**
 - Бърз растеж – способност за няколко часа да удвоят биомасата си
 - Устойчивост на стресови състояния – разработени различни механизми на повишена устойчивост
 - Спорообразуване, капсули, специфични физиологични особености
 - Разнообразен метаболизъм

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ **Качества на микроорганизмите**
 - Изключителна способност за приспособяване – растат практически при всички условия, съществуващи на Земята
 - Всички температури – от отрицателните температури на полюсите до температури $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (113)
 - Различна стойност на pH – от силно кисело до силно алкално

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ **Качества на микроорганизмите**
 - Изключителна способност за приспособяване
 - От среди богати на кислород – до пълно отсъствие на разтворен молекуен кислород
 - Способност за растеж на различни почвени дълбочини
 - Устойчивост на засушаване – оцелават при много ниско съдържание на влага

Значение на микроорганизмите

- ▶ Почти всяка химична трансформация, случваща се в почвата, се дължи на активното участие на почвените микроорганизми
- ▶ Активна роля в почвеното плодородие като резултат на участието им в процеси от кръговрата на хранителните вещества като С, N и др. , необходими за развитието на растенията



Значение на микроорганизмите

- ▶ Отговорни за разграждането на органичната материя попаднала в почвата – възстановяване на хранителните вещества
- ▶ Някои микроорганизми повишават достъпността на хранителните минерални елементи (например фосфор)

Взаимодействия растения – микроорганизмы – почва

- ▶ Почвеното плодородие – функция на сложни взаимоотношения
- ▶ Нужди на растенията – механична среда, минерали, вода, газообмен
- ▶ Биологични взаимоотношения

Взаимодействия растения – микроорганизми – почва

- ▶ Почвата като среда
 - Механични свойства – структура, газо и водопропускливост, водозадържащи свойства
 - Химични свойства – наличие и достъпност на различни минерални елементи
- ▶ До голяма степен зависят от жизнената дейност на МО

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ Участват в структурообразуването
 - Нишковидни микроорганизми
 - Отделящи полизахариди и други полимери микроорганизми
 - Разграждащи орг. материя микроорганизми

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ Обуславят газовия състав в различните почвени слоеве
 - Намаляването на кислорода с увеличаването на дълбочината на почвения слой се дължи на МО
- ▶ Снабдяват с жизнената си дейност растенията с CO_2 , особено в затворени култивационни съоръжения

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ Отношение към водния баланс на почвата
 - Процесите на кръговрат на въглерода – промяна на влагозадържащите способности на почвата
 - Водопропускливост
 - Влагозадържане

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ **Отношение към химичният състав на почвата**
 - Достъпност на минерални елементи
 - Превръщане на различните форми на N, P, S, Fe,
 - Наличие на минерални елементи
 - Задържане на минералите от почвата
 - Снабдяване с азот от въздуха

Взаимодействия микроорганизми – почва

- ▶ Почвата като среда за развитие на МО
 - Най-богатият източник на микроорганизми
 - Осигурява много разнообразни условия за развитие на микроорганизмите
 - Химичен състав
 - ФХ условия

Взаимодействия почва – растения

▶ За растенията

- Място за развитие
- Условия за развитие
- Източник на хранителни елементи

▶ За почвата

- Източник на органични вещества (превръщат минералната среда в почва)

Взаимодействия растения– микроорганизми

- ▶ **Типове взаимодействия**
- ▶ Симбиотични
 - Гъби – микориза
 - Актиномицети – Frankia
 - Бактерии – Rhizobium
- ▶ Асоциативни
- ▶ Патогенни
 - Биотрофи
 - Некротрофи
- ▶ **Биотехнологично приложение на взаимодействието**
 - Микроорганизми, влияещи върху растенията и почвата
 - Биоконтрол

Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми

- ▶ Взаимодействие с корените на растенията
 - *Ризоплан /Rhizoplane/* – повърхност на корена, корена притежава голяма повърхност ($> 6 \text{ m}^2$ средно за пшеничено растение) заедно с почвенните микроорганизми.
 - *Ризосфера /Rhizosphere/* – зона от почвата, пряко повлияна от корените на растения (изключително променлива). Почвата, получена след изтърскване на корените.

Полезни Взаимодействия Растение– Микроорганизми

- ▶ Взаимодействие с корените на растения
 - *Ризокалъф (Rhizosheath)* – някои растения излъчват слузести вещества които слепват почвенните бучици около коренните, формиращи цилиндър около корена.. Най–типични за сухи почви.

- ▶ R/S съотношение – показва значението на кореновата система за микробното развитие.
 - $R \equiv$ брой или количество на микробната биомаса в ризосферата.
 - $S \equiv$ брой или количество на микробната биомаса в свободната от корени почва.
 - R/S обикновено между 5 и 20, може да е >100

- ▶ В ризосферата (отнесено към свободна от корени почва)
 - Наличието Грам отрицателни пръчки е по-високо
 - Наличието Грам положителни пръчки е по-ниско
- ▶ Отразява значението на ексудатите от корените на растенията и селекцията на микроорганизми с висока скорост на растеж

▶ Коренови ексудати

- аминокиселини (протеини)
- кето киселини (ТСА цикъл)
- витамини (ензимни ко-фактори)
- захари (С и енергия)

- ▶ Корените, покрити с активни микроорганизми продуцират повече екsudати отколкото корени, развиващи се в стерилни почви
- ▶ Корените не само отделят повече екsudат – има и взаимодействие с микробните съобщества
- ▶ При растежа на растенията микробното общество в ризосферата се променя, като се увеличава броят на бързорастящи микроорганизми

- ▶ Микробните популации очевидно повлияни от взаимодействието с корените ... а какво получават растенията?
- ▶ Една важна за растенията полза е азотфиксирането ...

Азотфиксиране

Примери за азотфиксиращи бактерии (* фотосинтетични бактерии)

Свободно живеещи

Симбиотични с растенията

Аеробни

Анаеробни

Бобови

Други растения

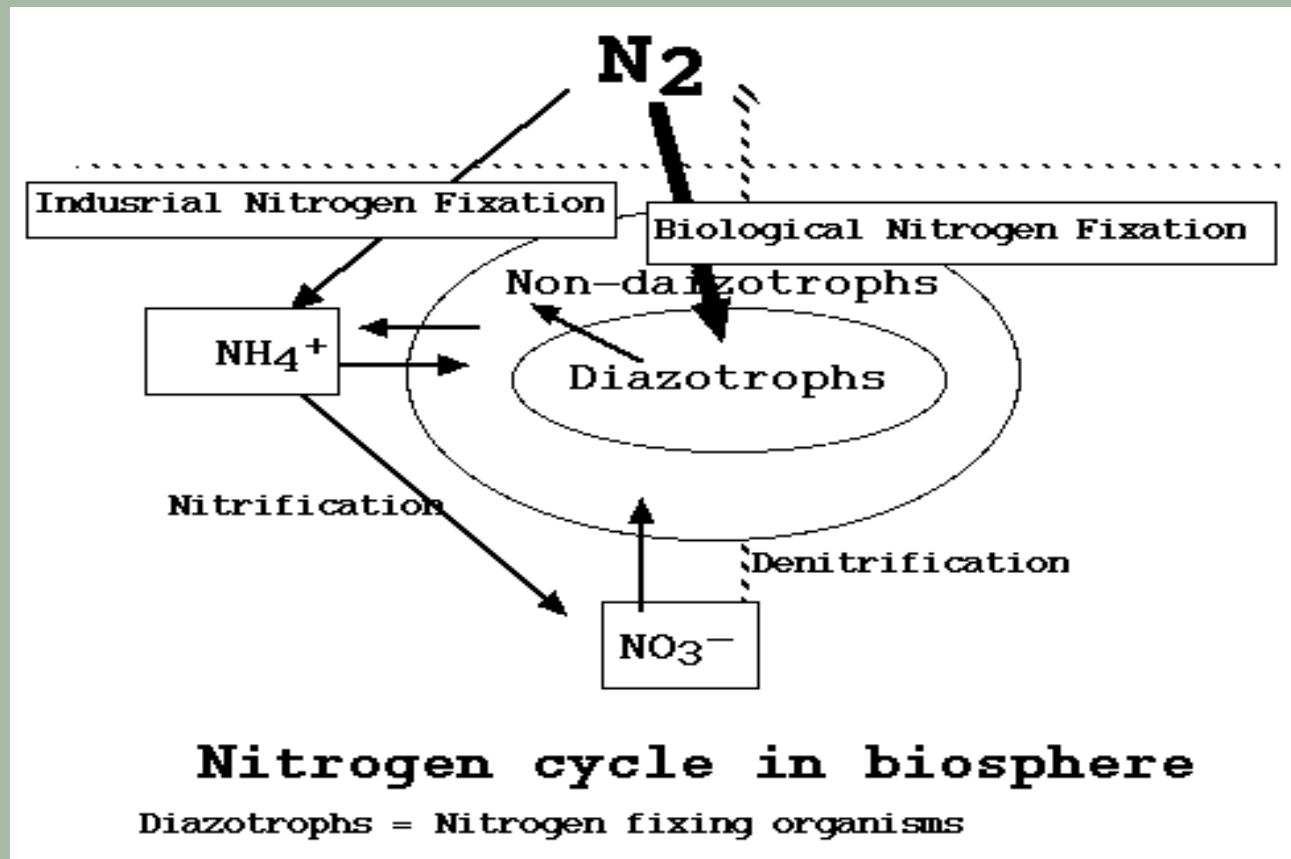
Azotobacter
Azospirillum
Beijerinckia
Klebsiella (някои)
Cyanobacteria
(някои)*

Clostridium (някои)
Desulfovibrio
Пурпурни серни
бактерии*
Пурпурни не серни
бактерии*
Зелени серни бактерии*

Rhizobium

Frankia

Азотфиксиране



► Азотфиксиране посредством свободно живеещи бактерии

Azospirillum (микроаерофили)

Azotobacter (микроаерофили)

Klebsiella (факултативно анаеробни)

Clostridium (анаеробни)

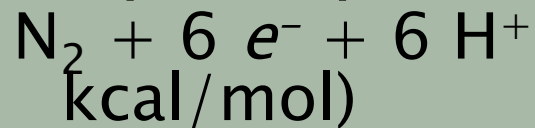
- Всички използват растителните ексудати като източник на енергия и клетъчен въглерод
- Могат да фиксират до 40 kg N₂ хектар⁻¹ година

$(8.6 \times 10^{26} \text{ молекули } N_2)$

▶ Газов азот (N_2)

- Приблизително 79% от атмосферата
- Неусвоим за растенията и животните като клетъчен азот
- Само прокариотите могат да го усвояват

Азотфиксиране

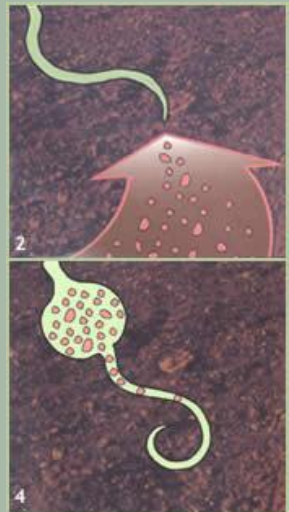


- Процеса изисква наличие на нитрогеназа (строго анаеробен ензимен комплекс)
- Изисква АТР
- Продуцира форма на азота усвояима за растенията



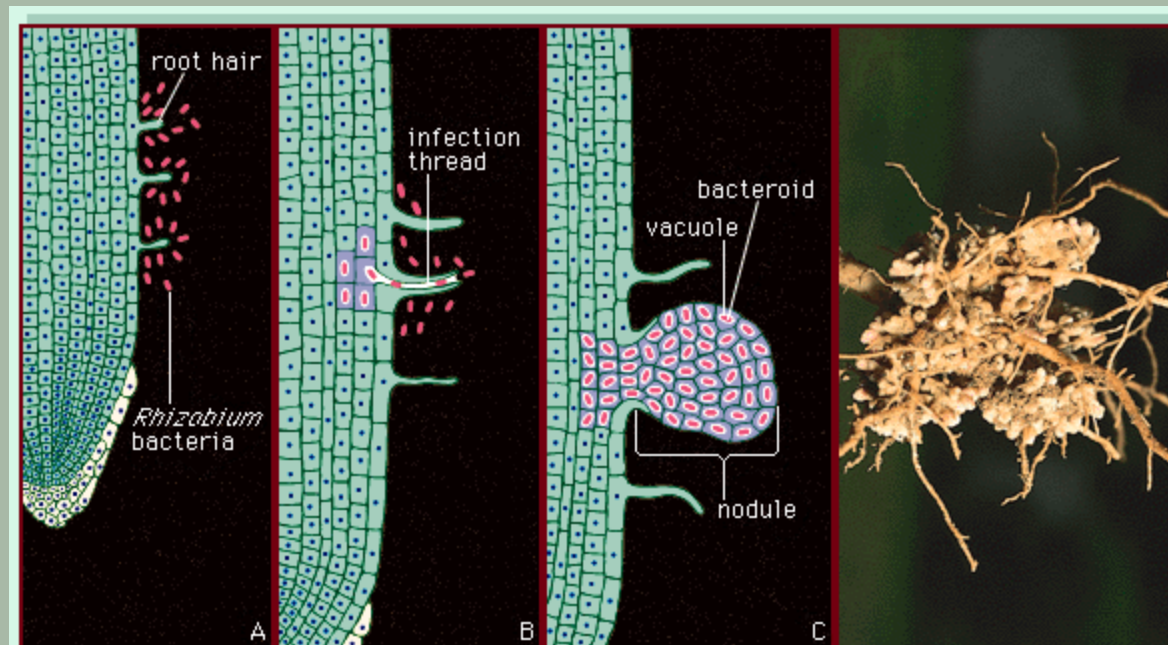
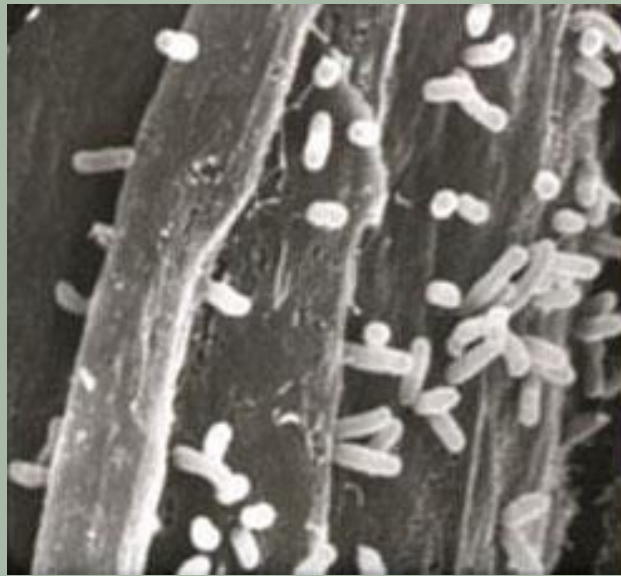
Бобови грудки

- ▶ Много бобови растения образуват симбиотични взаимоотношения с *Rhizobium*
- ▶ Инфекцията е през кореновите власинки и предполага видово специфично взаимодействие – специфични сигнали на разпознаване



Азотфиксиране в коренови грудки

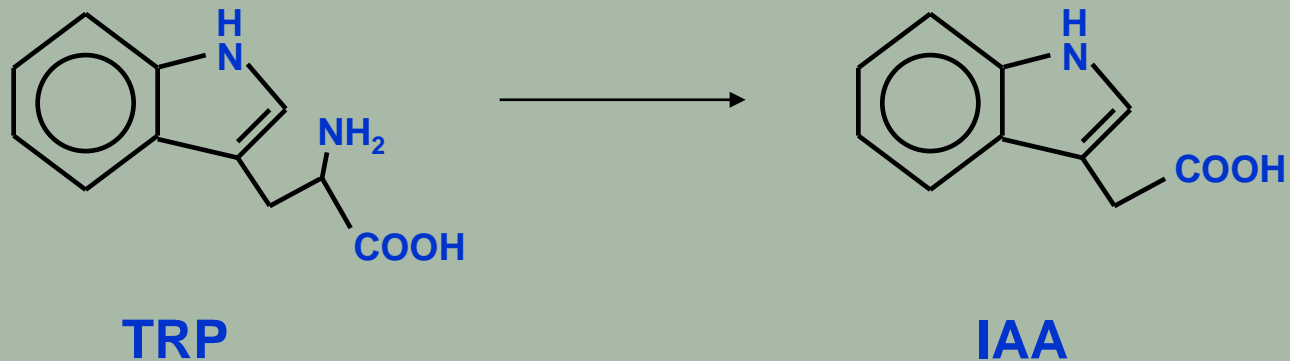
- Мутуалистични отношения между растения и бактерии
- Растенията формират тумороподобни грудки върху корена
- В тях бактериоидите превръщат N_2 в NH_3
- По-добър контрол върху фиксираният N_2 от растенията и бактериоидите



Етапи на грудкообразуване

- Свободно живеещи бактерии *Rhizobium* се придвижват към корена посредством хемотаксис
- Не е доминантна почвена бактерия
- *Rhizobium* не фиксират N_2 в почвата

- *Rhizobium* превръщат триптофана в индолацетат



- Rhizobium продуцират екзоензими, разтварящи клетъчната стена и позволяват на бактериите да проникнат в кореновите власинки.
- Проникването кара ядрата на кореновите власинки да кодират инфекциозна нишка (**infection thread**), канал за Rhizobium към корена



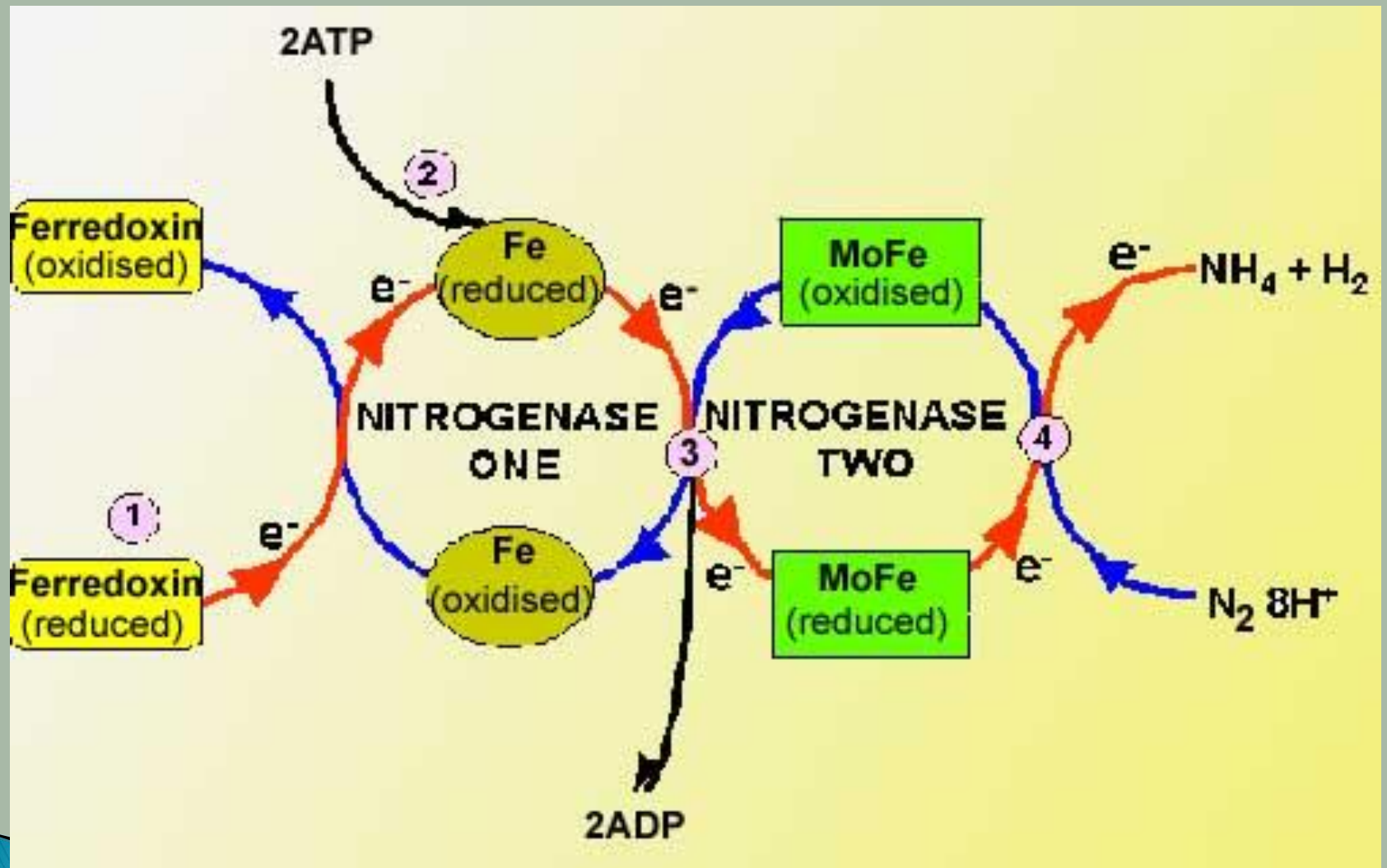
- Инфекционната нишка стимулира грудкообразуването
- *Rhizobium* преминава в бактериoidна форма (не расте повече извън гостоприемника)

▶ Стъпки в грудкообразуването

- leghemoglobin пренася O_2 в грудката
- Контрола на разпределението на O_2 е от жизнена важност – нитрогеназата трябва да е редуцирана
 - **heme** функцията е кодирана от *Rhizobium*
 - **globin** функцията е кодирана от растението

▶ N фиксиране в грудките

- Нитрогеназата е двукомпонентна ензимна система
- Много O_2 чувствителна



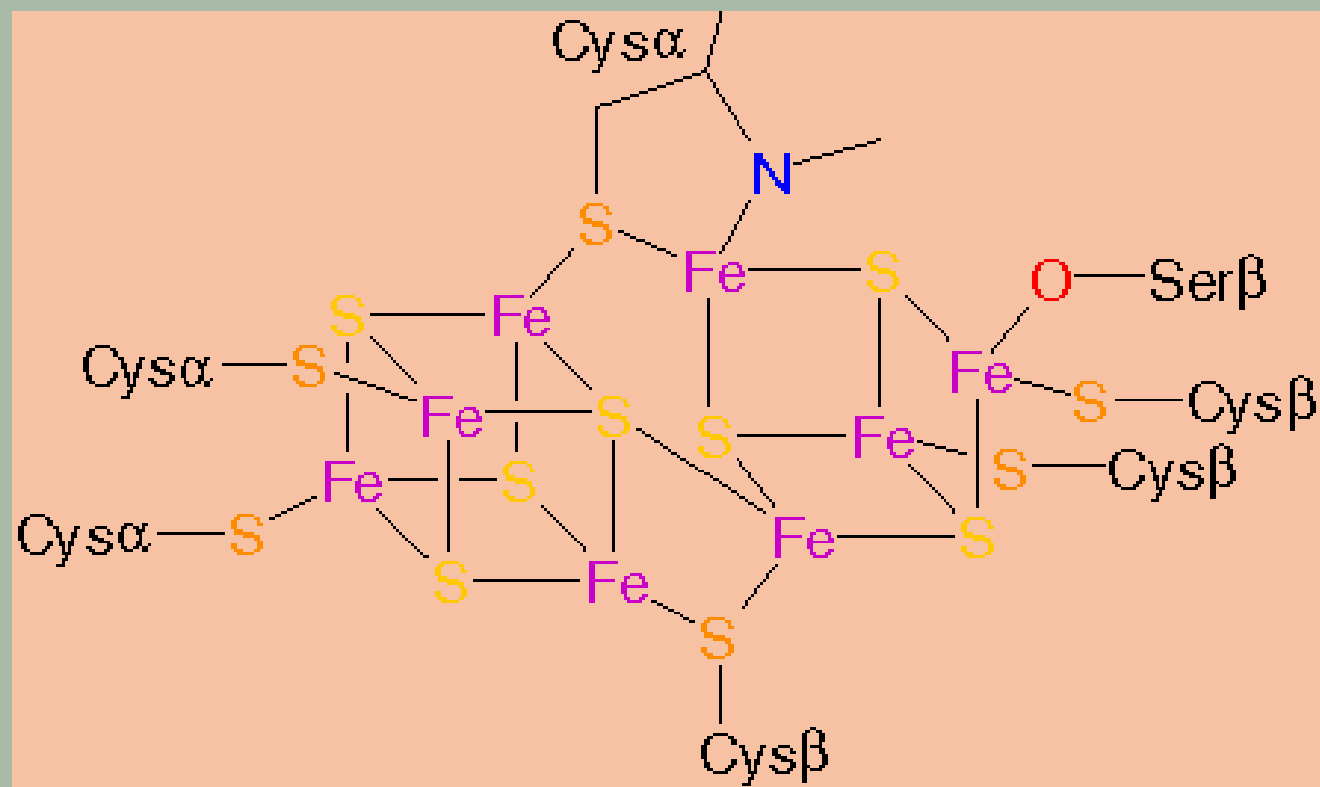
① Динитрогеназа Редуктаза (Fe протеин)

γ_2

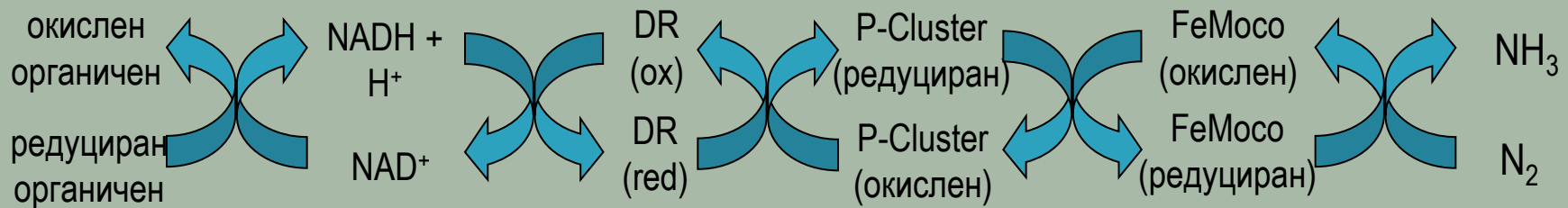
- Всяка субединица притежава два Fe атома
- Формира се Fe_4S_4 група
- Прехвърля се e^- към P- от динитрогеназата
- Хидролизира се АТР
- Като източник на e^- – сукцинат, малат, фумарат от растението

② Динитрогеназа (MoFe протеин) $\alpha_2\beta_2$

- Има две метални групи
 - P-cluster (8 Fe + 7 or 8 S)
 - FeMoco (7 Fe + 9 S + 1 Mo)
- the P-cluster picks up e^- from the reductase and shuttles them to FeMoco
- FeMoco is the site of N_2 reduction



► N – редукционна верига



Изисква 6 e^- и 6 H^+ (три електронни двойки)

Небобови грудки

- ▶ 200 дикотиледонни растения образуват небобови N_2 фиксиращи грудки след инфекция с актиномицети – *Frankia sp.*,
- ▶ Всички освен 2 са дървесни видове от умерените и тропични райони
- ▶ Най познатите са *Frankia sp.* с елша

Небобови грудки

Понастоящем това взаимодействие се счита за неспецифично

Предполага се, но не е установена ролята на ексудати както при *Rhizobium* sp. и бобовите при *Frankia*-елша симбиозата

Термичното третиране на кореновите ексудати от елша предпазват от инфекция с *Frankia* – предполага участие на протеини в симбиозата

Небобови грудки

- ▶ Повечето *Frankia* –асоциирани растения също микоризна симбиоза – тройна асоциация
- ▶ Синергетично – взаимодействие N_2 фиксиране и ускоряване на растежа
- ▶ При недостиг на N & P – микоризата подобрява усвояването на P – подпомагайки *Frankia* – *Frankia* увеличава N_2 фиксирането усилвайки кореновият растеж и развитието на микоризата

- ▶ Значителното N_2 фиксиране от *Frankia* показва ползата от отглеждане на дървесни видове
- ▶ Увеличаването на знанието за ролята на ексудатите в симбиозата може да доведе до развитието на симбиозата на *Frankia* с други растения



Асоциативни микроорганизми

Влияят върху минералното хранене на растенията

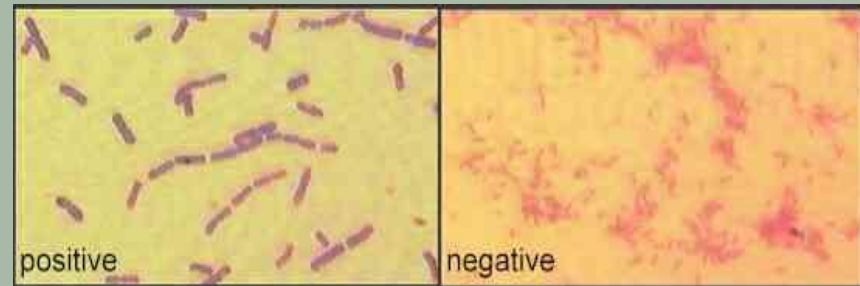
- Растежа и морфологията на корените
- Физиологията и развитието на растенията
- Наличността на хранителни елементи
- Процеса на усвояване на хр. Елементи

Асоциативни микроорганизми

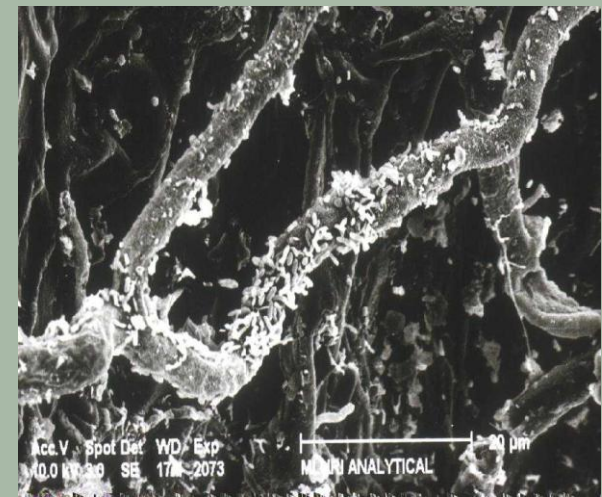
Много бактерии и гъби синтезират растежни субстанции като аминокиселини, витамини, растежни регулатори

Подобряват растежа на растенията посредством подтискане на патогените и вредните МО

Асоциативни микроорганизми



Свободно живеещи
микроорганизми могат
също да повлияят
наличността на N & P



Асоциативни микроорганизми

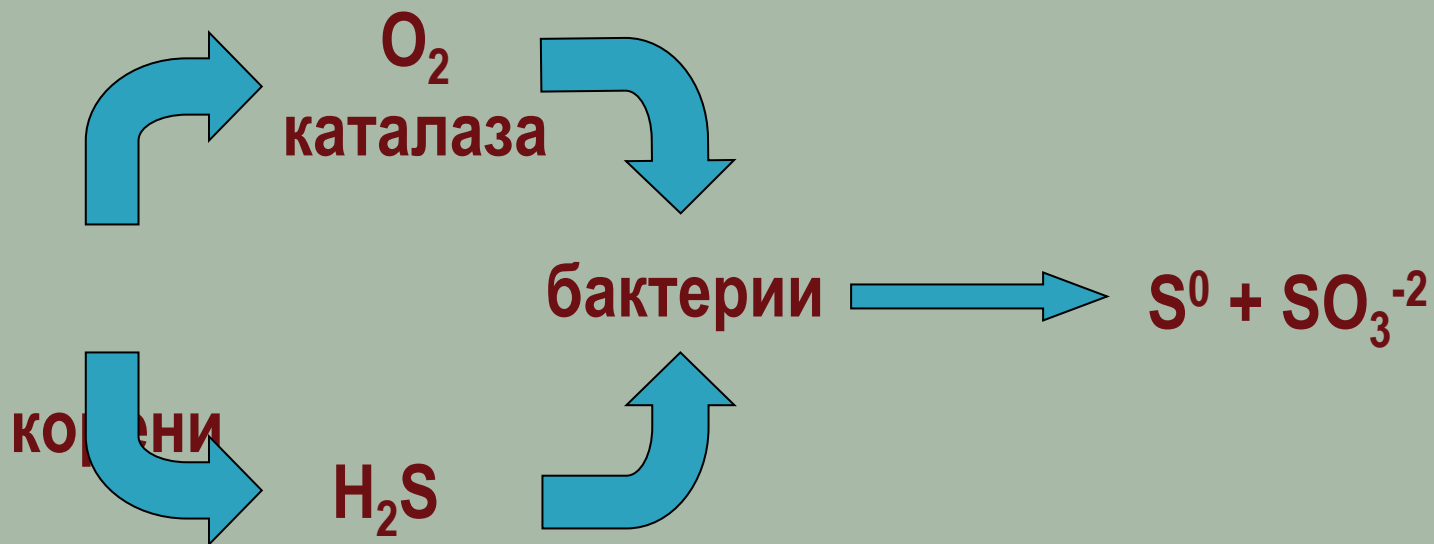
- Асоциативни N_2 фиксиращи бактерии – срещани в ризосферата на треви, царевича, пшеница и др. От родовете *Bacillus sp.*, *Enterobacter sp.* *Azospirillum sp.* *Azotobacter sp.*
- N е лимитиращ растежа фактор – потенциал за бъдещо развитие – условия за подобряване на N_2 фиксирането

Асоциативни микроорганизми

- Бактериите повишават достъпността на Р посредством разтваряне на неразтворимият в почвата фосфор
- Усвояването на Р при микоризните растения се увеличава при наличие на някои свободно живеещи МО и микориза

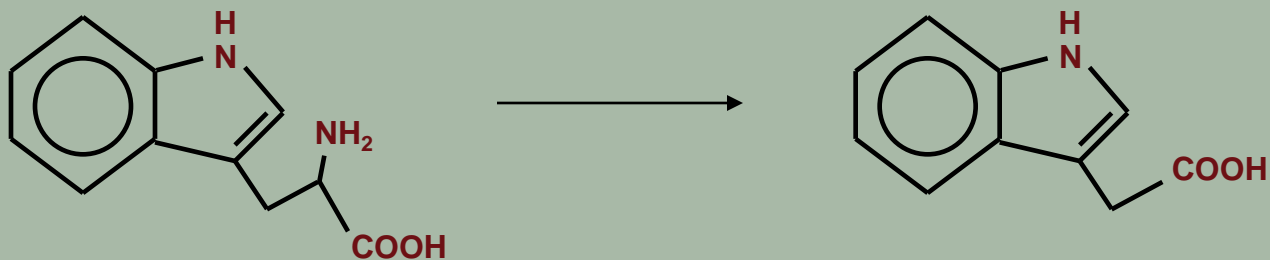
Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми

Мутуалистично отстраняване на H_2S



Продуциране на растежни хормони

- *Arthrobacter, Pseudomonas, Agrobacterium*
- Растеж върху растителни ексудати и продуциране на растежни хормони



Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми

Продуциране на растежни хормони

- Растенията снабдяват МО с екsudати, МО снабдяват растенията с растежни хормони
- Със развитието на растенията продуцирането на екsudати намалява, което понижава продуцирането на растежни хормони

Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми

▶ Други полезни отношения

- бактериите могат да продуцират субстанции, инхибиращи растежа на конкурентни растения
- бактериите продуцират киселини, разтварящи апатита (калциев флуорофосфат) освобождавайки свободен калции
- бактериите продуцират хелатиращи агенти, повишаващи разтворимостта на желязото и мангана

Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми

МИКОРИЗА

- Мутуалистична асоциация между гъби и корените на растенията
- Гъбите са интегрирани в структурата на растителните корени
- Гъбата прониква в растителният корен без да причинява заболяване

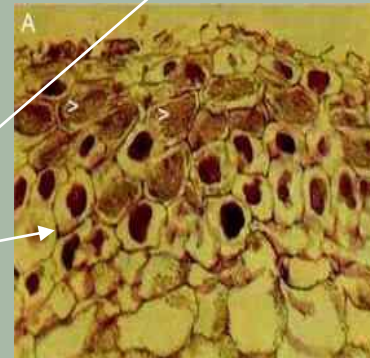
Симбиотични организми

Микориза

- Много растения са микоризни: гъбата получава С за растежа си от растенията, растението подобрена усвояемост на хранителни елементи



- 3 типа
Арбускуларна
Екто
Ерикоидна



- Микоризните гъби съществуват като спори/вегетативни пропагули в кореновите фрагменти
- Прорастването и развитието им се стимулират от кореновите ексудати (Bowen, 1994), хемотропизъм към корените посредством коренови ексудати (Tawarayama et al, 1998)

Ектомикориза

- Гъбите формират външен калъф върху корените и продължават в междуклетъчните пространства (не проникват в отделните клетки)
- Приблизителна дебелина – 40 μm
- Асоциацията може да достигне до 40% гъбна биомаса на единица корен, суха биомаса

Ектомикориза

- Открива се при повечето дървета в умерените гори
- Полза за растенията:
 - Устойчивост на засушаване
 - Устойчивост на патогени
 - Повишено усвояване на хранителните елементи (PO_4 и K)
 - Повишена торерантност към pH промени
 - Повишен растеж на корените

Ектомикориза

- Ползите за гъбите са:
 - първи с достъп до растителните ексудати
 - Директна полза от фотосинтетичната активност на растенията

Ендомикориза

- Гъбният мицел прониква както в междуклетъчното пространство на клетките, така и в индивидуалните клетки
- Пирен, рододендрони, дафиново дърво , орхидеи
- Гъбата не фиксира азот, но увеличава усвояването на наличния азот

Ендомикориза

- Орхидеите се опрашват през нощта. Някои микоризни гъби са биолуминисцентни и привличат насекомите
- Данните за rRNA последователност поставят произхода на ендомикоризата до или близо до произхода на земните растения. Това е индикатор за продължителна ко-еволюция.

Везикуларно–арбускуларна (VA) Ендомикориза

- Най–срещаната микоризна асоциация
- пшеница, царевица, картофи, фасул, соя, домати, ягоди, ябълки, портокали, грозде, памук, тютюн, чай, кафе, какао, захарна тръстика. . .

Везикуларно–арбускуларна (VA) Ендомикориза

- Обширна мрежа от мицел простираща се навътре в почвата, обкръжаваща корена и проникваща в него (форма на гранули и дървовидна форма)

Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми – МИКОРИЗА

Арбускули

Сложно разклонени израстъци, формирани в клетките на корена, изглеждащи като малки дръвчета. Арбускулите са формирани посредством повтарящо се дихотомно разклоняване и намаляване на дебелината на хифите от началната централна хифа, която се разклонява в много фини странични хифи. Те са смятани за основното място на обмяна с растението гостоприемник.

Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми– МИКОРИЗА

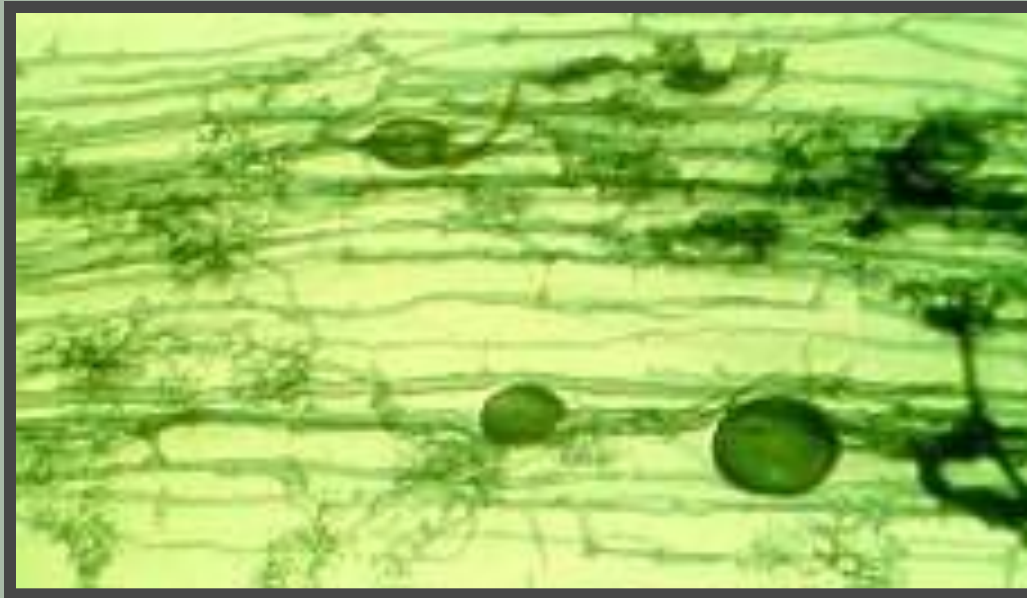
Старите арбускули се разпадат прогресивно до основната хифа. Понякога разпаднатите арбускули се наричат пелетони.

Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми– МИКОРИЗА

Везикули

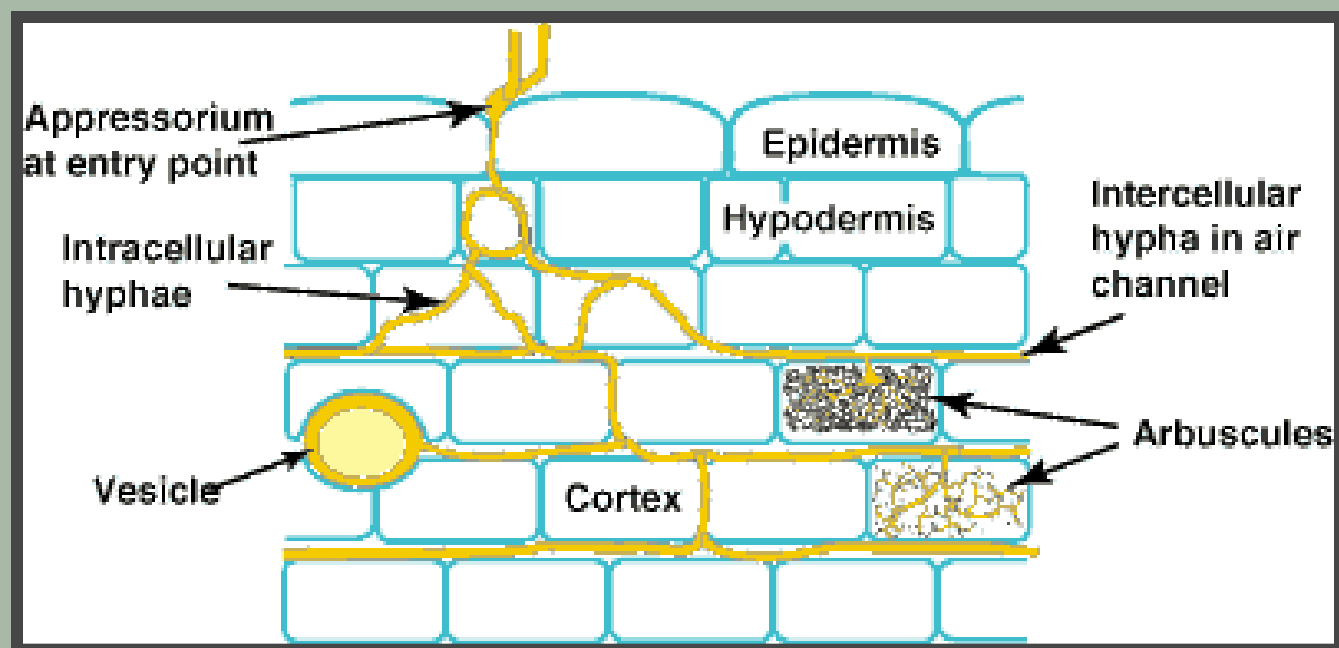
Вътрешна (–о–) или повърхностна (–о) подутина на хифите, образувани върху вътреклетъчен мицел в кореновата кора. Те може да се формират в или между клетките. Везикулите натрупват липиди и може да развият дебели слоеве в старите корени. Количеството и структурата на везикулите варира между различните видове от *Glomeromycota*. Те са трайни форми, които могат също да функционират като пропагули.

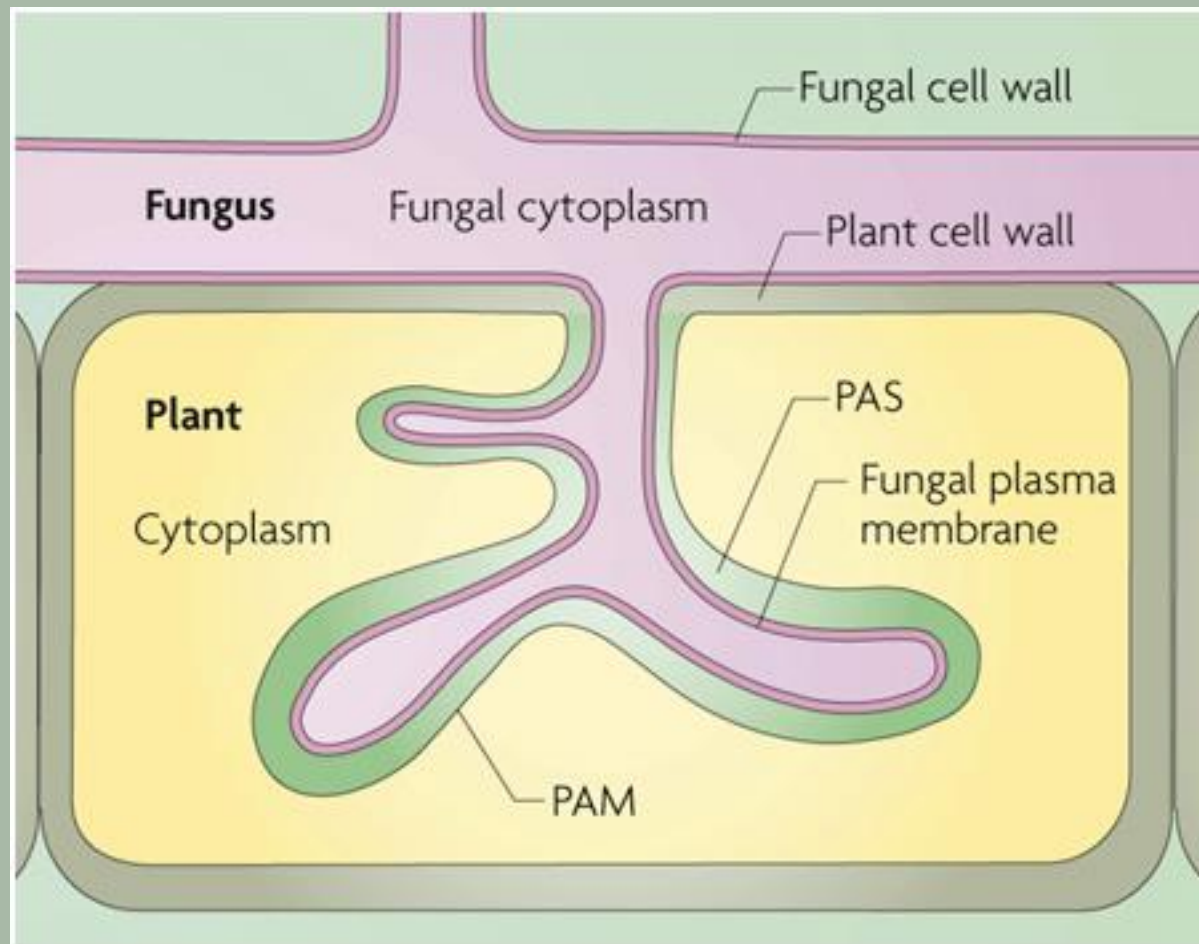
Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми– МИКОРИЗА

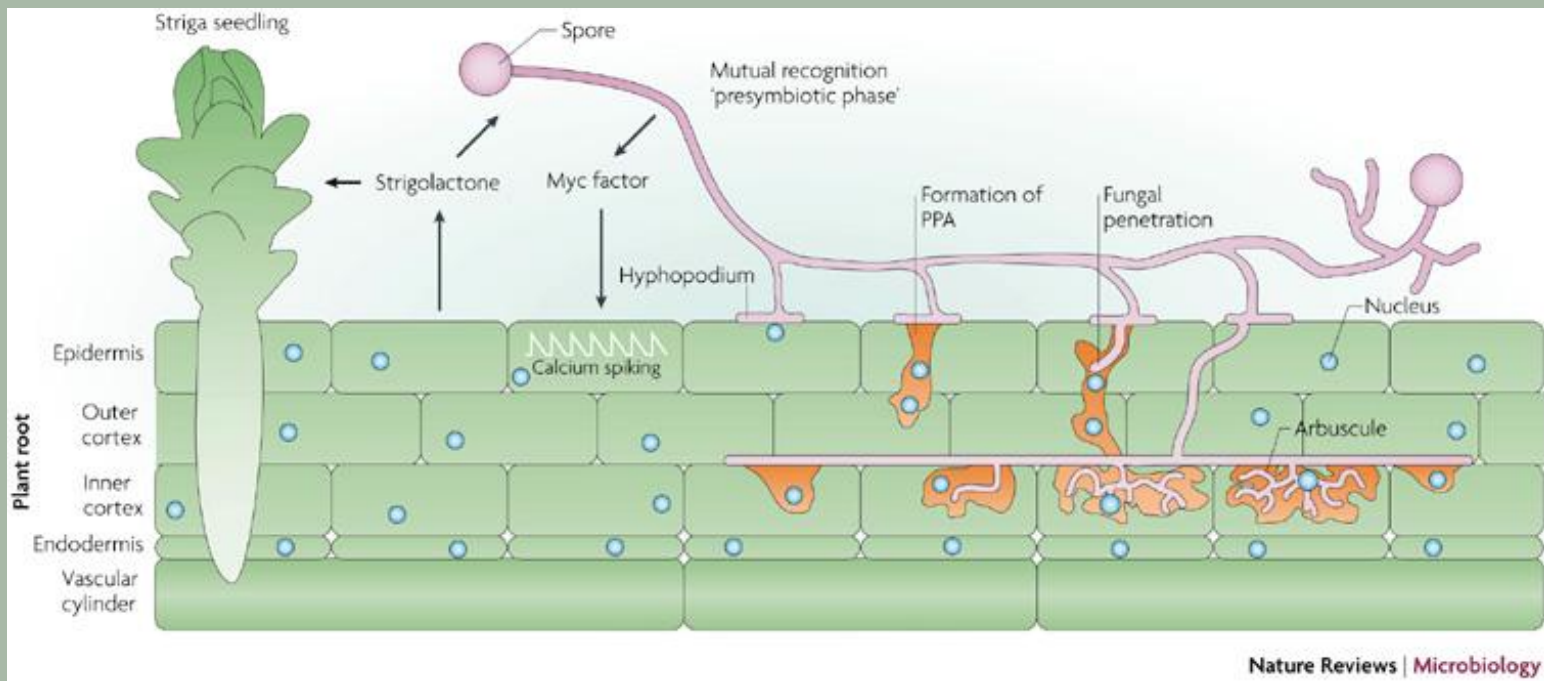


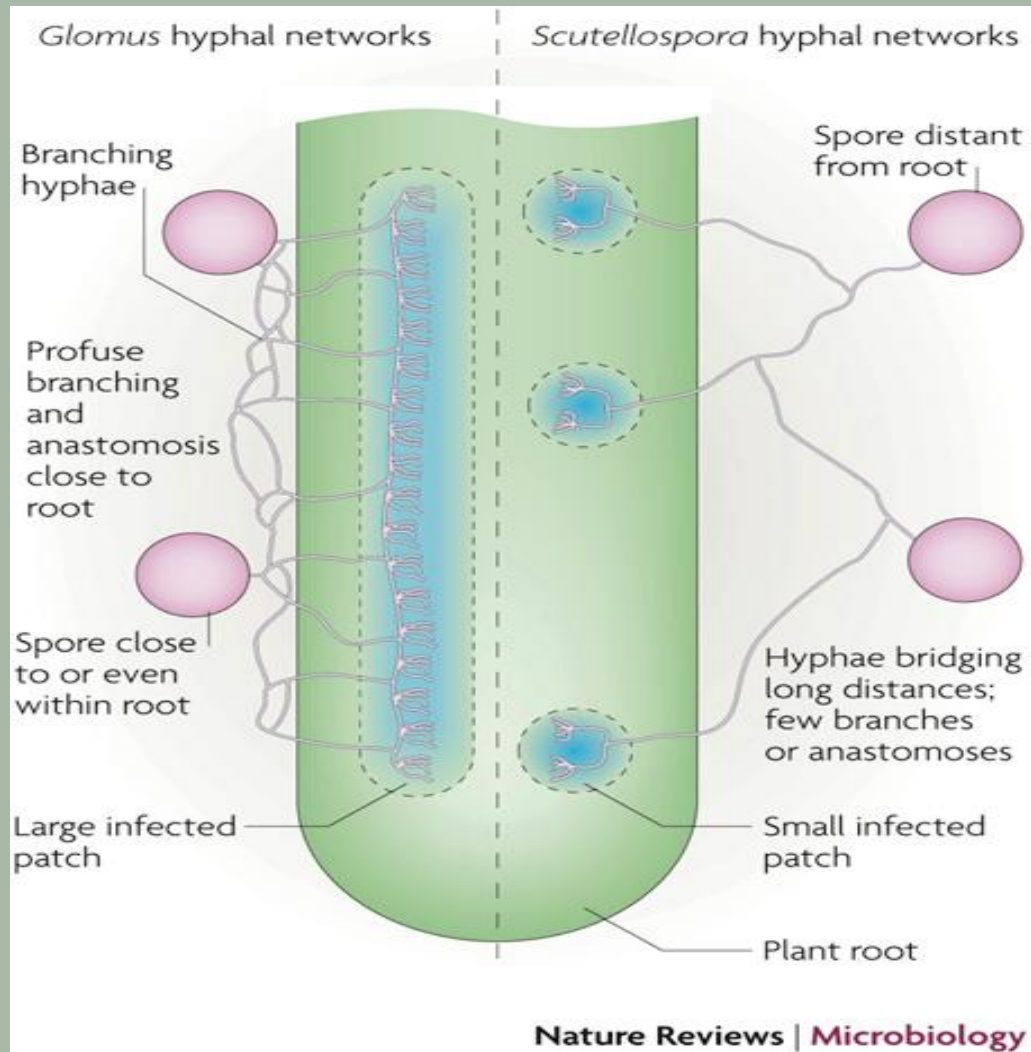
Колонизиране на корена от ендомикоризна гъба
(Brundrett et al. 1985 Can. J. Bot. 63: 184).

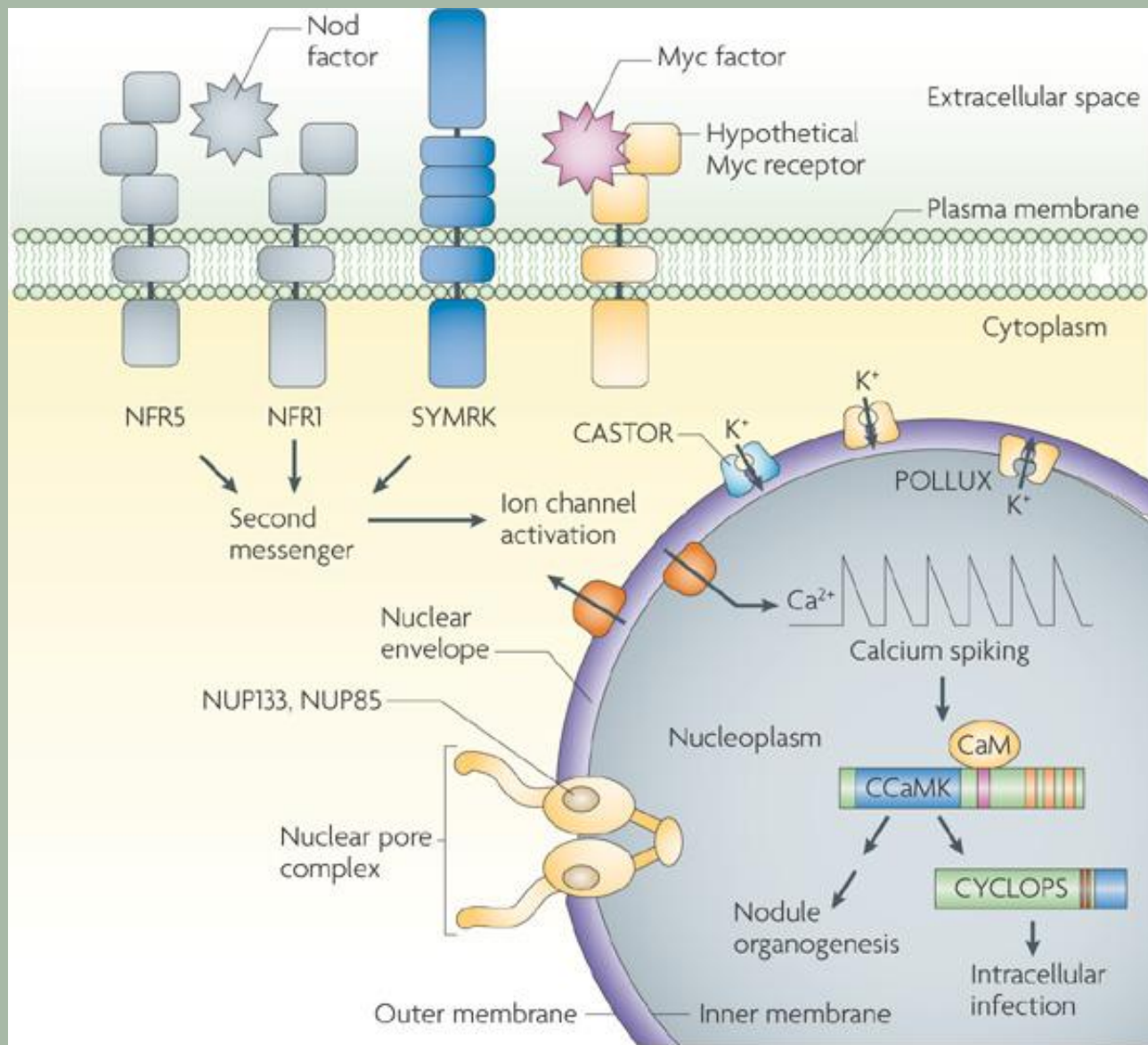
Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизмы

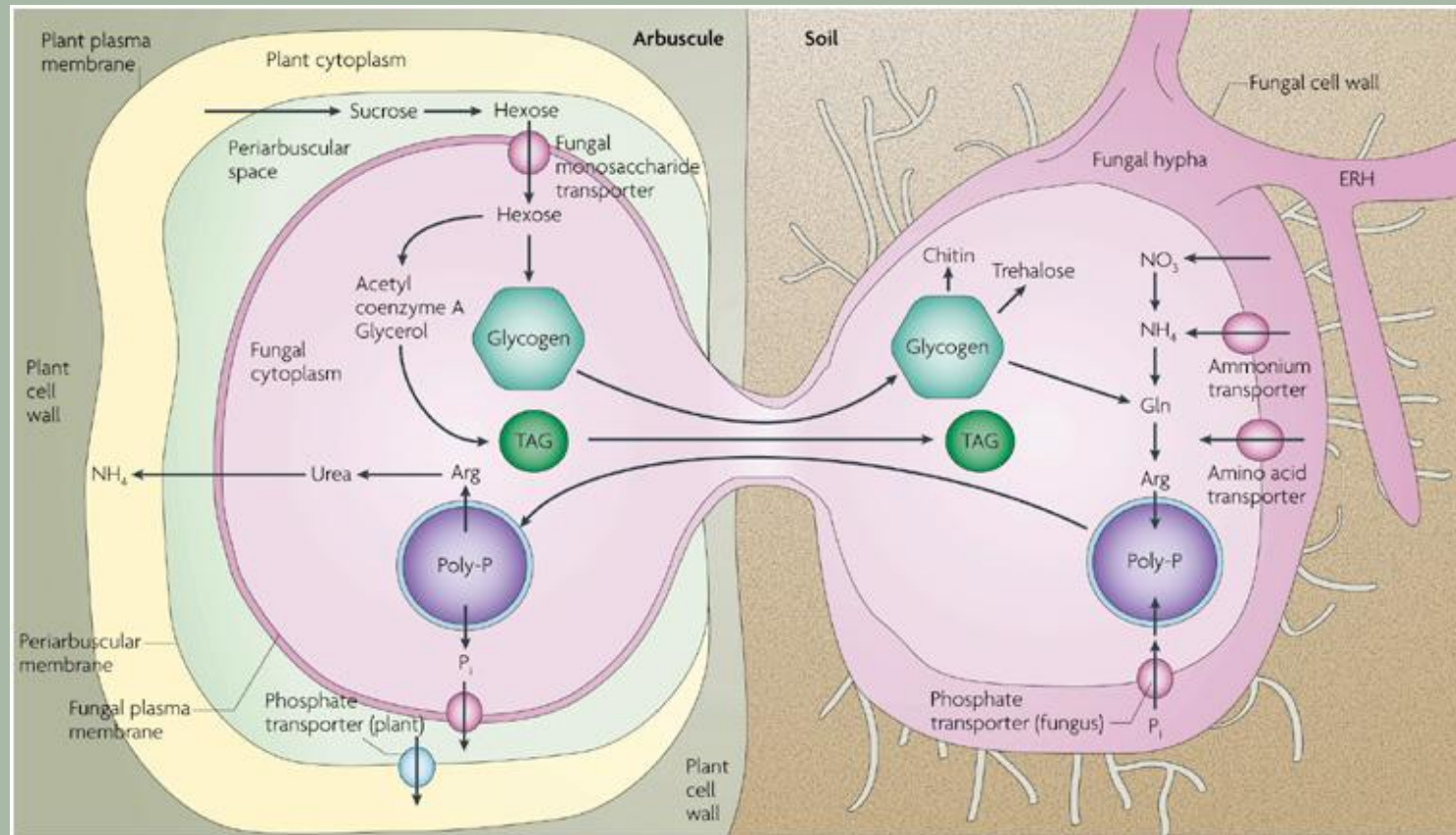














Полезни Взаимодействия Растение–Микроорганизми

▶ Везикуларно–арбускуларна (VA) Ендомикориза

- ползи за растението:
 - устойчивост на суша
 - устойчивост на патогени
 - Подобро усвояване на хранителни елементи
 - повишена толерантност към рН промени
 - Повишен растеж на корена

- ▶ Често VAM съществува съвместно с *Azotobacter* – азотфиксиращи бактерии и това води до обогатяване на почвата с азот.

Биотехнологично приложение на взаимодействията растение – почва – МО

- ▶ PGPR – plant growth promoting rhizobacteria
- ▶ Произвеждат растежни регулатори
- ▶ Фиксират N_2
- ▶ Минерализират P
- ▶ Усилват микоризацията

Биотехнологично приложение на взаимодействия растение – почва – МО

- ▶ Биоконтрол – подтискат/убиват патогените
- ▶ Повишават придобитата устойчивост на заболяване

Биотехнологично приложение на взаимодействията растение – почва – МО

- ▶ Търговски препарати на база МО
 - Почвени инокуланти
 - Биоторове
 - Ефективни МО
 - Микоризни инокуланти
 - Биопестициди
 - Антигъбни препарати
 - Инсектициди
 - Препарати с нематоцидно действие
 - Други

Биотехнологично приложение на взаимодействията растение – почва – МО

- ▶ Генетически промени в растенията
 - МО – вектори на пренос на генетичен материал
- ▶ Биологична ремидиация (възстановяване) на почвата
 - Пречистване на почвата от орг. замърсители
 - Пречистване на почвата от тежки метали

Управление на микробната дейност в почвата

- ▶ Управление чрез промяна на състава на средата
 - Въглеродни източници
 - Азотни източници
- ▶ Управление чрез промяна на ФХ параметри на средата
 - Контрол на температурата, рН, количеството на разтвореният кислород, влагата

Управление на микробната дейност в почвата

- ▶ Промяна на състава на средата
 - Въглерод
 - Съотношение C:N – 25–30:1
 - Източници на въглерод
- ▶ Процеси, стимулирани при различно съотношение
 - $>30:1$
 - $<25:1$

Управление на микробната дейност в почвата

- ▶ Промяна на рН
 - Начини за повишаване на рН
 - Начини за понижениe на рН
 - Процеси, повлияни от промяната на рН
- ▶ Промяна на наличието на O_2
 - Аериране
 - Воден баланс
 - Мулчиране

Управление на микробната дейност в почвата

▶ Влага

- Активност на водата – a_w – количеството налична вода
- Вода – $a_w - 1$
 - Бактерии – $a_w - 0.90$
 - Гъби – $a_w - \min 0.70$