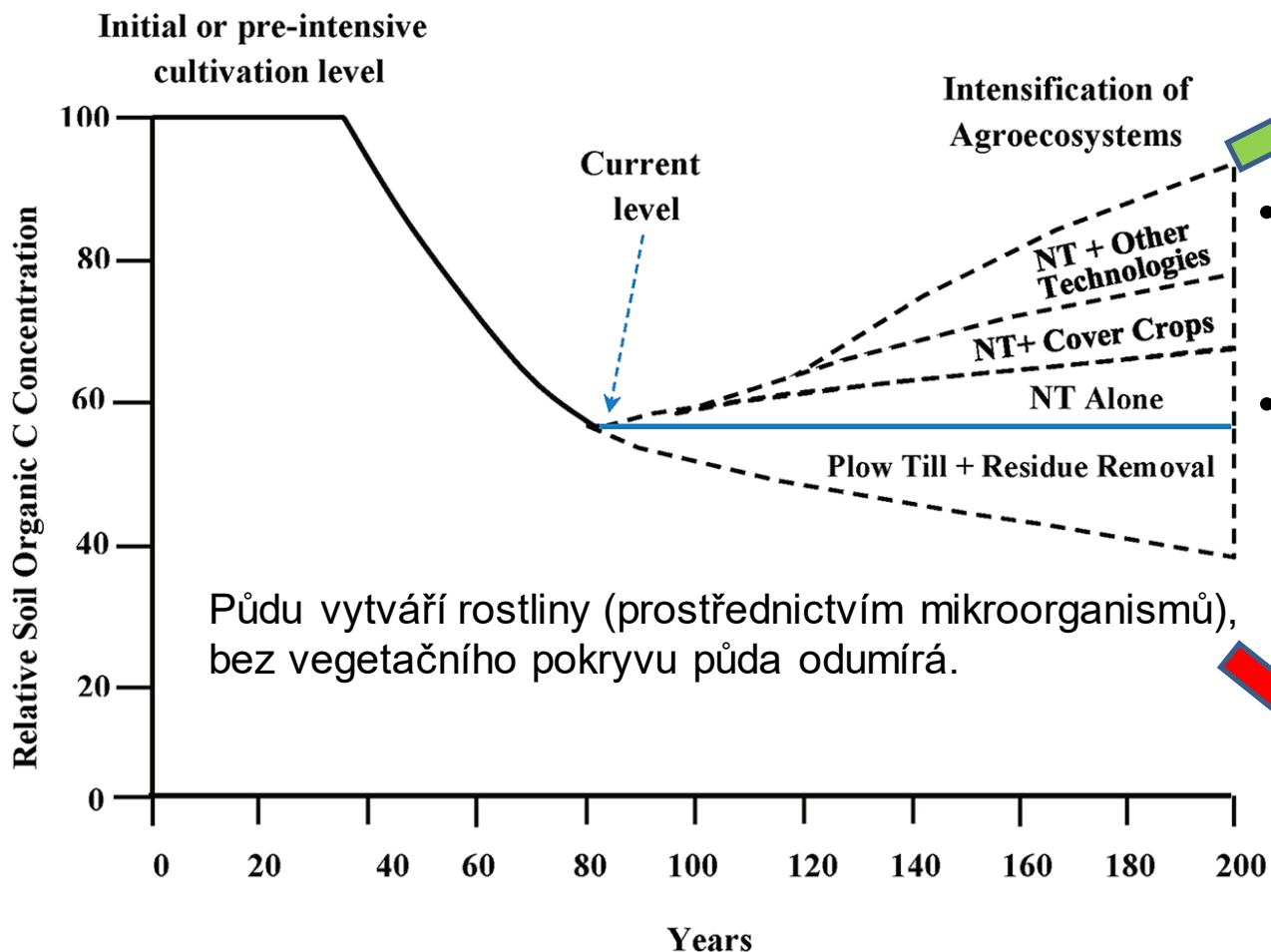


Karel KLEM

# Meziplodiny – klíčová cesta k ukládání uhlíku v půdě

# Uhlík v půdě je nositelem úrodnosti

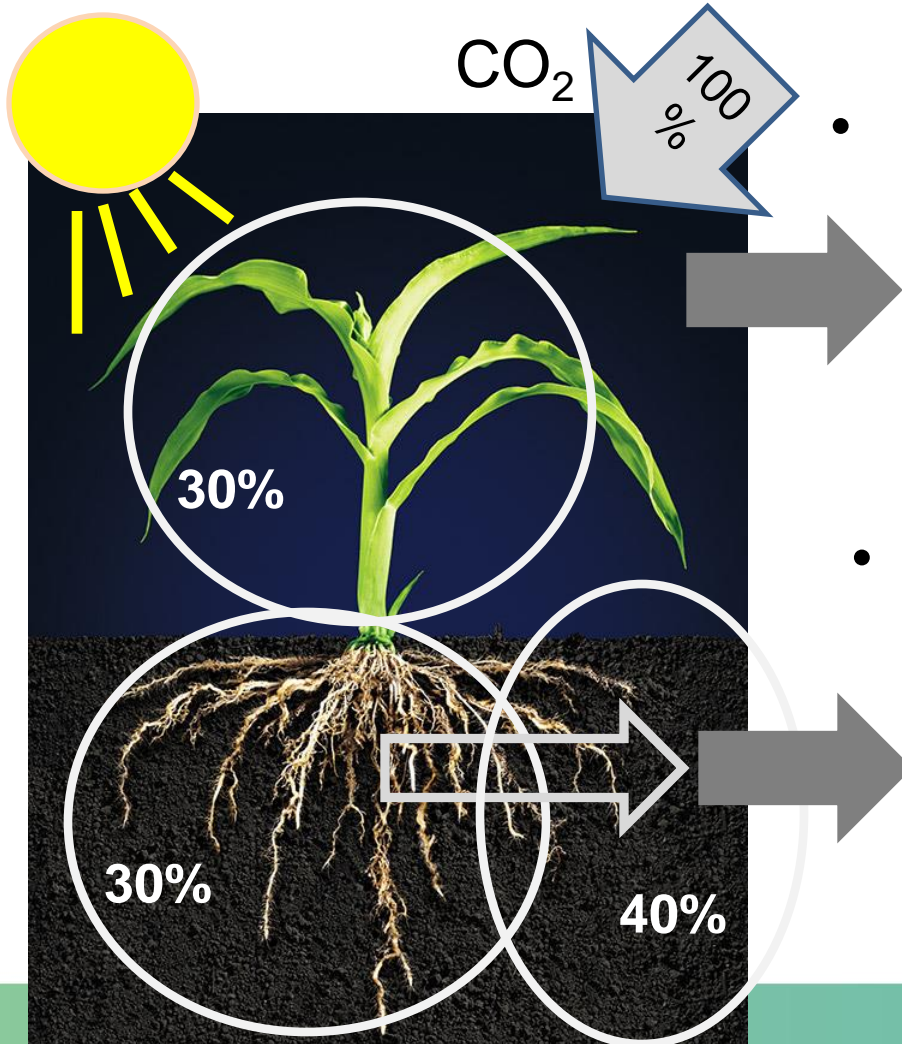


- Intenzivní zemědělství = jednoznačný trend poklesu půdního uhlíku za posledních 100 let
- Poslední šance na zvrácení tohoto trendu – jinak nás čekají dramatické poklesy výnosů – především „desertifikace“ (živiny jsme schopni dodat, vodu jen ve velmi omezené míře)



# Proč nestačí dodávat uhlík ve formě organických hnojiv?

Zde se dostáváme k samotné podstatě celého problému:



- Dráha tzv. pevného uhlíku (biomasa) – primárně rozklad – stabilní organický uhlík se tvoří jen ze 2-5% uhlíku
- Dráha tzv. „tekutého uhlíku“ - exsudáty + mykorrhizní houby – jednoduché organické sloučeniny, polymerní látky, glomalin – 40-50% se přeměňuje na stabilní uhlík poutaný na minerály (MAOM)

**Stabilní uhlík (Humus?)**

**0.15 t C/ha/rok**



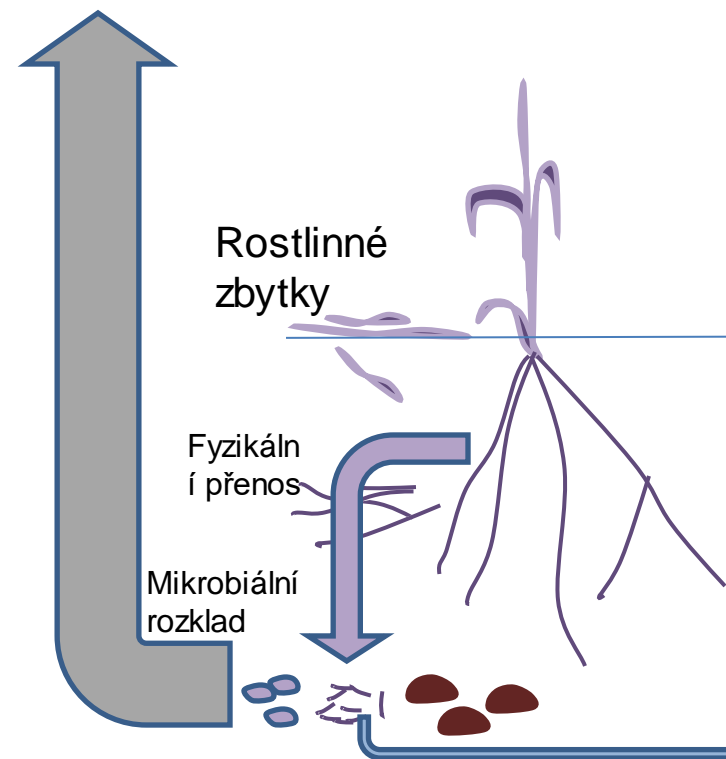
**4 t C/ha/rok**

Při produkci 15 t nadzemní biomasy

## Fyzikální a dekompoziční (pevná) dráha uhlíku

CO<sub>2</sub>  
>90%

Odumírající  
rostlina



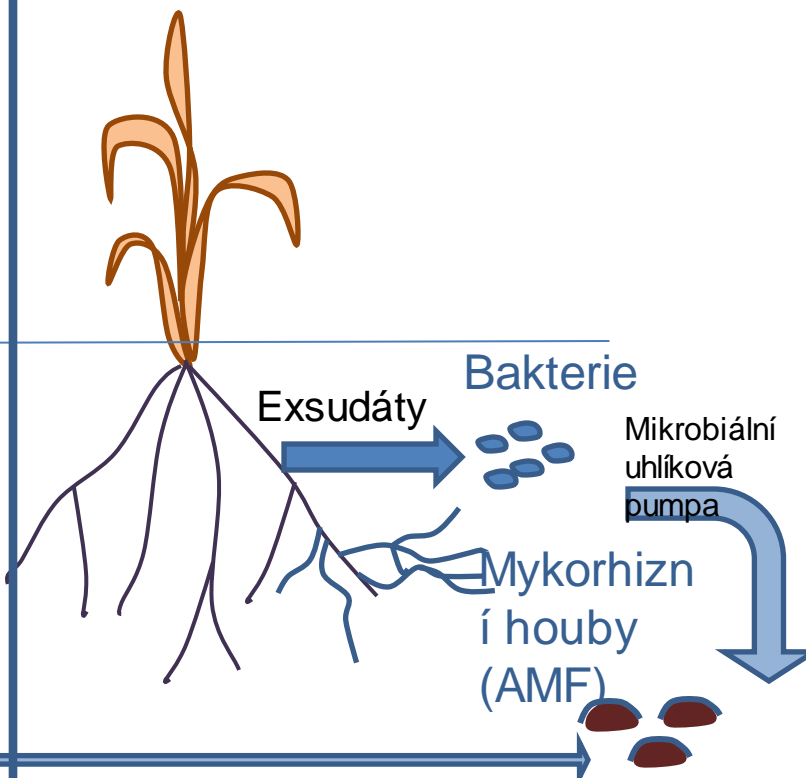
Hrubý částicový organický uhlík (POM)

- Vysoký poměr C:N
- Celulóza, hemicelulóza, lignin
- Není poután na minerální částice
- 1-10 let životnost

## Mikrobiální (tekutá) dráha uhlíku

CO<sub>2</sub>  
<50%

Živá rostlina



Na minerály potaný organický uhlík (MAOM)

- Nižší poměr C:N (klíčový význam leguminóz)
- Cukry, organické kyseliny, polyfenoly, polymery
- Fyzikálně a chemicky poutané na minerální částice
- 10-1000 let životnost



Dráha tekutého uhlíku je až 30x účinnější

# Funkce jednotlivých komponent meziplodin

Plant functional groups – planted individually and in groups



## Nitrogen Fixers

Spring Pea  
Lentil

→ Increase nitrogen



## Fibrous Root

Oats  
Proso millet

→ Add soil carbon

→ Reduce compaction,  
move nutrients upward

→ Rapid ground cover, high  
biomass, potential  
disease control



## Tap Root

Purple top turnip  
Safflower

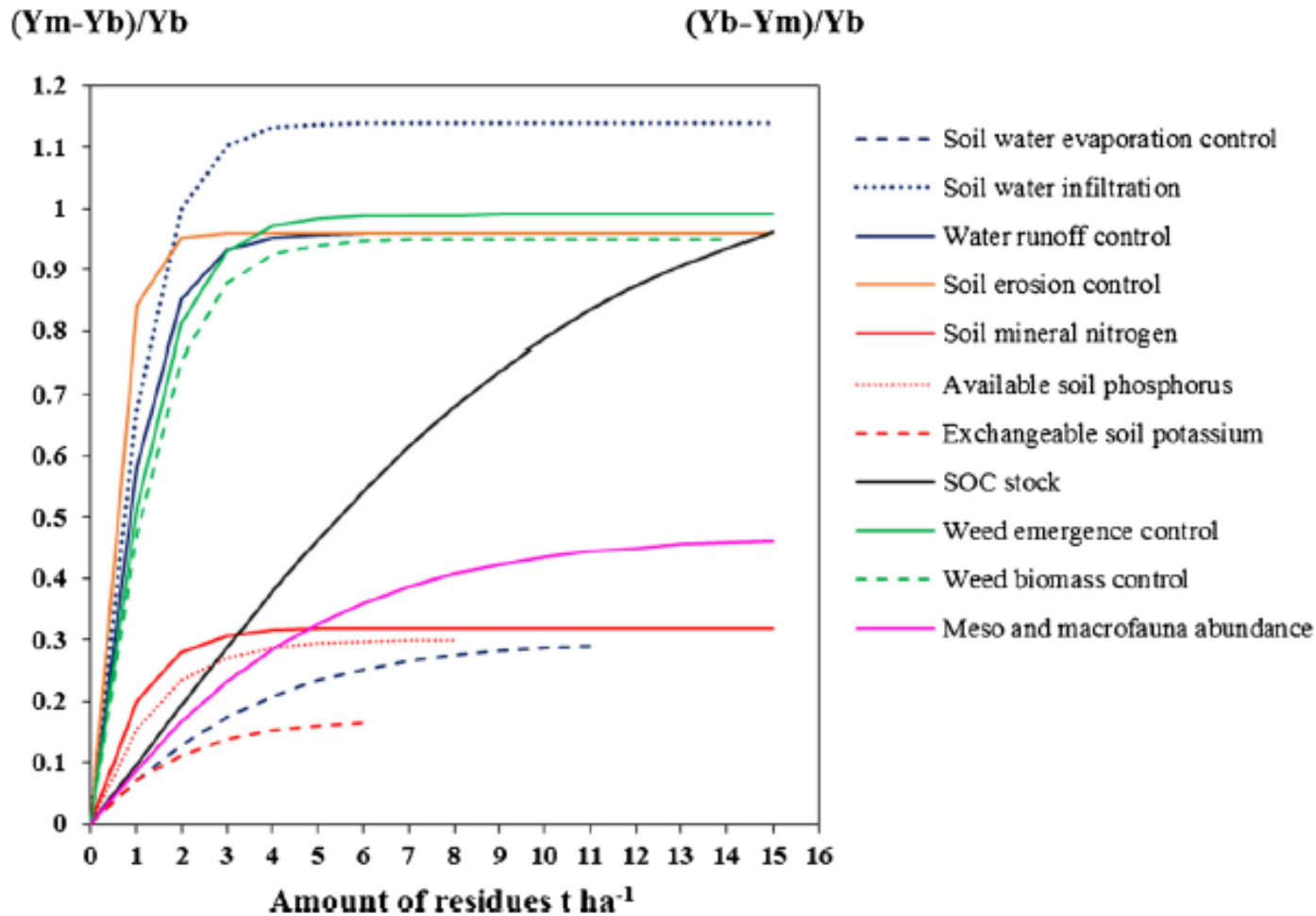


## Brassica

Daikon radish  
Winter canola

- Leguminózy – zvyšují dusík v půdě
- Lipnicovité (svazčitý kořenový systém) – zvyšují uhlík
- Rostliny s kůlovým kořenem – rozrušují utuženou půdu – přivádějí živiny z hlubších vrstev
- Brukvovité – rychlý růst, ochrana půdy před erozí, redukce zaplevelení, snížení výskytu chorob

# Pozitivní funkce meziplodin jsou výsledkem krycího efektu vegetace (krycí plodiny) a pozitivních účinků v půdě



## Soil organic matter



Brick = high bulk density,  
low pore space



Sponge = low bulk density,  
high pore space

# Účinek meziplodin na ukládání uhlíku, omezení eroze, zvýšení infiltrace a podporu půdního mikrobiomu lze zajistit pouze kombinací s no-till technologií založení i následného ukončení



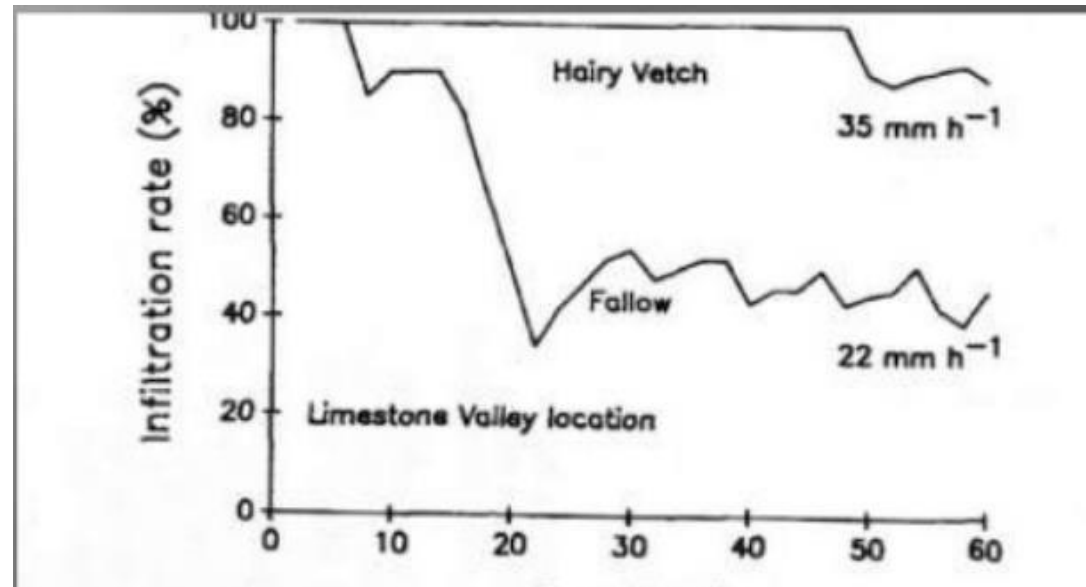
# *Kontinuální vegetační pokryv má zásadní přínosy pro omezení eroze a zlepšení infiltrace*



<https://www.youtube.com/watch?v=i0ENN Mky1sc>

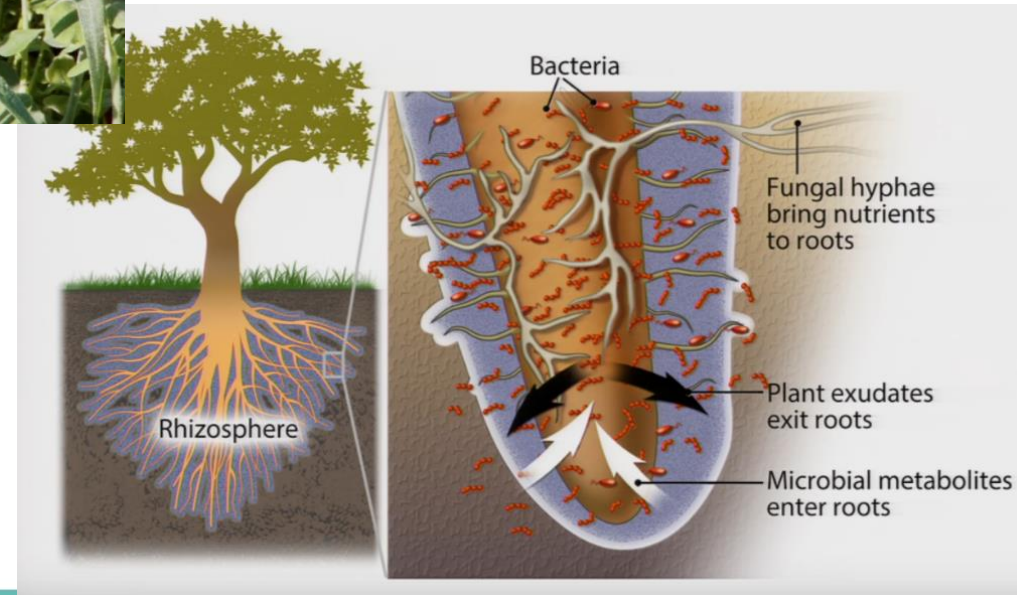
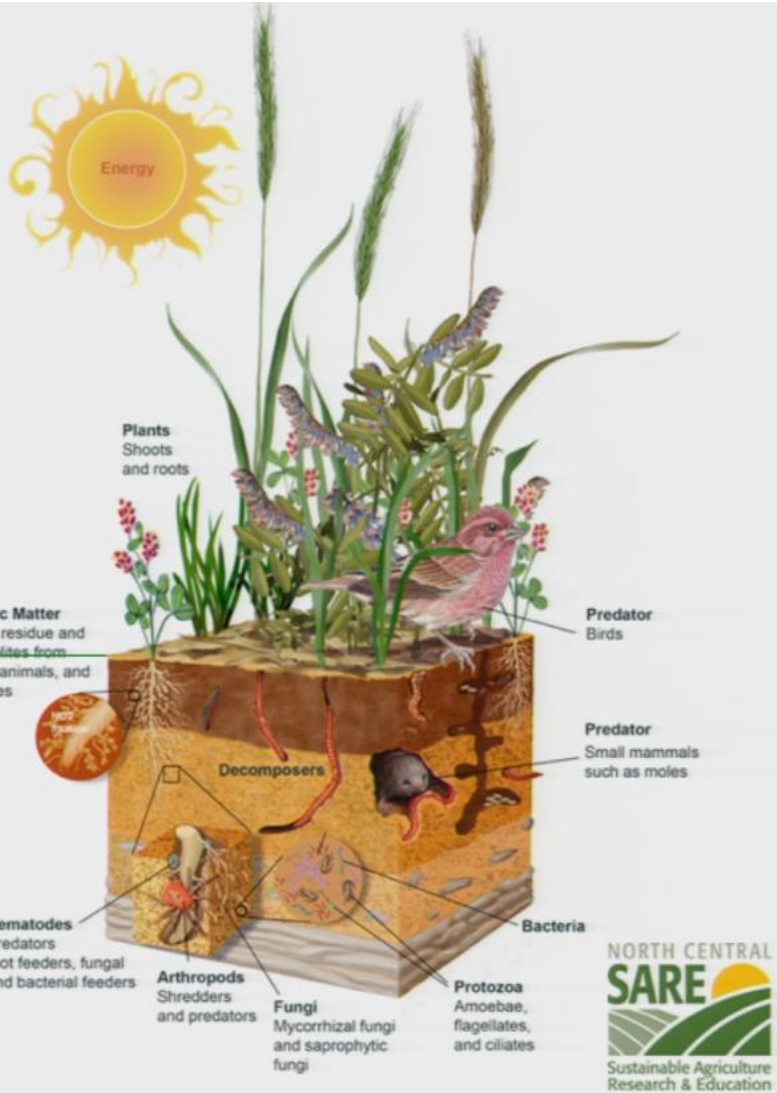


# Již po 5 minutách srážek dochází u holé půdy k poklesu infiltrace



	Úspora vody v mm
Omezení přímých ztrát vody při zpracování půdy	15-20
Omezení výparu z půdy díky zastínění mulčem	60-130
Zvýšení infiltrace	50-150
Celkem úspory vody	až 300 mm

# Druhově bohaté meziplodiny jsou zdrojem potravy pro celý potravní řetězec



# Meziplodiny v kombinaci s no-till technologií zvyšují množství žížal v půdě o více jak 30%

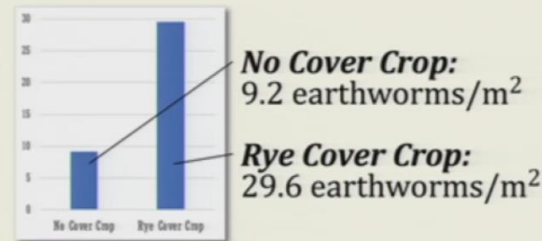
## EARTHWORMS & SOIL HEALTH

Middens of *Lumbricus terrestris* (common nightcrawler) were counted at rye sites (5 on-farm and 1 research farm) in June 2016:

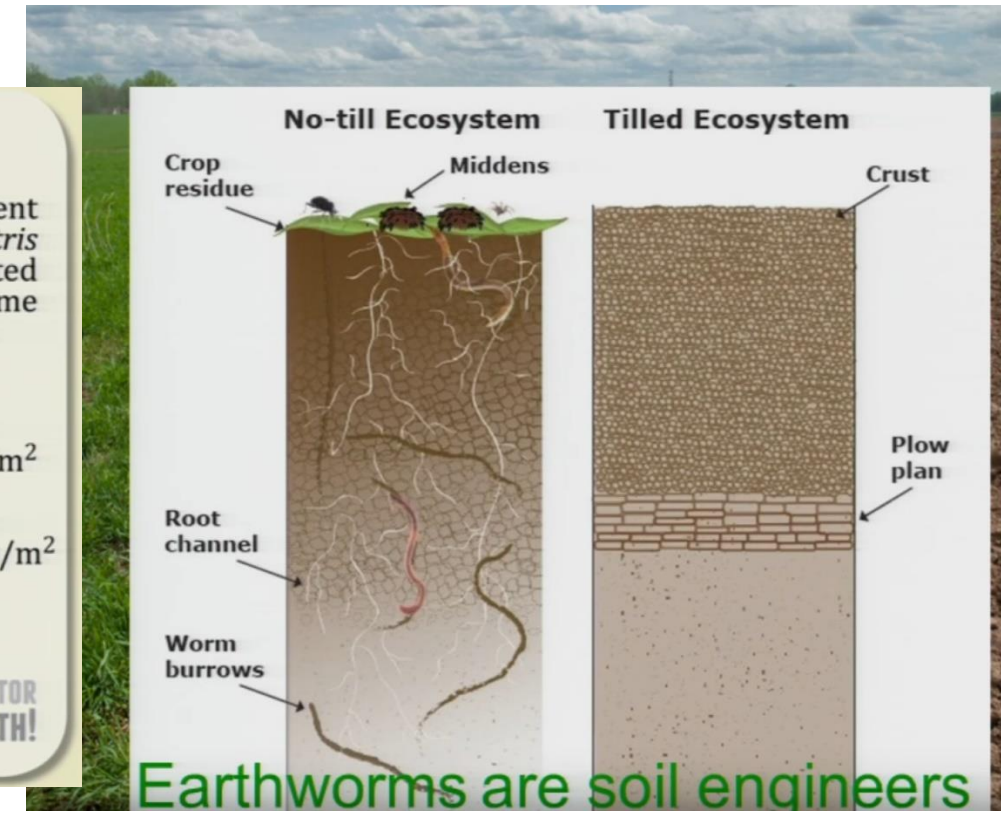


Across all sites (with rye for 7+ years), **38% MORE EARTHWORMS WERE PRESENT WITH A CEREAL RYE COVER CROP** compared to strips without cover crop.

These midden counts are consistent with earthworms counts (*L. terrestris* and *Aporrectodea* spp.) conducted via electrical extraction at the same research farm site in April 2015:

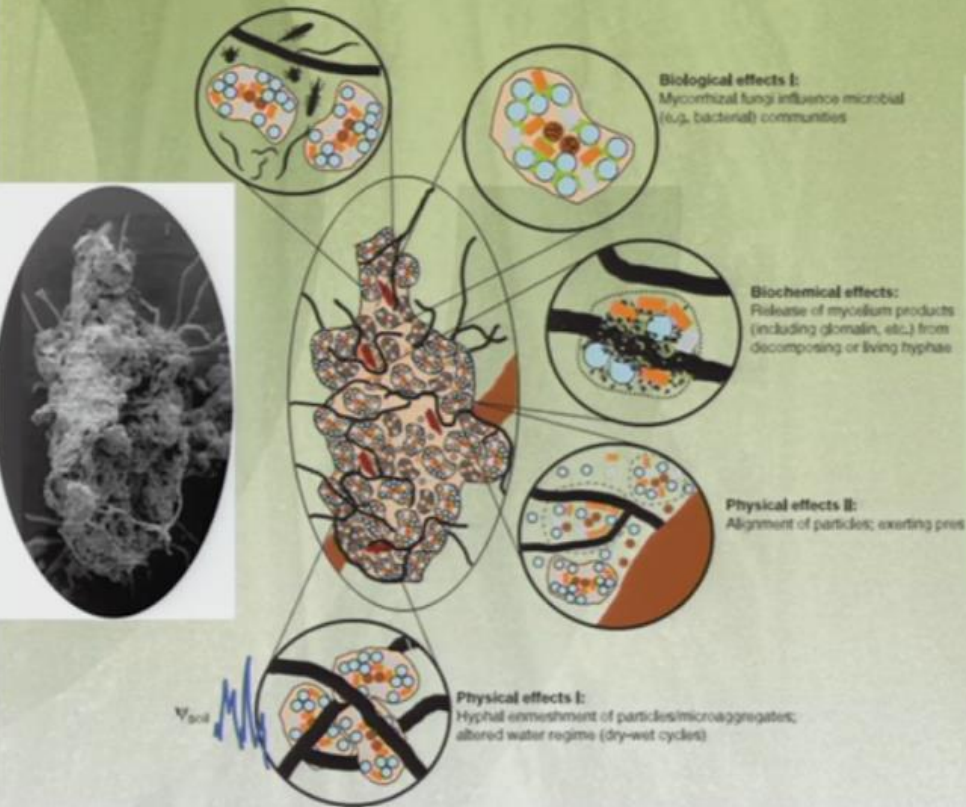


Earthworms are a **TANGIBLE, EARLY BIOLOGICAL INDICATOR OF SOIL HEALTH!**

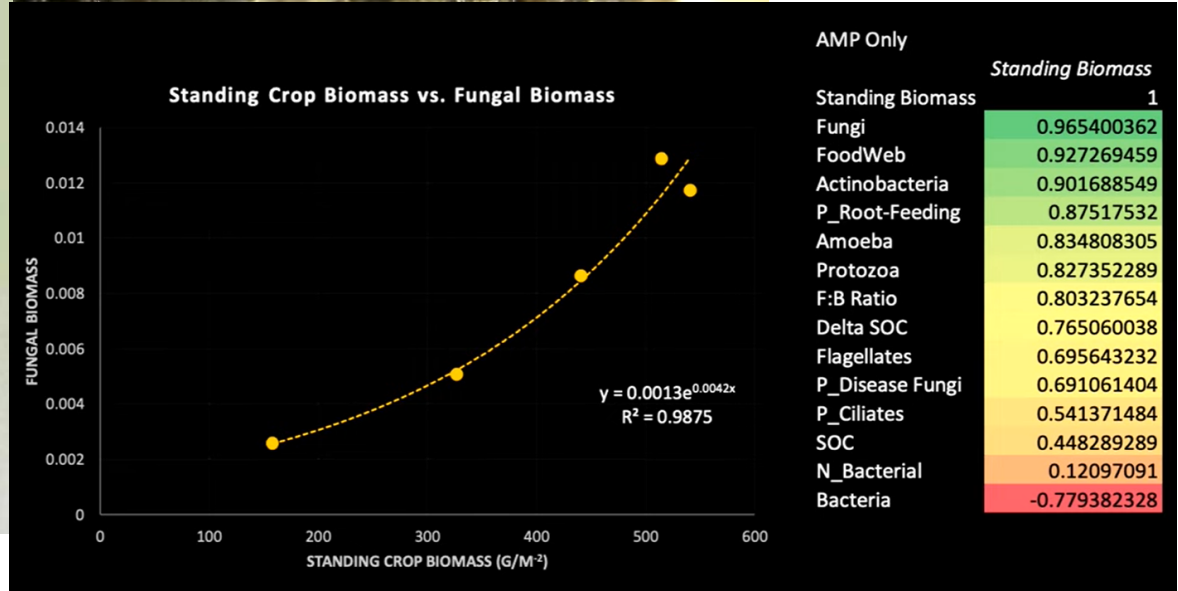


# Druhově bohaté meziplodiny podporují rozvoj mykorrhizních hub, které jsou zcela zásadní pro půdní strukturu – stabilita agregátů

## BUILDING A SOIL AGGREGATE



- Involves both:
- Biological
    - AMF communities
    - Release of Glues
  - Physical
    - Hyphae entangle soil particles
    - Dry wet cycles
    - Squeeze particle together

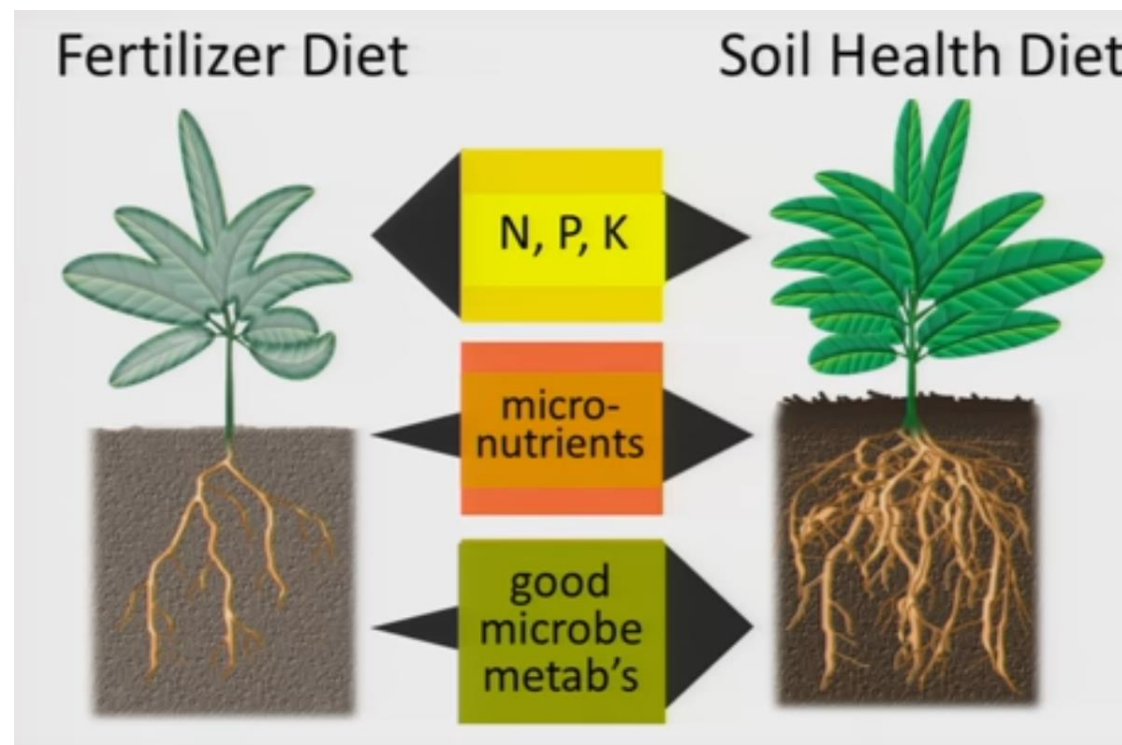


# Zpřístupňování živin prostřednictvím druhově bohatých meziplodin je mnohem rovnoměrnější a zejména vyváženější

## Cover Crops and Nutrient Capture

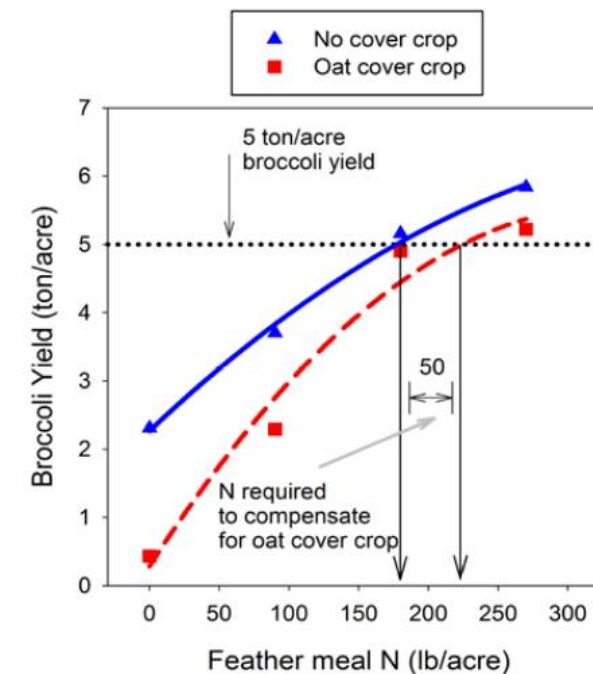
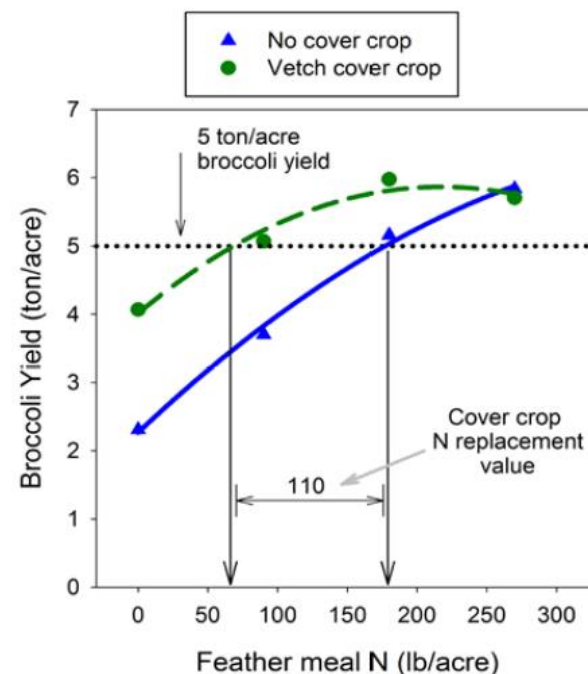
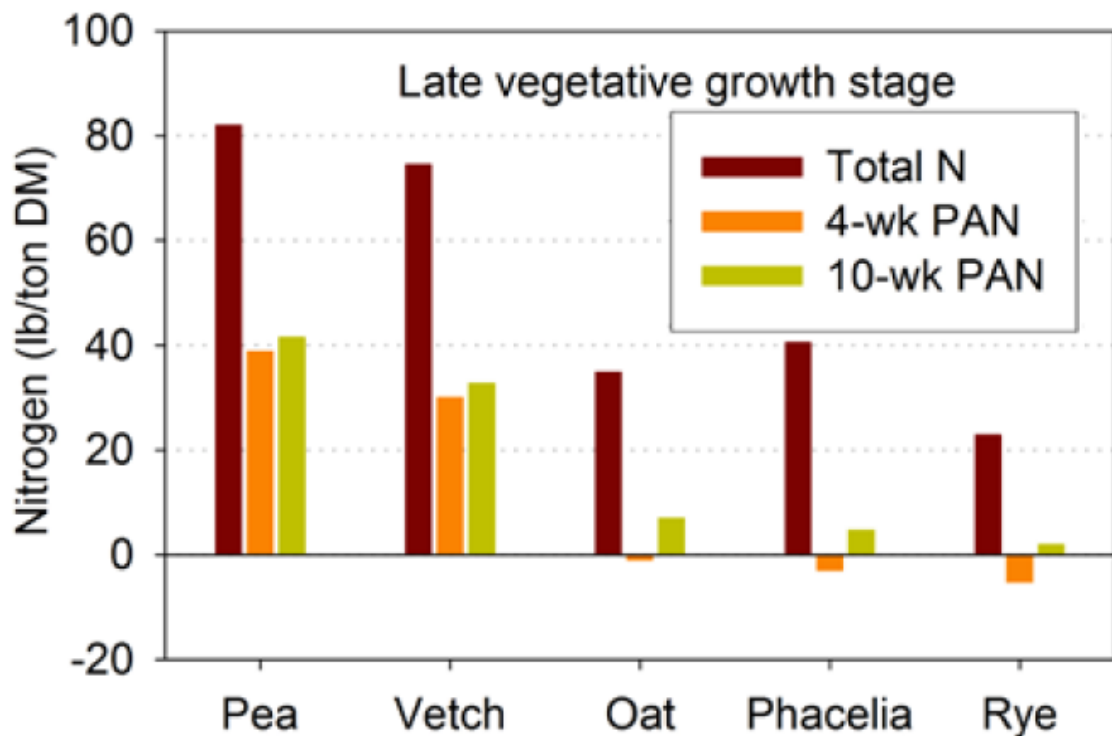
Late Summer / Fall      Spring Thaw      Late Spring

Cover crops can increase the amount of nutrients available for the next crop by taking up nutrients that remain in the soil and holding them in plant tissue until they are released the next spring, when they can be used by the following crops. *Courtesy: Cover Crop Solutions*

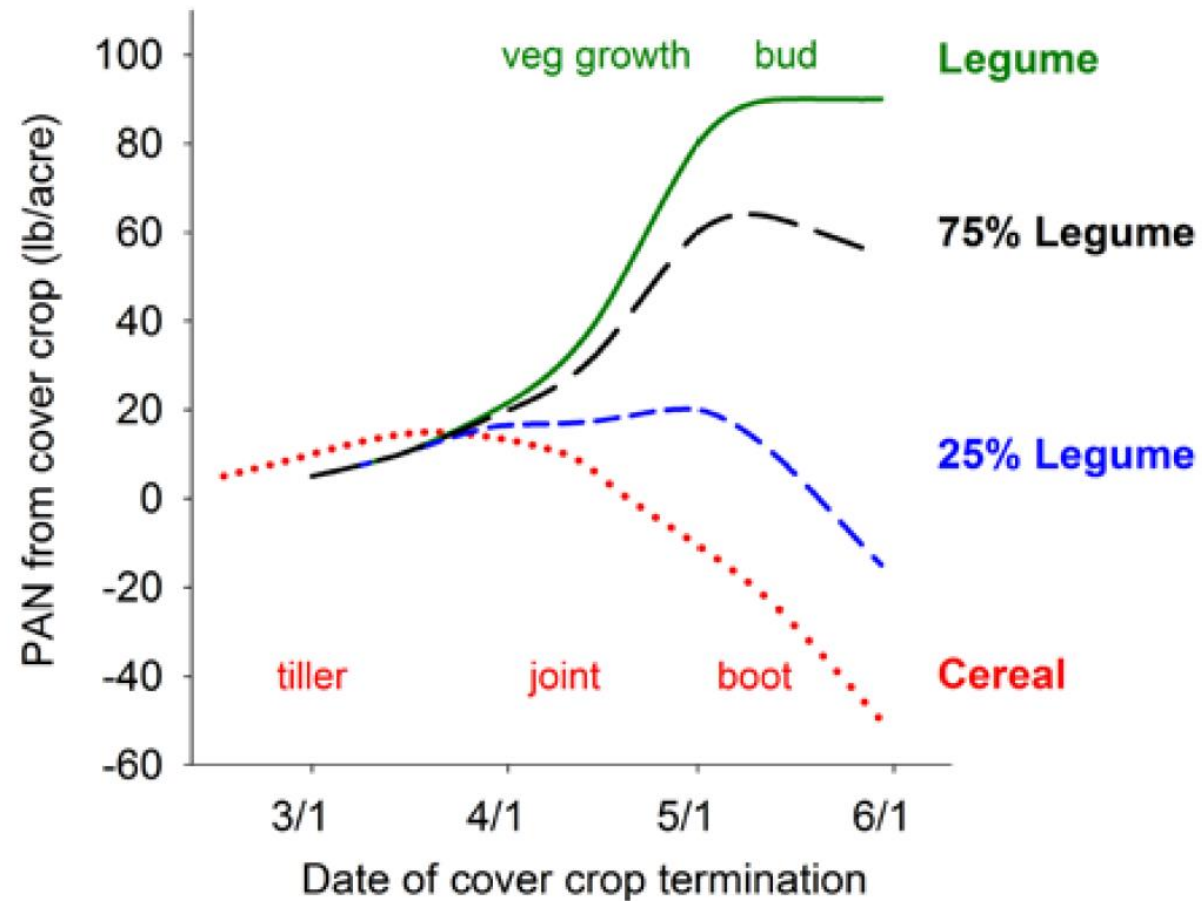


## Výživu dusíkem k následující plodině je nutné plánovat již při založení meziplodiny

Meziplodina s dominujícími leguminózami (vikev, peluška) může zajistit až okolo 100 kg N/ha navíc, zatímco meziplodina s dominujícími neleguminózními druhy (oves, svazenka) může naopak znepřístupnit (fixovat na delší dobu) až 50 kg N/ha

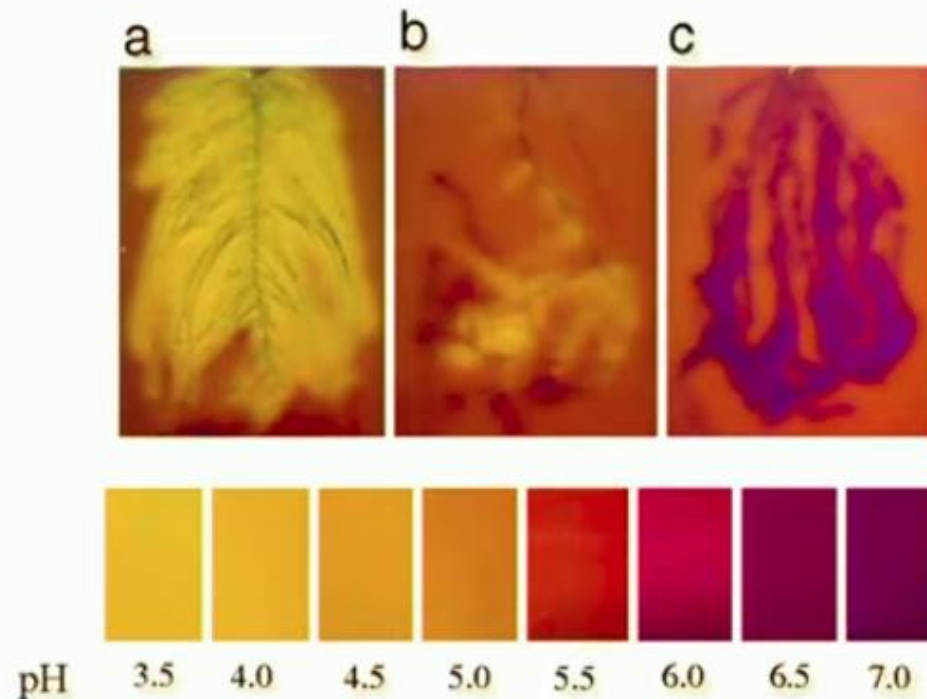
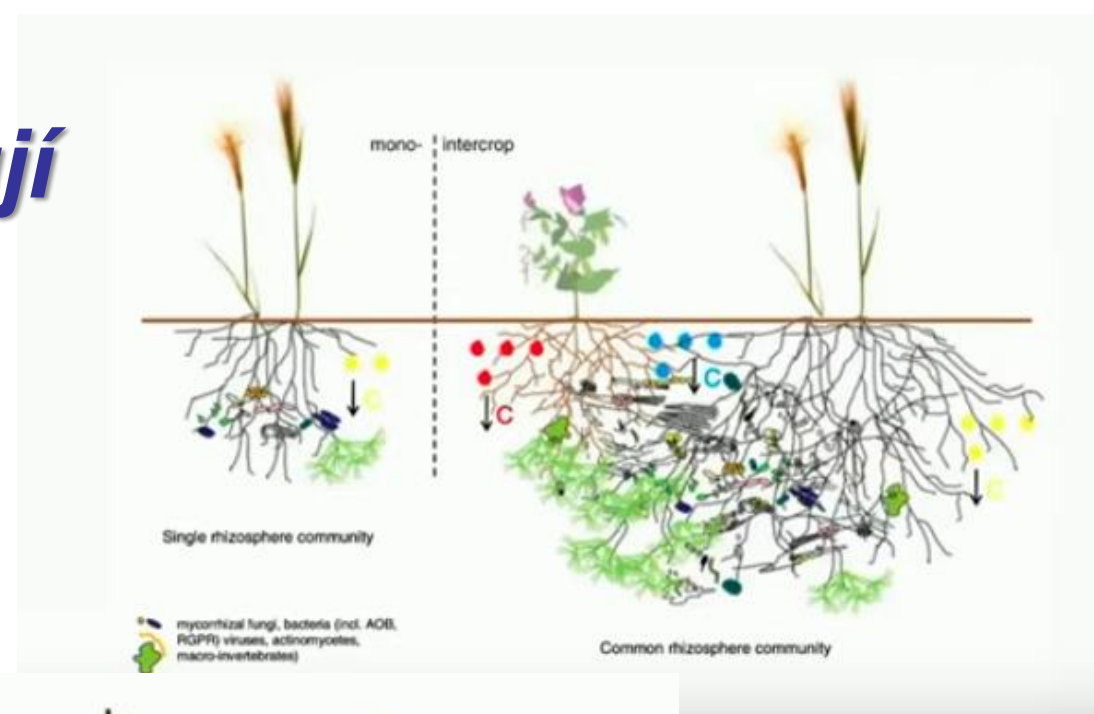


# Množství dusíku přístupného pro rostliny po meziplodině závisí nejen na podílu leguminóz ve směsi ale také na dosažené fázi v době ukončení



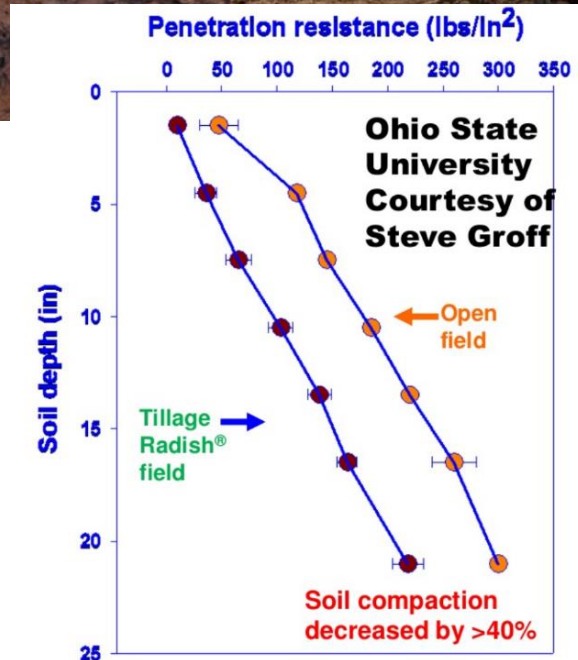
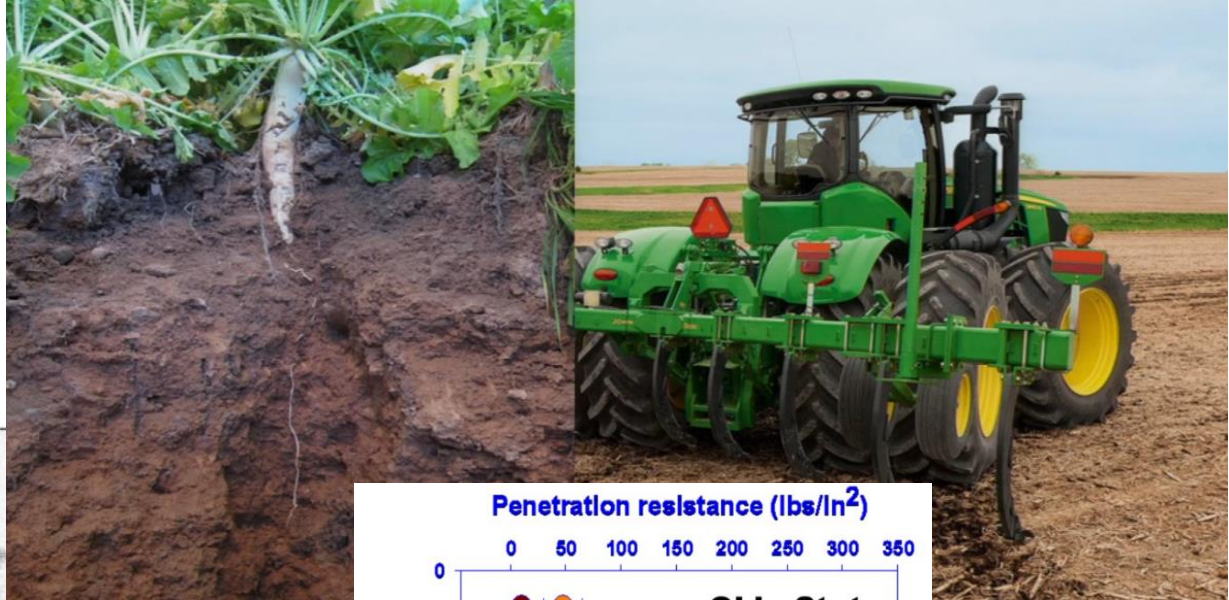
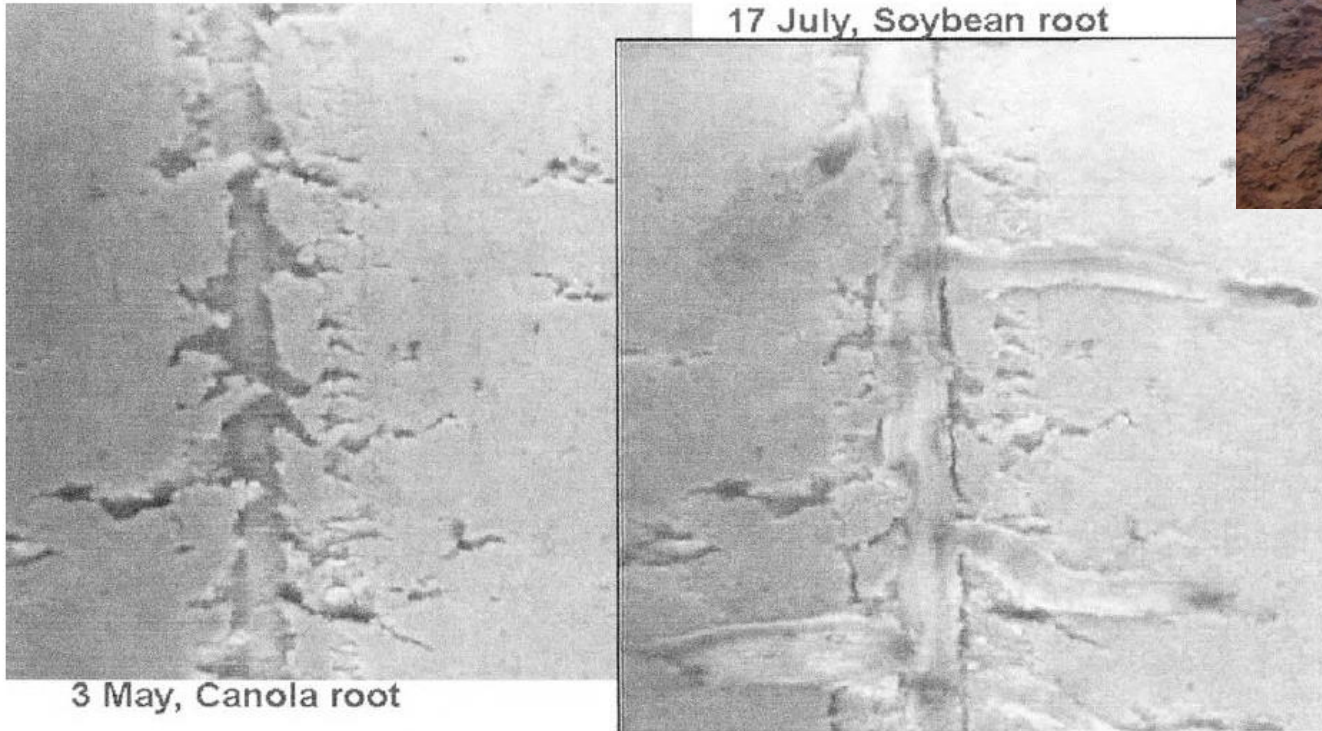
# Druhově bohaté směsi zajišťují zpřístupnění dalších živin

- Dvě vhodně zvolené plodiny se příznivě doplňují a propojují prostřednictvím mykorhizních hub
- Exudáty
- Mykorhýza
- pH – uvolňování živin
- a) Bob obecný ( velmi kyselé)
- b) Soja ( mírně kyselé)
- c) Kukuřice ( neutrální)
- Kyselé – stopové prvky, P
- Neutrální – Ca, Mg, Mo

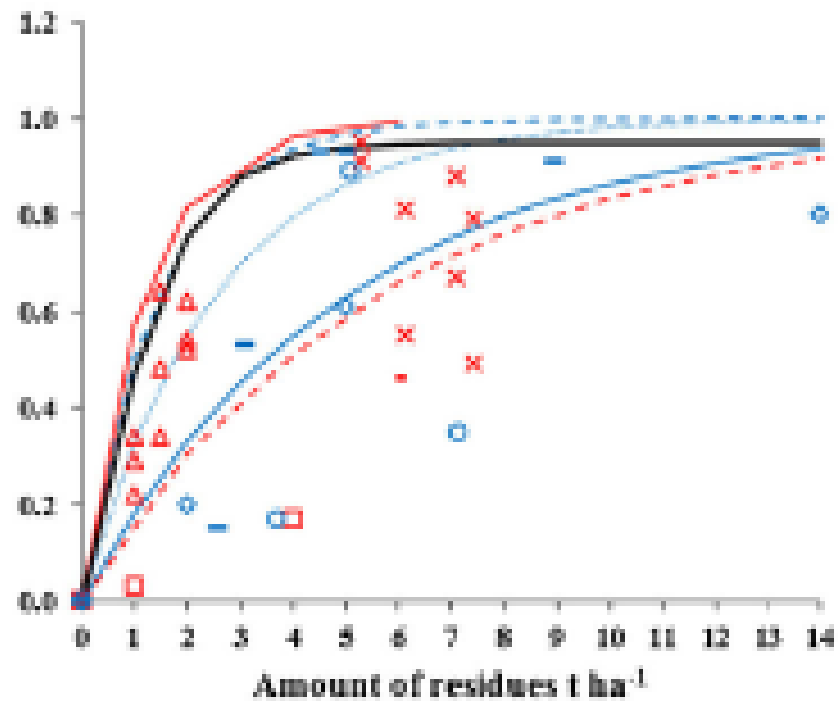




# Rostliny s kůlovým kořenem zajišťují rozrušování zhutněného podorničí – při současné stabilizaci agregátů – levnější a především trvalejší řešení než podryívání



# Mulč po meziploidině výrazně redukuje zaplevelení následné plodiny

**C**Weed biomass control  
( $Y_b - Y_m$ )/ $Y_b$ 

# ***Správně založená meziplodina je klíčem k úspěchu***

- a) Druhově bohatá směs – zpočátku vysoký podíl bobovitých (jetel alexandrijský, vikev, bob, hrách, při časném výsevu lupina) až 50%
- b) Bezorebné setí v den sklizně
- c) Setí po 25. červenci (ve vyšších polohách po 20. červenci) je značně problematické – krátký den – řešením je výsev rozmetadlem před sklizní – ale jen za vlhka, nebo štafetový intercropping



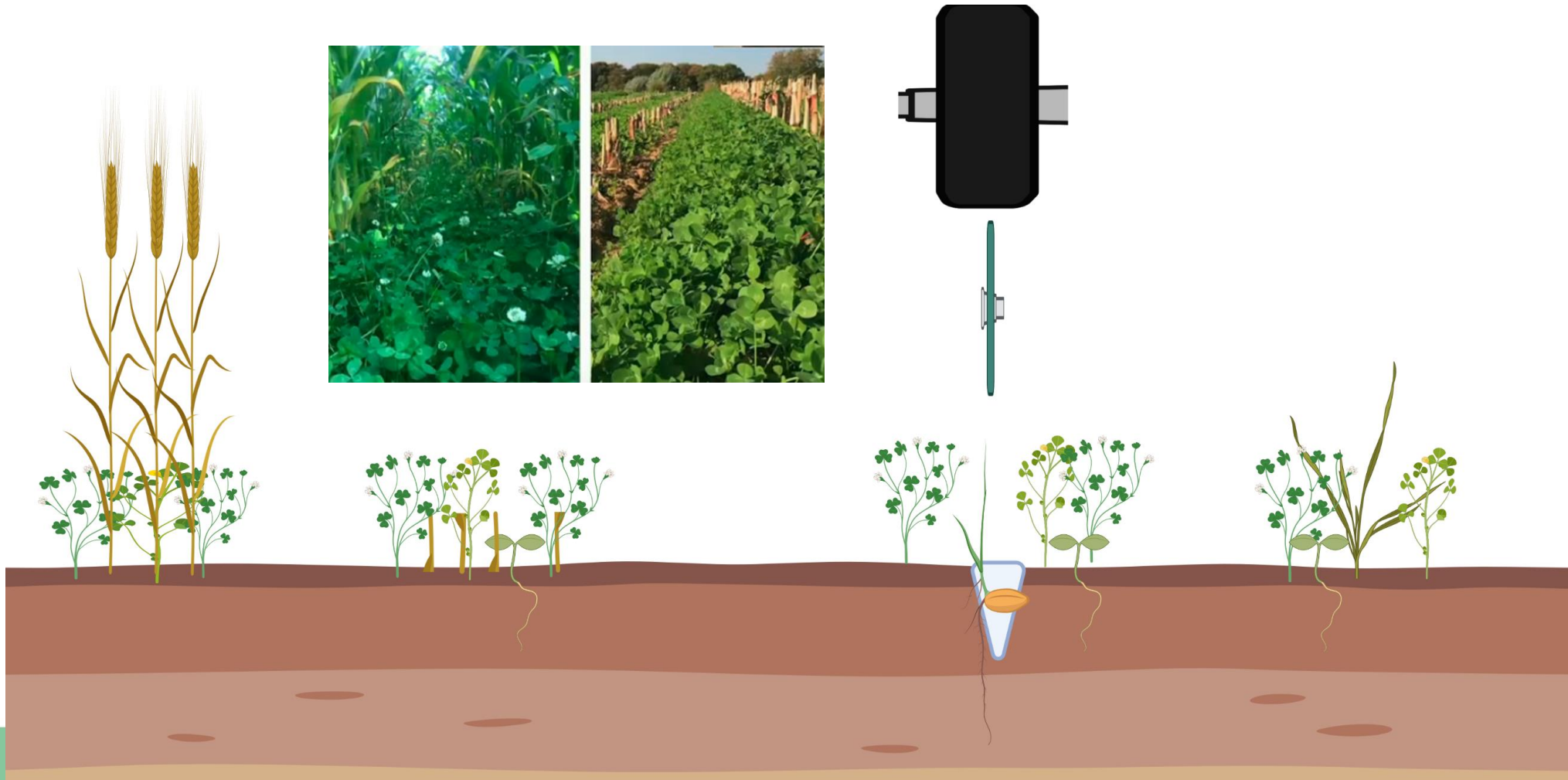
***Ve vyšších polohách a u plodin s pozdější sklizní je jednoznačně vhodnější zakládat porosty meziplodin ještě před sklizní - 3-5 týdnů (letecky nebo pneumatickými rozmetadly), umožňuje to založit meziplodiny i v porostech kukuřice***



***Pro snížení provozních špiček stojí za úvahu také secí stroje na sklízecích mlátičkách - pokud ale jsme schopni zaset bezorebně v den sklizně pak je přínos minimální***



**Alternativou je tzv. štafetový intercropping – zasetí drobných jetelovin současně s plodinou (jetel bílý, tolice dětelová, jetel alexandrijský) – po sklizni vytvoří souvislý pokryv do kterého se vysévá následná plodina (po sklizni je možné přiset bezorebně další meziplodiny)**

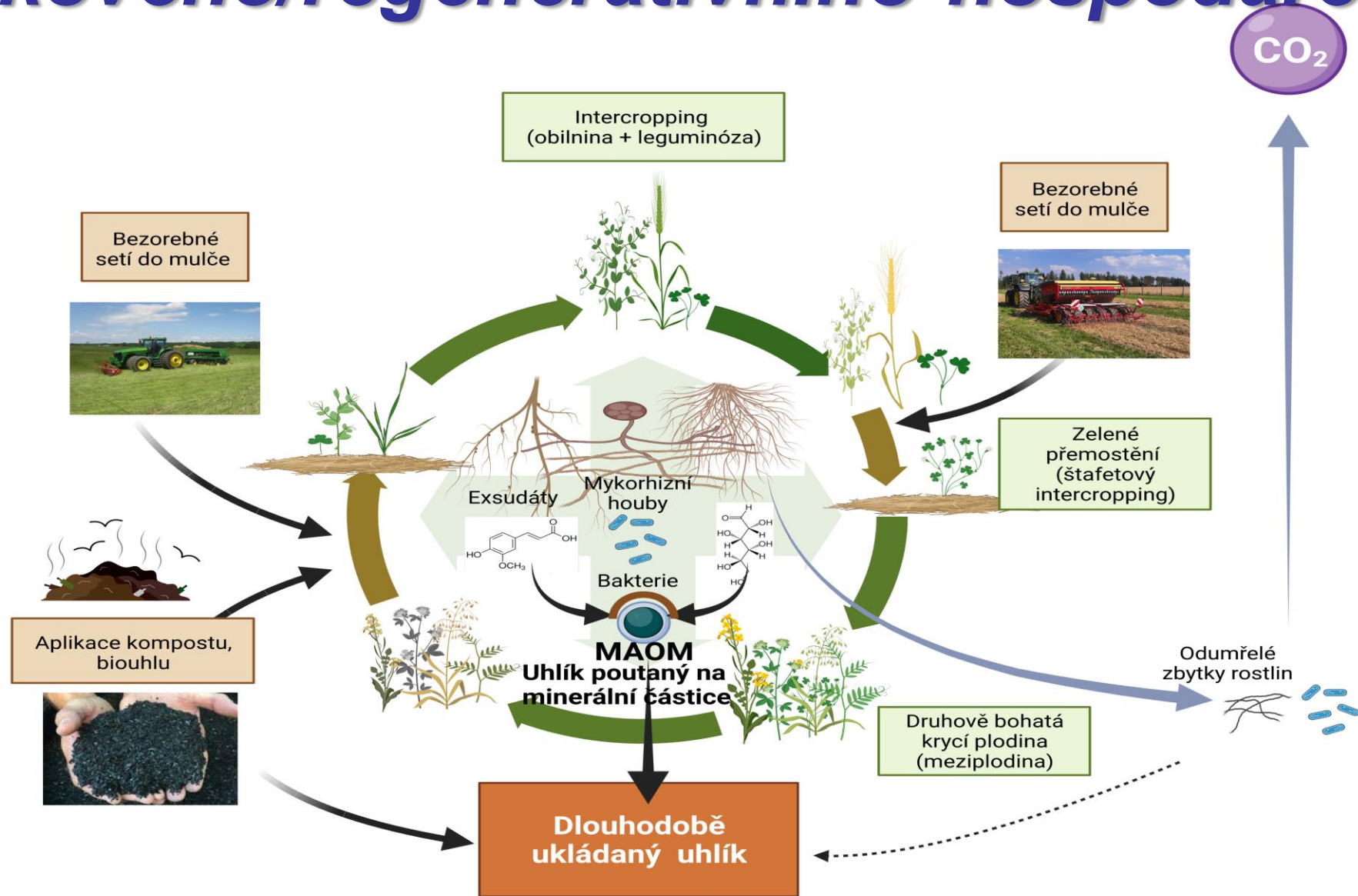


# ***Ukončení nevymrzající meziplodiny vyžaduje zkušenosti a dobrou techniku***

- a) Začínat s vyšším podílem vymrzajících druhů a nevymrzajících druhů, s nízkou konkurenční schopností (jetel plazivý) nebo se snadnějším ukončením (ozimý hrách)
- b) Žito musí být minimálně plně vymetané, ideálně začátek zrání
- c) „Krimper“ musí stéblo zlomit na několika místech – nové typy krimperů kombinují dva mechanismy



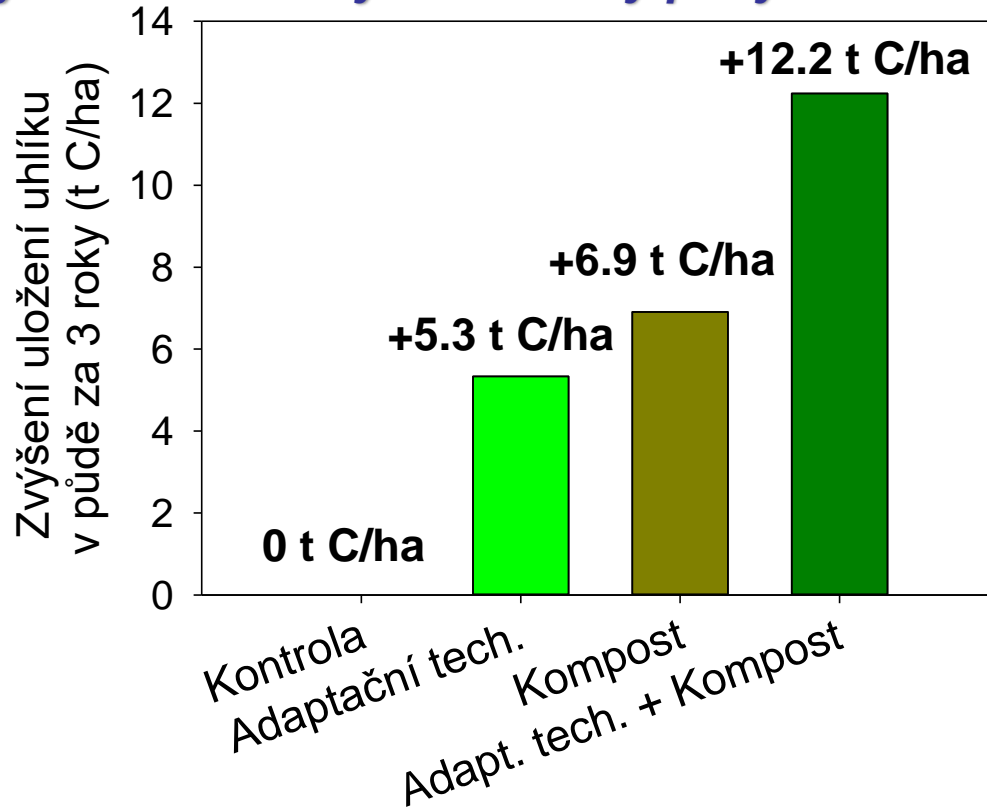
# Meziplodiny jsou zásadní součástí uhlíkového/regenerativního hospodářství





# Kombinací druhově bohatých meziplodin a no-till lze ukládat téměř 2 t uhlíku/ha za rok

Zvýšení C za 3 roky do hloubky půdy 30 cm:



ca 21 tis. Kč /ha/rok

ca 16 tis Kč /ha/rok

Ca 12 tis Kč /ha/rok

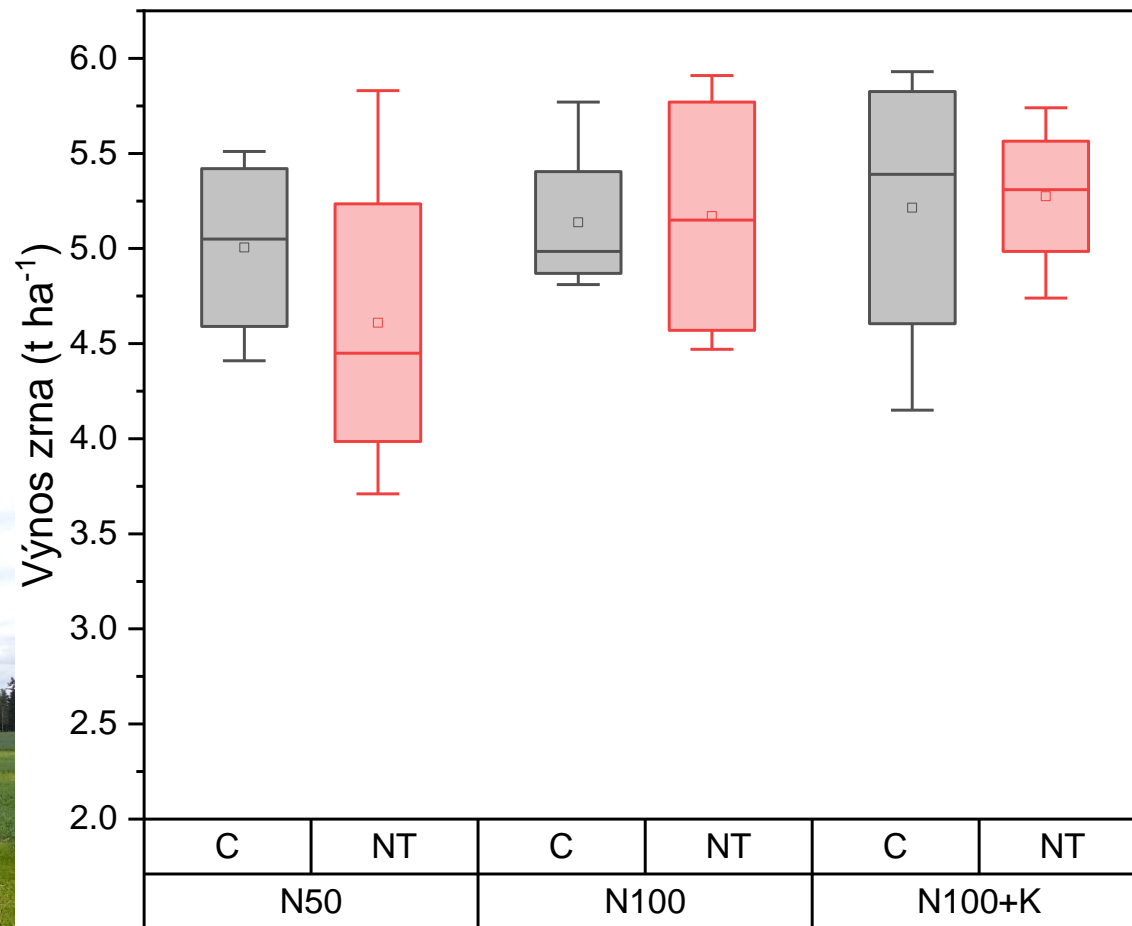
**Kontrola – orba, bez meziplodin, bez aplikace kompostu**

**Kompost – jednorázově 30 t/ha (ca 8 t C/ha)**

**Adaptační technologie – bezorebné setí, pěstování druhově bohatých meziplodin**



# Meziplodiny zhruba po 2-3 letech téměř plně kompenzují výnosovou ztrátu spojenou s no-till



***Děkuji za pozornost***