



Plodiny v agroekosystému jako podpora ukládání uhlíku do půdy

Josef Hák

Katedra agroekologie a rostlinné produkce

Demonstrační farmy, Sasov 26.6. 2025



EJP SOIL
European Joint Programme



This project has received
funding from the European
Union's Horizon 2020 research
and innovation programme
under grant agreement No
652615.

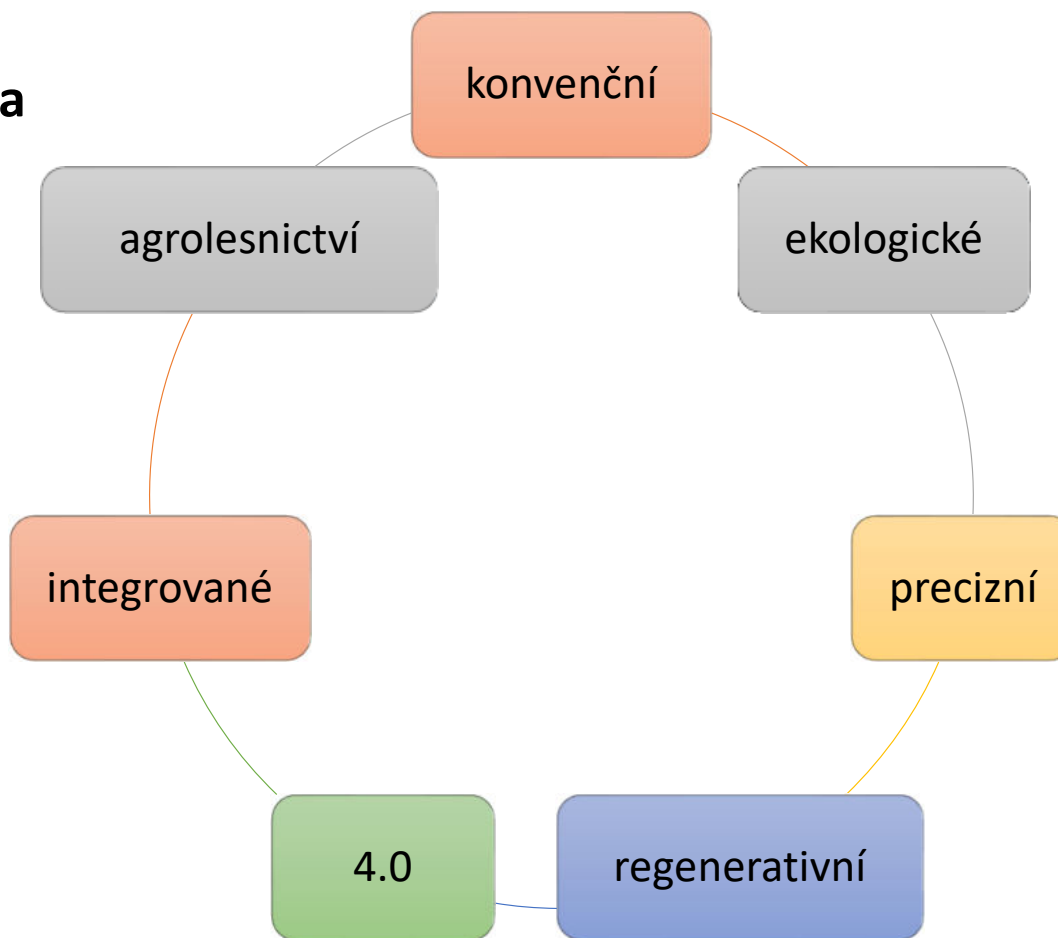
Jak správně hospodařit na půdě?

Filozofická rovina zemědělství – etická odpovědnost společnosti??
od produkce potravin k multifukčnímu **systemu**

Biologická podstata je jen jedna
+ prvky



Lze si vybrat, ale co?
Základní podmínka
- musí to fungovat 😊

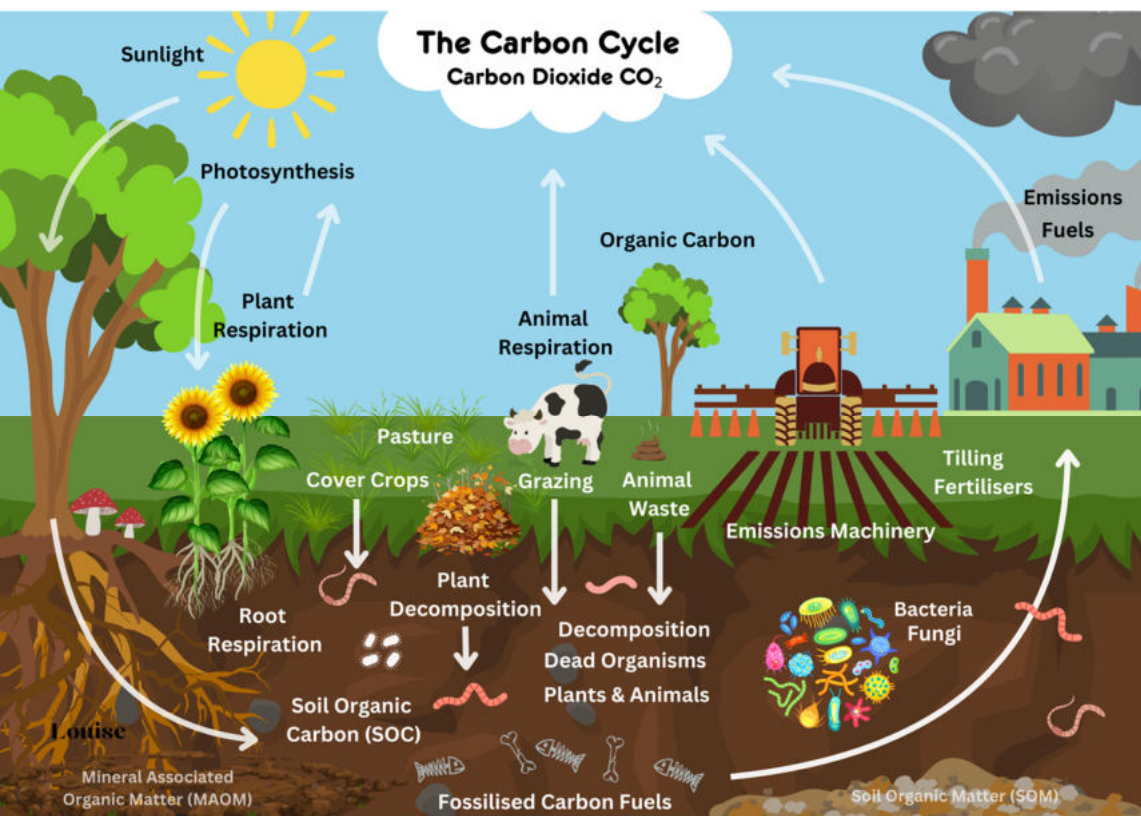


Role uhlíku v zemědělství - potřeba hnojení uhlíkem??

Ne jako NPK - uhlík rostliny získávají skrze fotosyntézu

Je ale třeba dodávat ho do půdy pro zajištění její správné funkce

Podpora půdního života



Zdroje C do půdy

Opad/posklizňové zbytky

Rostlinná biomasa (MZP)

Kořeny rostlin

Rhizodepozice (komunikace)

Organická statková hnojiva

Organická průmyslová hnojiva

Úbytek C z půdy

Respirace fauny

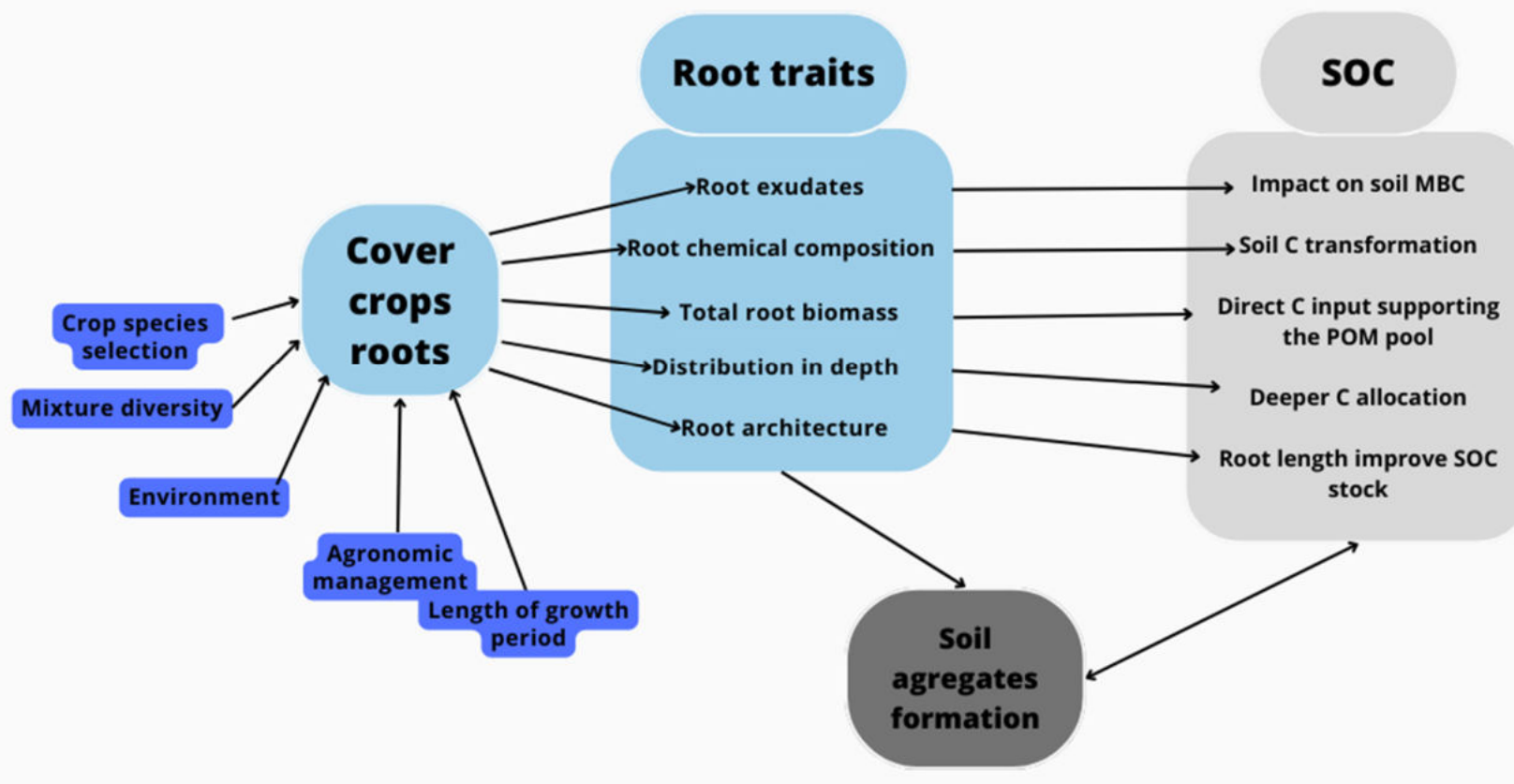
Mineralizace (priming efekt)

Vliv kořenů na přísun C do půdy skrze rostliny?

Kořeny mají větší vliv na nárůst stabilní organické hmoty než nadzemní hmota

Vytrvalé druhy mají více kořenové hmoty než jednoleté druhy (cca 21%), ale podíl uvolněný dýcháním kořenů (kořenová hmota a rhizodepozice) je stejný

K ukládání C je třeba N!!



Mohu uhlík v půdě ukládat?? A ještě za to dostat zapláceno?

V půdě a v rostlinách je 2,5x více C než atmosféře

Akumulaci C v půdě nelze automaticky očekávat

- SOC je v dynamické rovnováze

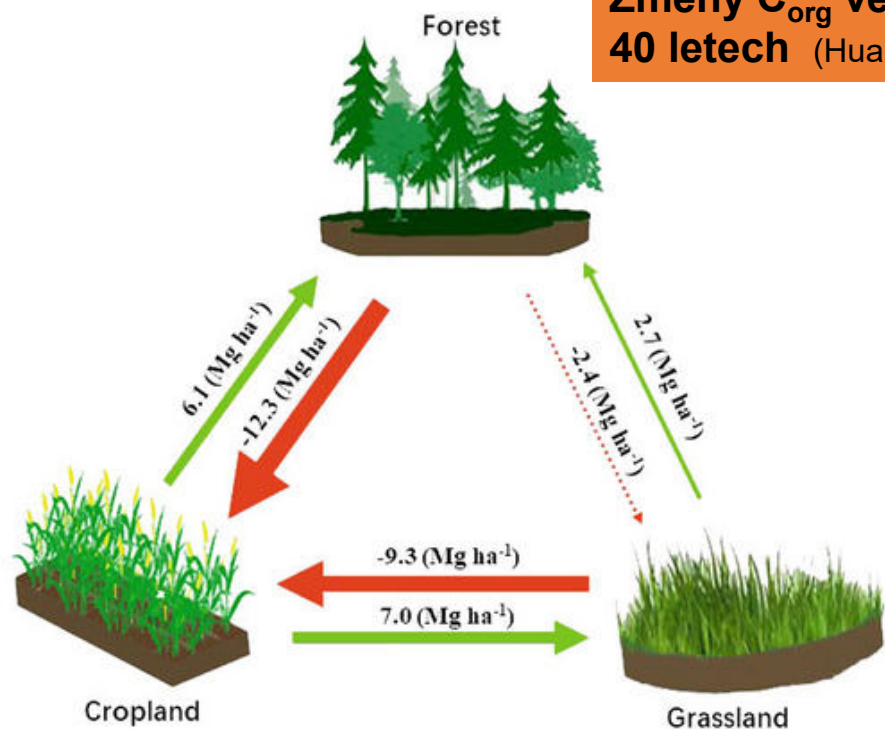
- ne každé zvýšení SOC je sekvestrace C

Ustálí se při určitém systému

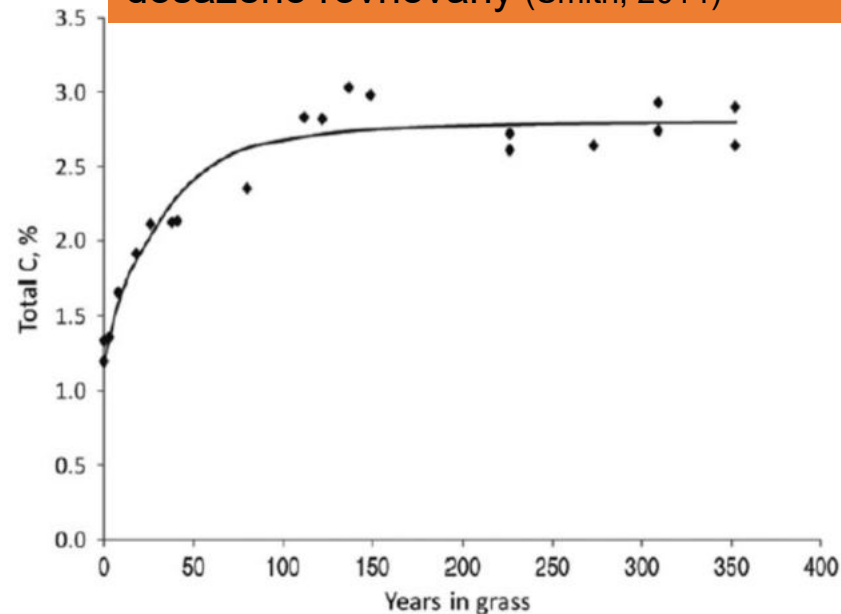
Příklad TTP - akumulují C v půdě, v Evropě **+500 kg/ročně**, rozorání **-950 kg C ročně**

1 tuna C = 3,67 t CO₂

Změny C_{org} ve vrstvě 0-30 cm po 40 letech (Huang et al, 2024)



Ukládání uhlíku po zatravnění orné půdy trvá c. 40 – 100 let než je dosaženo rovnováhy (Smith, 2014)



Regenerativní zemědělství

Regenerativní zemědělství se maximálním způsobem zaměřuje na půdu a její stav. Lze to chápat i jako „určitý extrém“, který řadu problémů řeší, ale jiné zase zesiluje (plevelé, ukončení vegetace meziplodin, potřeba investic)

Na speciálních půdách mohou mít radikální omezení smysl (rašelinové půdy, mokřadní)



Regenerative Agriculture and the Carbon Cycle

Regenerative agriculture directly influences the carbon cycle by increasing carbon sequestration in the soil. By adopting these practices, farmers can help offset carbon emissions and contribute to mitigating climate change. Healthy soils with higher organic matter content also result in increased fertility, reducing the need for synthetic fertilizers that contribute to greenhouse gas emissions.

The carbon cycle and regenerative agriculture are closely intertwined, offering a sustainable solution to improve soil health, enhance biodiversity, conserve water, and mitigate climate change. By implementing regenerative practices, farmers can play a crucial role in restoring ecosystem balance and building a more resilient agricultural system for the future.

Jak má tedy vypadat zemědělství

Určitě je třeba chránit a podporovat půdu, ale i další složky systému (ochrana plevelů😊)
Cest k jednomu cíli může být i více v návaznosti prostředí a další faktory

Základ jsou zvířata (recyklují živiny) – pícniny zlepšují půdu – zvířata produkují kvalitní organická hnojiva, směsné kultury zvyšují diverzitu

ale extrém může být i 100% pícninářský osevní postup – absence produkce jiných plodin
příliš mnoho zvířat vede k problémům
(třeba nadměrnému hnojení P)

**Je pozitivní zvyšovat přísun C do půdy
i když se tam nebude akumulovat**

Lze uplatňovat i jiná opatření pro zvýšení
přísunu C do půdy



MIXROOT-C

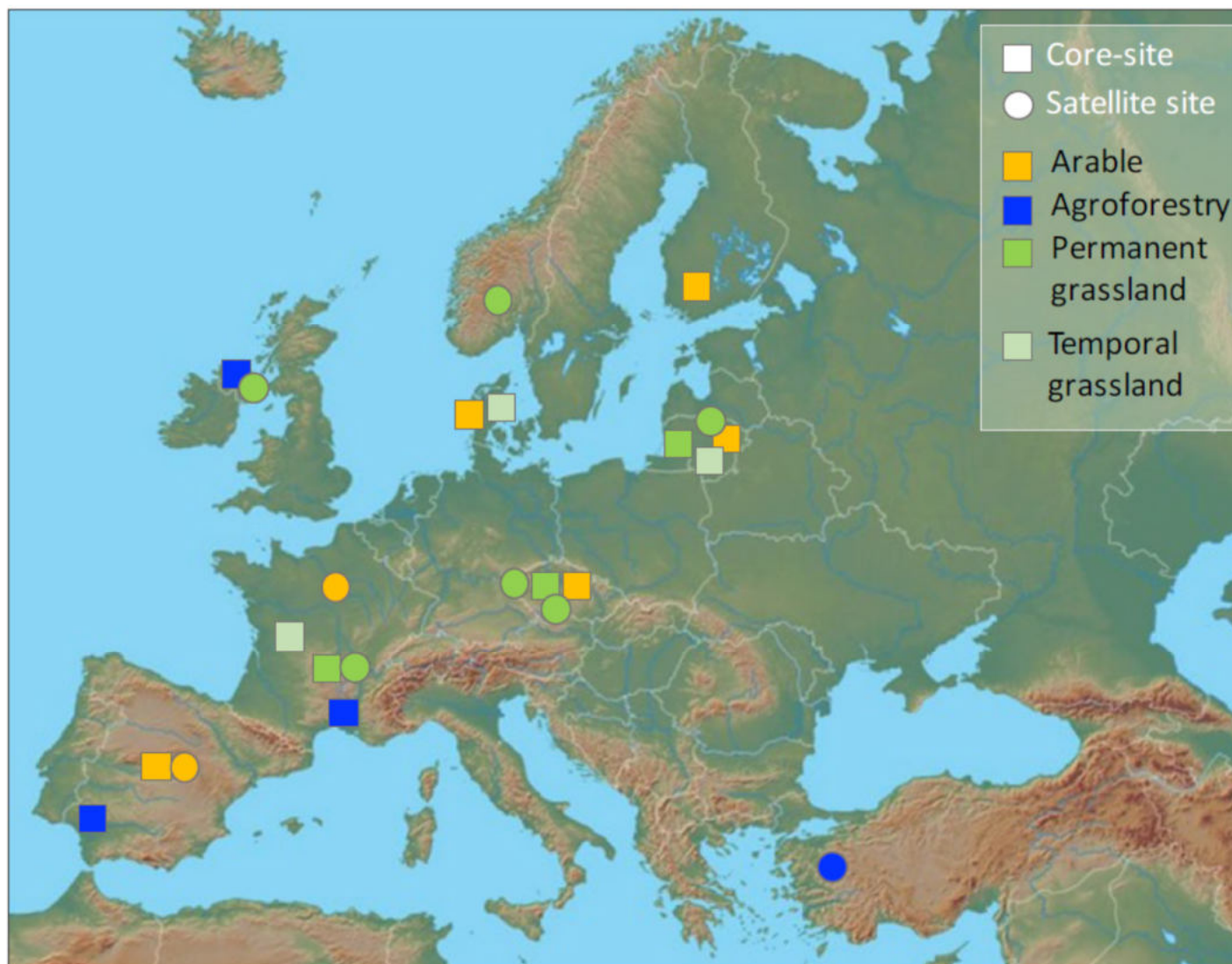
**Přínos diverzity porostů
pro vstup C do půdy?**

**Trvalé travní porosty
(management)**

**Orná půda
Inter-cropping
Agrolesnictví**



2021 – 2024, koordinátor INRAE

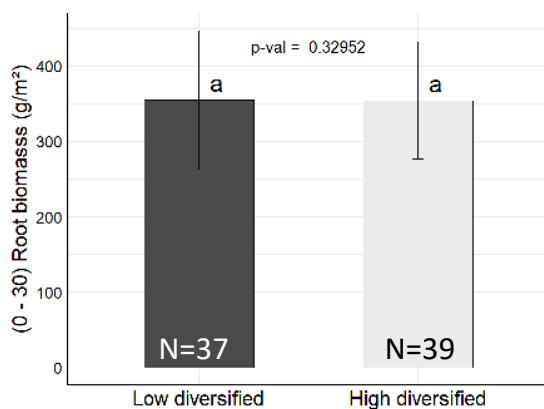


Efekt diverzity na produkci kořenů v jednotlivých agroekosystémech

0-30 cm

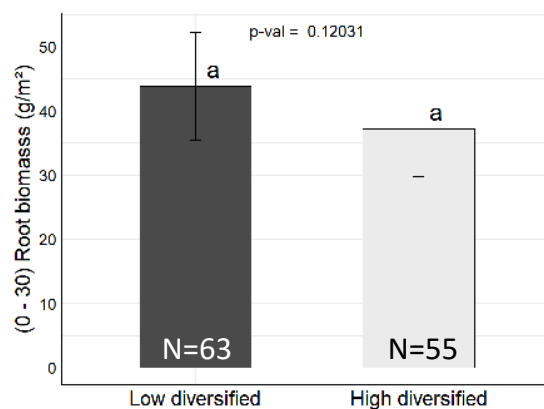
$\text{Log}(Y + 1) \sim \text{Diversity}$, random = ~ 1 | Site/Block/Plot/Pseudoreplicate

Biomasa kořenů (g/m²) v 0-30 cm



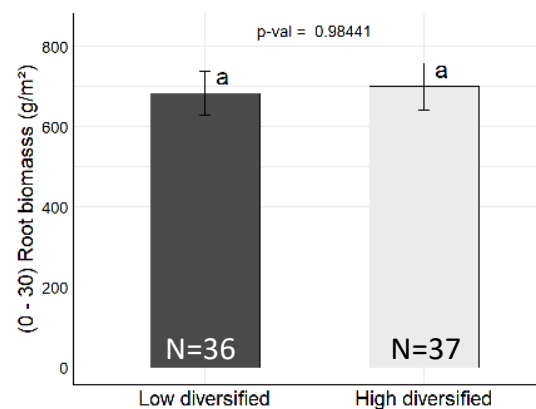
Agrolesnictví

5 lokalit



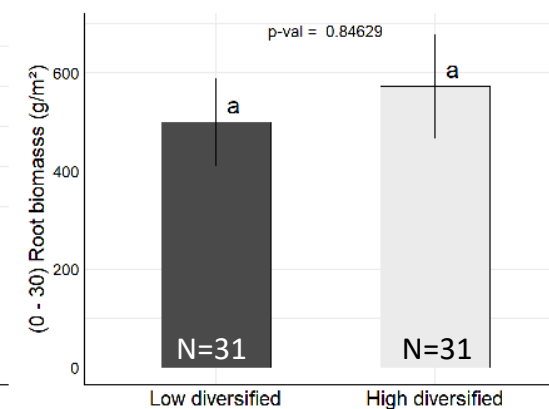
Orná půda

3 lokality



Trvalé travní porosty

4 lokality



Dočasné travní porosty

4 lokality

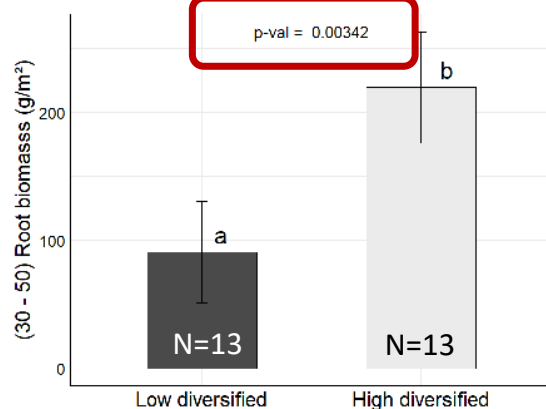
Efekt diverzity na produkci kořenů v jednotlivých agroekosystémech

30-50 cm

$\text{Log}(Y + 1) \sim \text{Diversity}$, random = ~ 1 | Site/Block/Plot/Pseudoreplicate

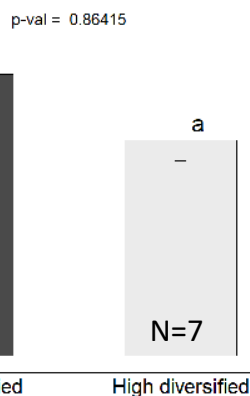
Biomasa kořenů (g/m^2) v 30-50 cm

Pozitivní efekt



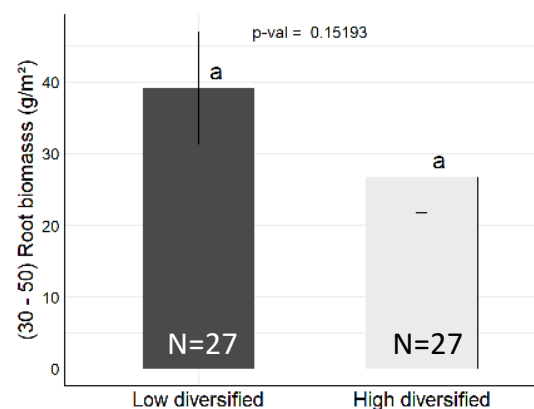
Agrolesnictví

3 lokality



Orná půda

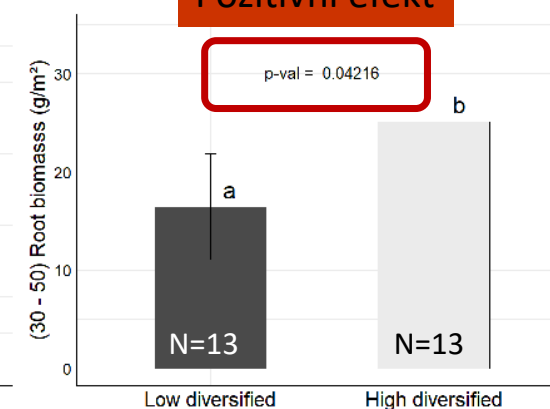
2 lokality



Trvalé travní porosty

3 lokality

Pozitivní efekt



Dočasné travní porosty

2 lokality

MIXROOT-C WP4: pokusy ČZU + VÚRV

2 dlouhodobé luční experimenty

sledování nadzemní biomasy a kořenového systému (půdní sonda 8 cm)

obsah C a N v půdě, **diverzita je manipulována hnojením!!**



Lokalita	Frekvence sečí	Sledované vrstvy	Nehnojená kontrola	N50PK	N200PK	N84PK	Hnůj + močůvka
Senožaty	2	0-15, 15 – 30 cm	x	x	x		
Jevíčko	3	0-15, 15 – 30, 30 – 50 cm	x			x	x



Senožaty, 641 m n. m., kambizem



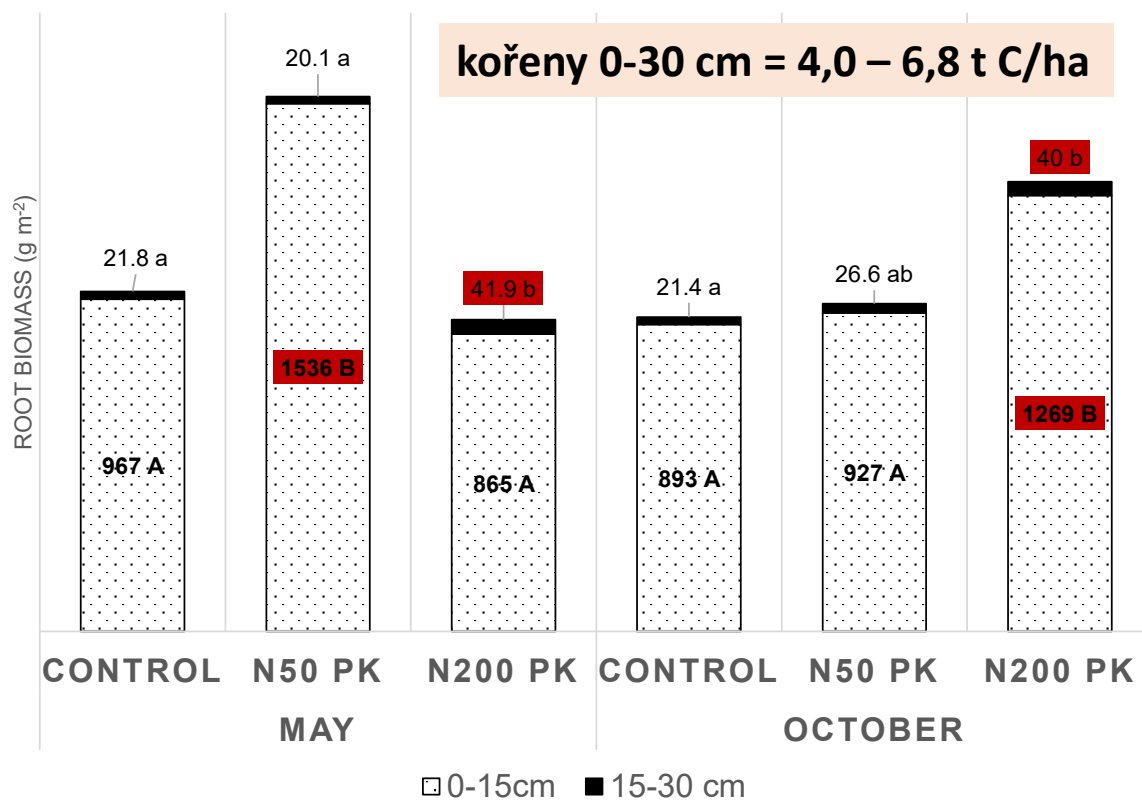
Jevíčko, 342 m n. m., hnědozem



Experimenty v rámci MIXROOT-C WP4:

Senožaty – rok 2022 jaro/podzim

Vliv minerálního hnojení na množství nadzemní a kořenové biomasy v profilech 0-15 cm a 15-30 cm (prezentováno na konferenci EGF 2023, 44% C)



CONTROL
2,3 t/ha



N50 PK
4,6 t/ha



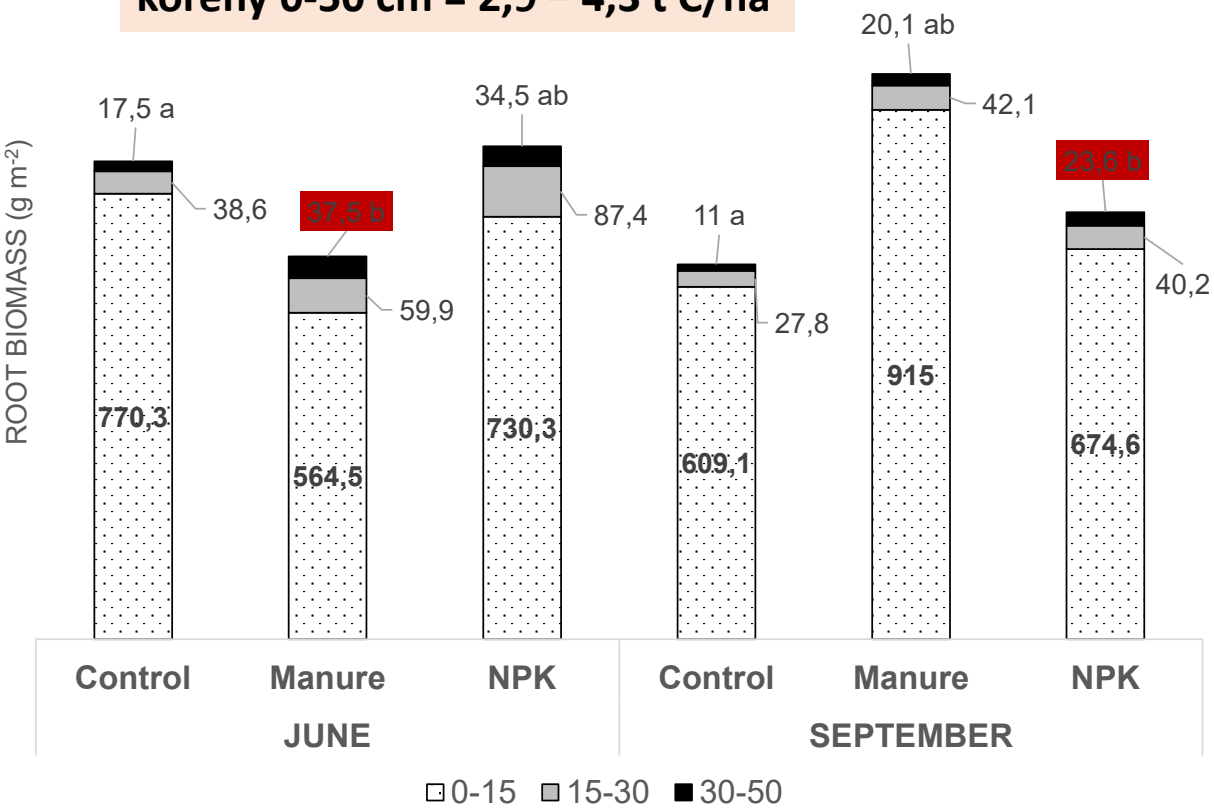
N200 PK
7,7 t/ha



Jevíčko – rok 2022 jaro/podzim

Vliv hnojení na množství nadzemní a kořenové biomasy v profilech 0-15 cm, 15-30 cm a 30-50 cm (bude prezentováno na konferenci EGF 2024)

kořeny 0-50 cm = 2,9 – 4,3 t C/ha



Výnos nadzemní biomasy

Kontrola	4,5 t/ha
Hnůj	7,1 t/ha
NPK	8 t/ha



Vliv hnojení na obsah C a poměr C:N v půdě v profilech 0-15 cm, 15-30 cm, (30-50 cm)

Senožaty – rok 2022 jaro/podzim
(konference EGF 2024)

		C (%)	C (t/ha)
Varianta	Control	2.12	76.3
	N50 PK	2.17	78.1
	N200 PK	2.12	76.3
	<i>P-value</i>	0.913	0.307
Profil	0-15 cm	3.21	48.2
	15-30 cm	1.06	22.3
	<i>P-value</i>	<0.001	<0.001

Jevíčko – rok 2022 jaro/podzim

		C (%)	C (t/ha)
Varianta	Control	0.89 a	50.8 a
	Hnůj	1.11 b	63.3 b
	NPK	0.86 a	49.0 a
	<i>P-value</i>	0.001	0.031
Profil	0-15 cm	1.71	25.6
	15-30 cm	0.82	12.3
	30-50 cm	0.31	4.7
	<i>P-value</i>	<0.001	<0.001



Závěry pro trvalé travní porosty

- **Intenzivní minerální NPK hnojení** i přes výrazný efekt na nadzemní biomasu mělo **určitý vliv pouze na množství kořenů v hlubších vrstvách**
- množství nadzemní a kořenové hmoty spolu nekorelovalo.
- **Minerální a organické hnojení** (ekvivalentní dávka N) se nelišilo ve svém vlivu na množství nadzemní hmoty, ani kořenové hmoty v žádném ze všech tří profilů (0-15 cm, 15-30 cm, 30-50 cm).
- Minerální hnojení s různými dávkami N nemělo vliv na akumulaci C v půdě TTP. **Obsah C v půdě byl pozitivně ovlivněn organickým hnojením.**

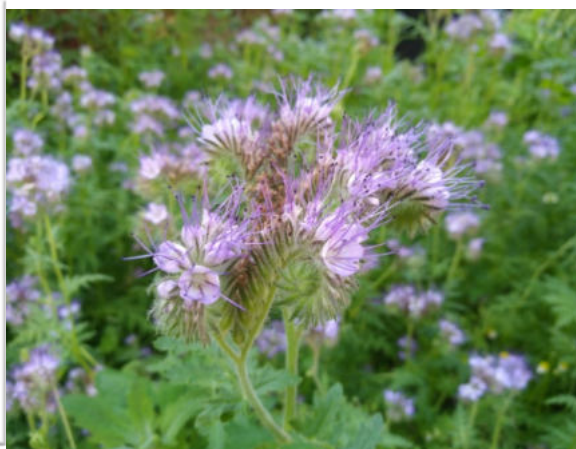
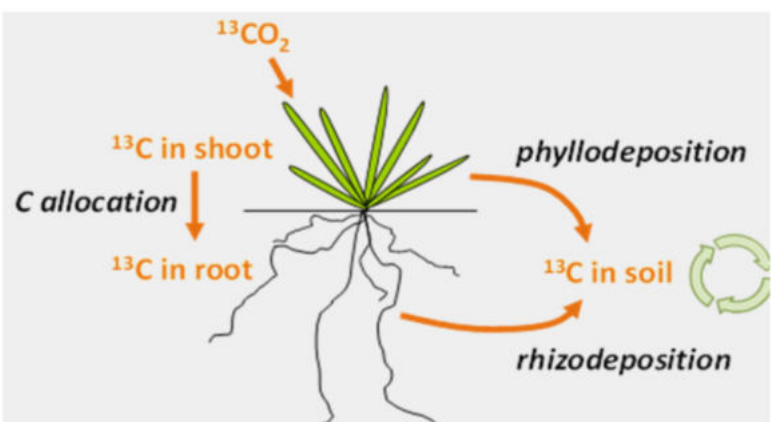
MaxROOT-C



Optimalizace vývoje kořenů pro udržitelnou rostlinnou produkci v Evropě – polní plodiny a meziplodiny

Optimizing roots for sustainable crop production in Europe – pure cultures and cover crops

- Počátek řešení: 1.11.2021, doba řešení: 3 roky
- Koordinátor projektu: Rebecca Hood-Nowotny, BOKU, Rakousko
- Cílem projektu MaxRoot-C je poskytnout data **o vstupech uhlíku skrze kořenový systém hlavních plodin (WP3) a meziplovin (WP4)** v celé EU, určit hlavní ovlivňující faktory a modelovat potenciál sekvestrace C. Poskytne tak relevantní údaje, na nichž budou založeny budoucí nástroje SZP, a přispěje k rozvoji budoucích norem pro sekvestraci uhlíku v EU.



T4.1 Systematická literární rešerše

Role of cover crop roots in soil organic carbon accumulation – a systematic literature review

Pisarčík M.¹, Hakl J.¹, Toleikiene M.², Fuksa P.¹, Rasmussen J.³ and Hood-Nowotny R.⁴

¹CZU - Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic

²LAMMC – Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Lithuania

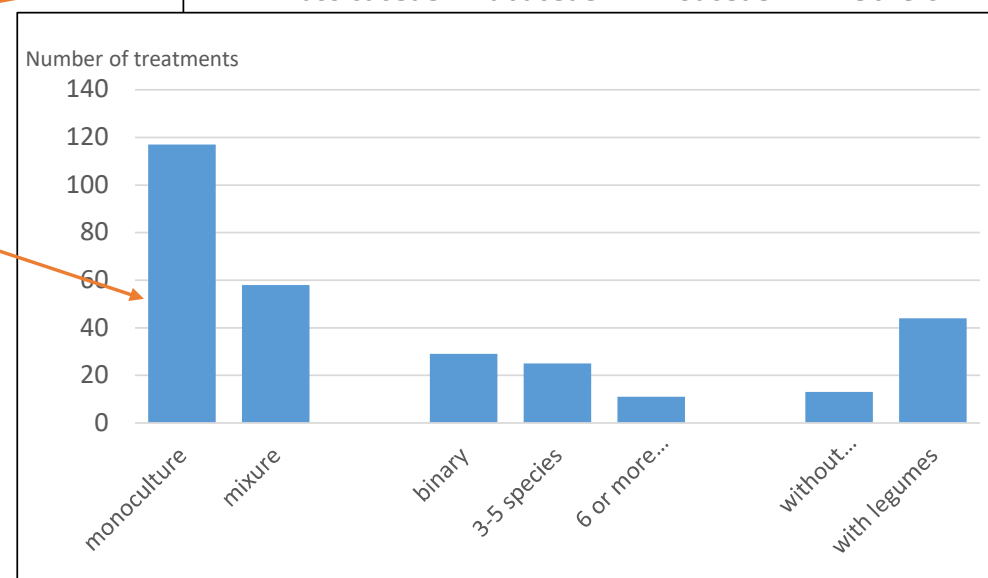
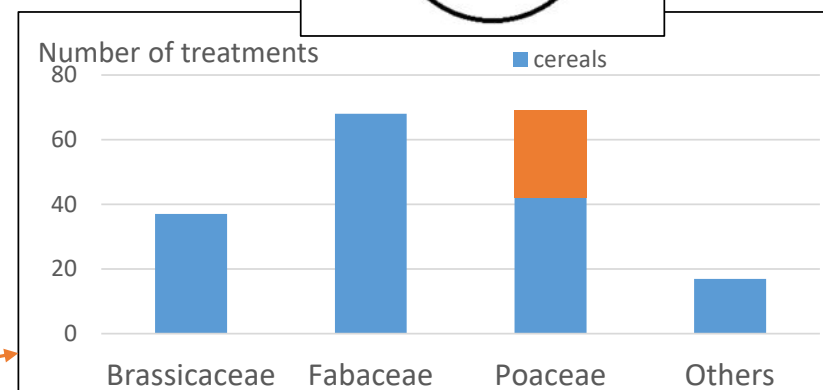
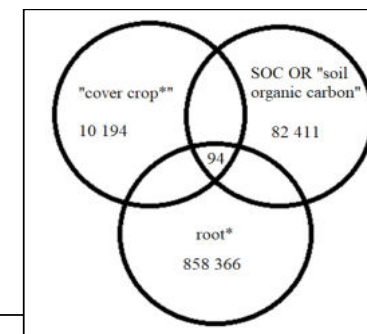
³AU – Aarhus University, Tjele, Denmark

⁴BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

Na efektivitu ukládání uhlíku má vliv řada parametrů kořenů
Směsi kombinují vlastnosti kořenů jednotlivých druhů

56 publikací – druhy meziplovin
monokultury ve specifických podmínkách

Chybí vliv managementu MZP na rozvoj kořenů
Je třeba realistické posouzení potenciálu MZP
Pozor na přílišné zobecnění!



Pokusy s meziplodinami v ČR

Ve spolupráci s VURV Ruzyně a OZ VÚO Opava

Monokultury nebo binární směsi

hodnocení kořenového systému do hloubky 30 cm s průměrem 30 cm
velké kořeny v celém objemu, jemné kořeny v určitém podílu zeminy

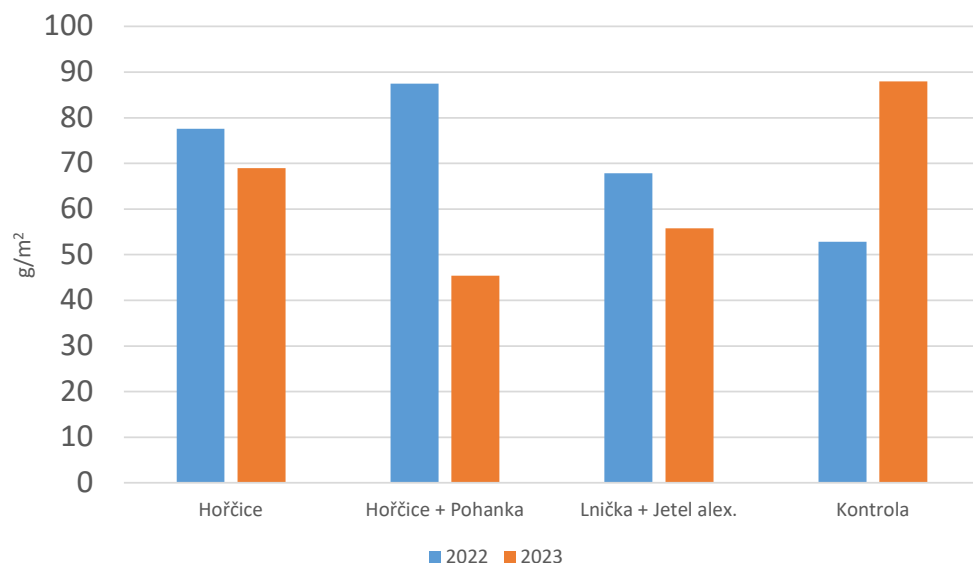


Sites	kontrola	Sinapis alba	Sinapis + Fagopyrum	Camelina + T. alexandrinum	Camelina	Raphanus sativa
Ruzyně (338)	x	x	x	x		
Lukavec (610)	x	x	x	x		
Opava (260)	x	x			x	x

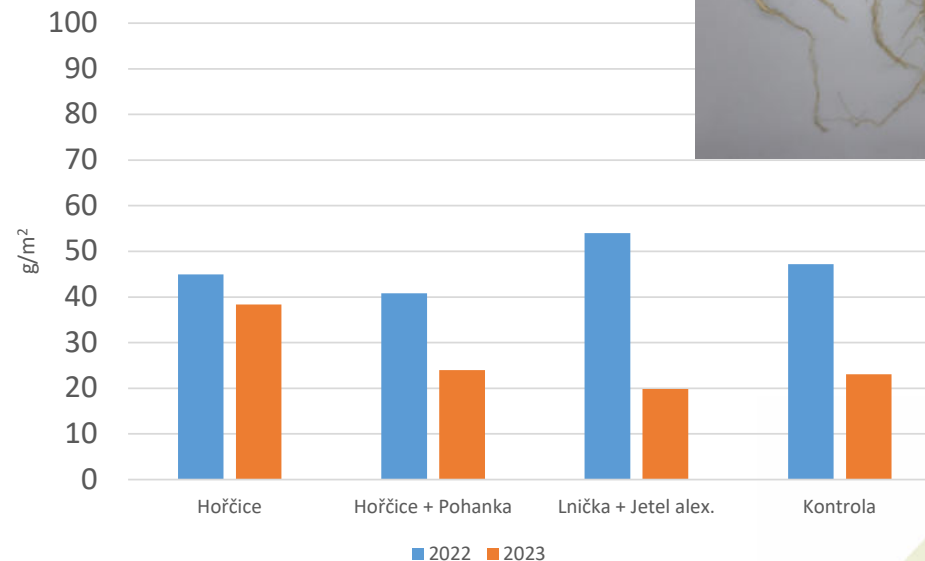


Výsledky produkce kořenů podzim 2022 - 2023

Lukavec - kořeny 0-30 cm



Ruzyně - kořeny 0-30 cm



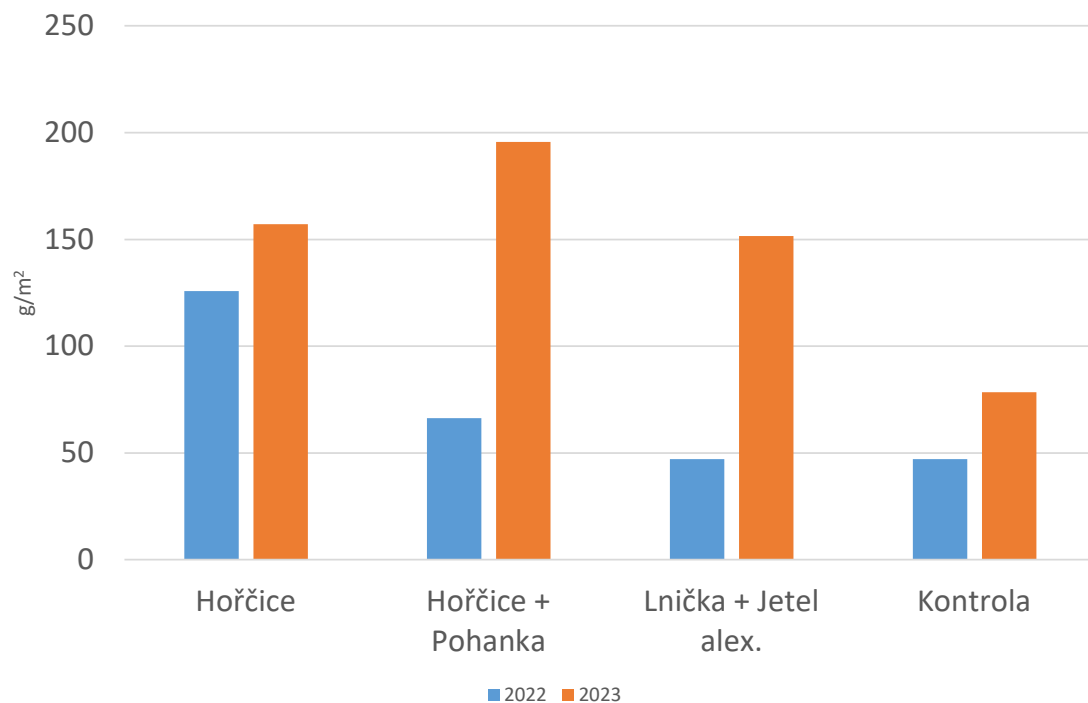
Nerozlišovány kořeny MZP, výdrolu a plevelů – **hlavní plodina?**

Jemné kořeny tvoří 30 – 50%

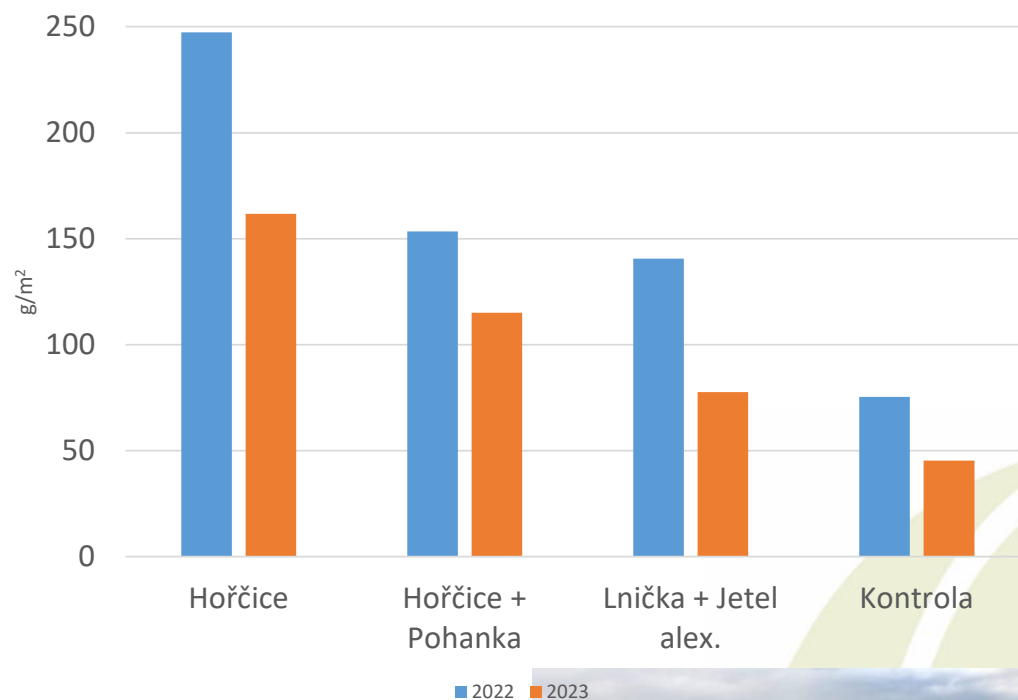
Ukládání C nezahrnuje výkon rhizodepozice
(odhad 31% hm. kořenů)

Výsledky nadzemní hmota podzim 2022 - 2023

Lukavec - nadzemní hmota



Ruzyně - nadzemní hmota



průměr 0,99 – 2,55
rozpětí 0,70 – 4,31

průměr 3,37 – 3,72
rozpětí 1,60 – 5,50

Poměr mezi nadzemní a podzemní hmotou je proměnlivý v závislosti na podmínkách prostředí





Děkuji za pozornost

