

Frakcionace humusových látek zemědělských půd

„Kvantita a kvalita organické hmoty v agroekosystémech“

**Ladislav Menšík¹, Lubica Pospíšilová², Eva Kunzová¹,
Lukáš Hlisnikovský¹, Tomáš Šimon¹, Jana Plisková^{1,2}, Pavel Nerušil¹,
Jan Klír¹, Mikuláš Madaras¹**

¹*Výzkumný ústav rostlinné výroby, Odbor systémů hospodaření na půdě, Drnovská 507/73
161 06 Praha 6 - Ruzyně, Česká republika*

²*Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie
a výživy rostlin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika*

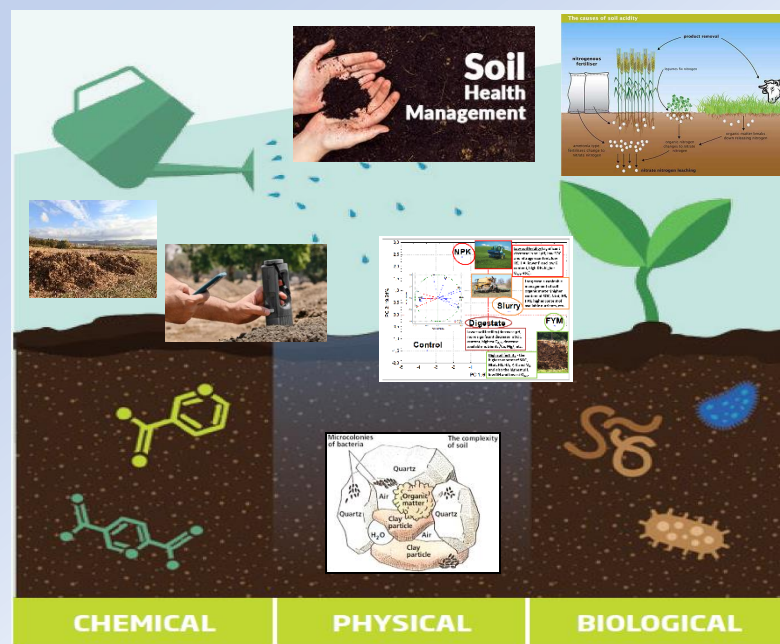
ladislav.mensik@vurv.cz



Obsah

- Význam **půdní organické hmoty (SOM)** v terestrických ekosystémech a vliv **SOM** na kvalitu půdy (půdní úrodnost)
- Frakcionace **SOM**
- Změny v **zemědělském hospodaření** v ČR a **měnící se podmínky prostředí**
- **Výsledky**
 - **Studie I** - Vliv aplikace statkových a minerálních hnojiv ...
 - **Studie II** - Stav půdní organické hmoty a živin v dlouhodobém polním ...
 - **Studie III** - Vliv hnojení TTP ...
 - **Studie IV** - Monitoring kvality SOM v provozních podmínkách ...
 - **Moderní způsoby měření kvality SOM** ...
- **Souhrn**
- **Doporučení**
- **Poděkování**

Grafický abstrakt



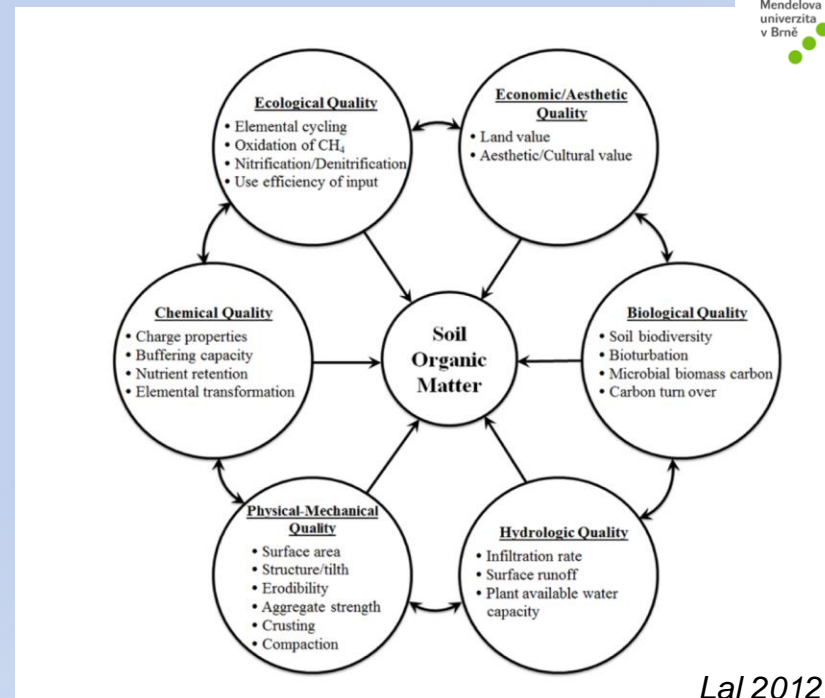
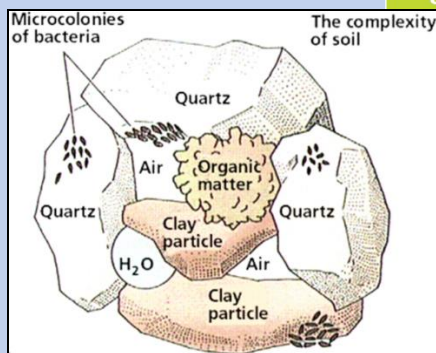
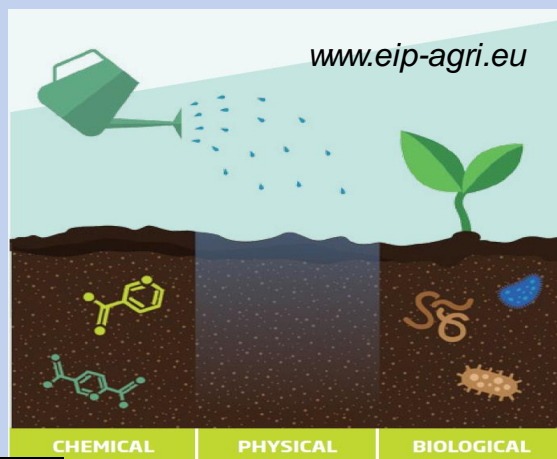
Klíčová slova

Půdní organická hmota (SOM), kvalita a zdraví půdy, klimatická změna, Česká republika



Význam SOM a vliv na kvalitu půdy

- **SOM** hraje důležitou roli v suchozemských ekosystémech a agroekosystémech.
- Kvantita SOM (celkový obsah), ale také její **kvalita** (podrobné chemické složení stabilních a labilních složek - hledání závislosti mezi primární a sekundární strukturou huminových látek).
- **Posouzení aberace a degradace půdy.**



Lal 2012

Identifikace HL

- *Nemají strukturní vzorec (krize identity).*
- *Nemají stejné chemické složení (proměnlivé v čase ???).*
- *Nejsou standardizované metody.*
- *IHSS (Mezinárodní společnost pro HL).*



Frakcionace SOM

Půdní organická hmota (SOM)

Sacharidy

Lignin

Lipidy

Pigmenty

Proteiny

Třísloviny

a další

Odbourávání a rozklad mikroorganizmy

Aminokyseliny, aromáty, mastné kyseliny, organické kyseliny, fenoly, cukry aj.

Chemická a biochemická kondenzace

Komplexní sloučeniny

Oligomerace a kondenzace

Humusové látky

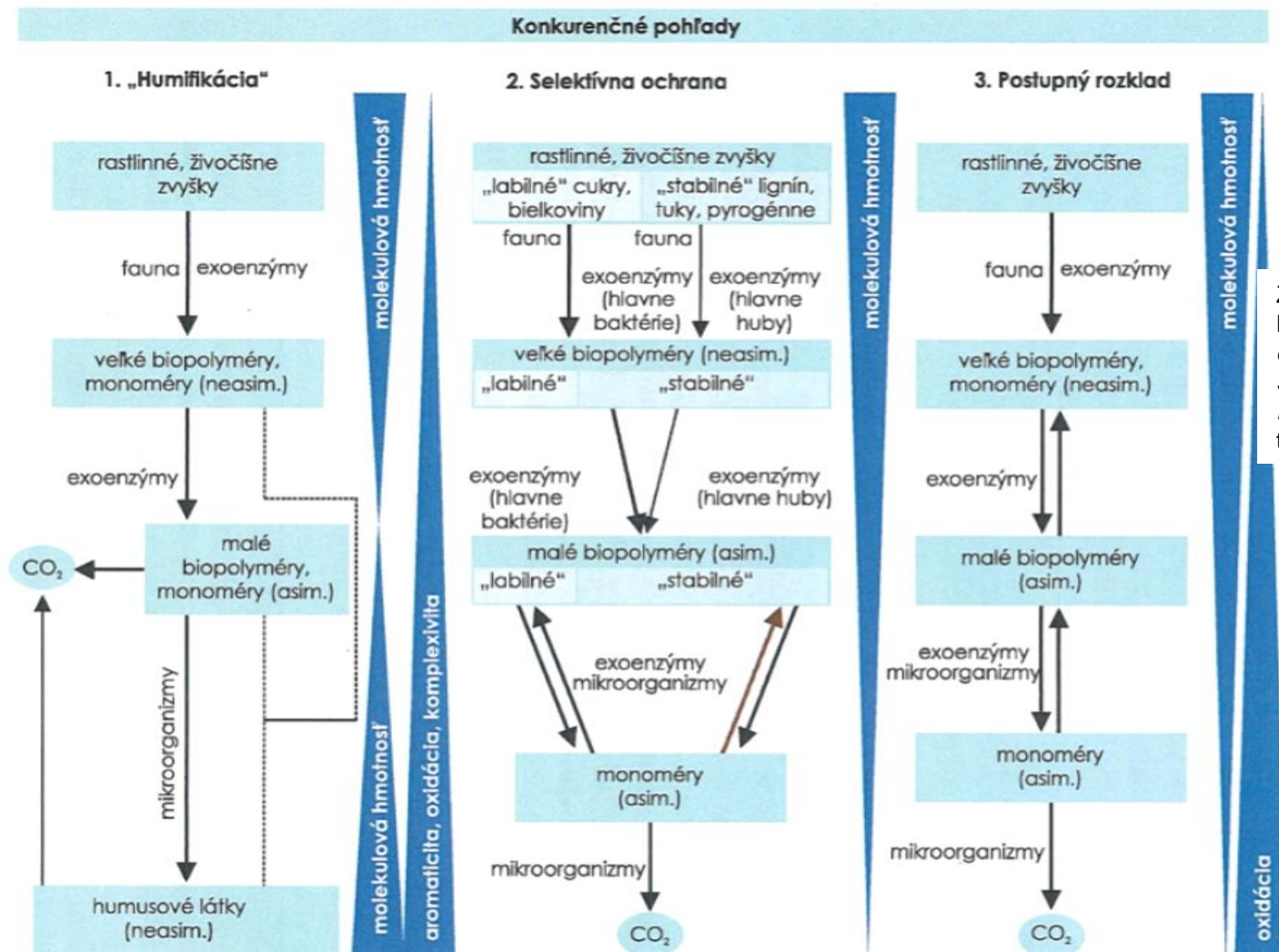
Fulvokyseliny

Huminové kyseliny

Humin



Frakcionace SOM



Nový pohľad na SOM

Zdroj: Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). *The contentious nature of soil organic matter*. *Nature*. doi:10.1038/nature16069

Organický podiel pôdy / Percento pre život
Erika Tobiášová

Zosúladenie súčasných koncepčných modelov pre osud organických zvyškov do konsolidovaného pohľadu pôdneho kontinuálneho modelu kolobehu organických látok v pôde

Zdroj: Lehmann and Kleber, 2015

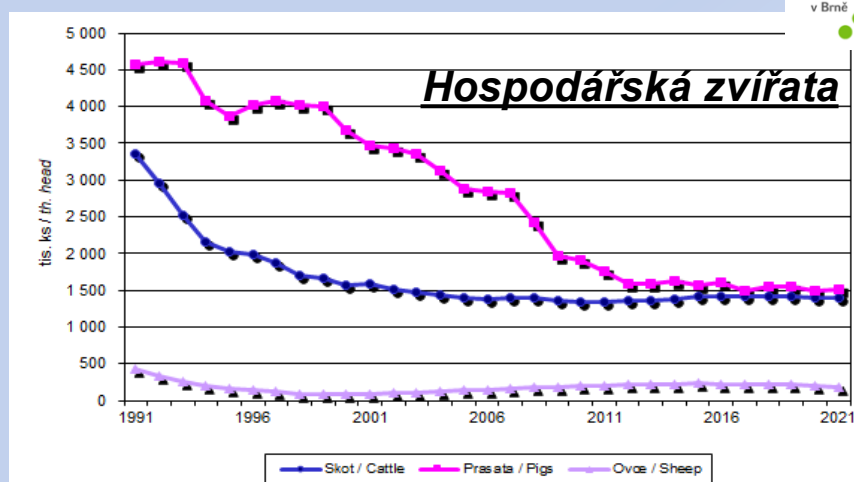


Změny v hospodaření na zemědělské půdě v posledních 25-ti letech v ČR

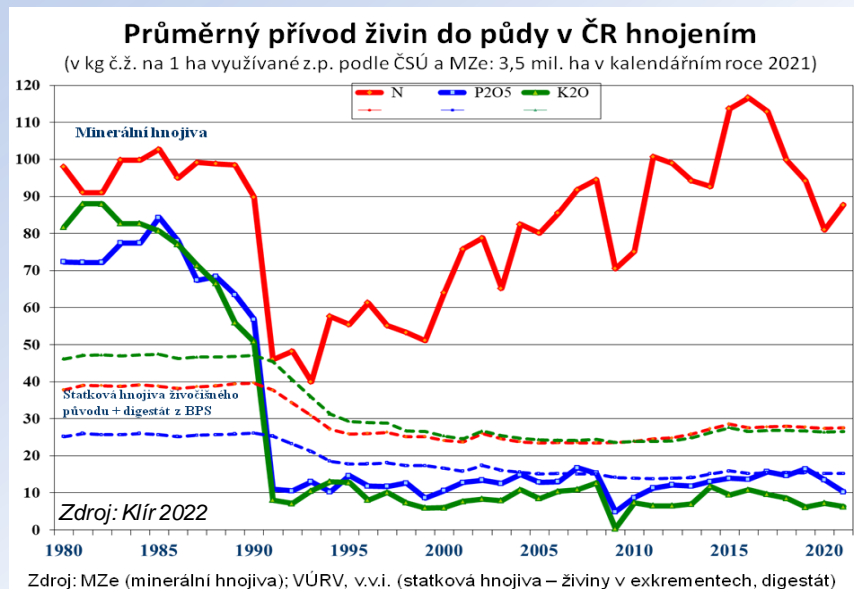
<i>Osevní plochy</i>	1990	2021	Index (%) 1990/2021
Orná půda			
Osevní plocha	3 270 963	2 461 707	75,0
Zrniny	1 708 792	1 377 411	80,6
Luskoviny	56 623	33 766	59,6
Brambory	109 664	22 824	20,8
Cukrovka technická	118 813	61 234	51,5
Technické plodiny	161 316	450 019	279,0
Olejniny	129 996	442 310	340,2
Pícniny na orné půdě	1 099 907	506 796	46,1
Jednoleté pícniny	594 526	283 551	47,6
Víceleté pícniny	505 381	207 958	44,2
Zelenina	33 697	12 325	36,6
Orná p. neoseťá a úhor	2 931	24 780	845,5

Zdroj: ČSÚ 2022

**Současné mění se podmínky prostředí
(klimatická změna)!!?**



Zdroj: ČSÚ 2022



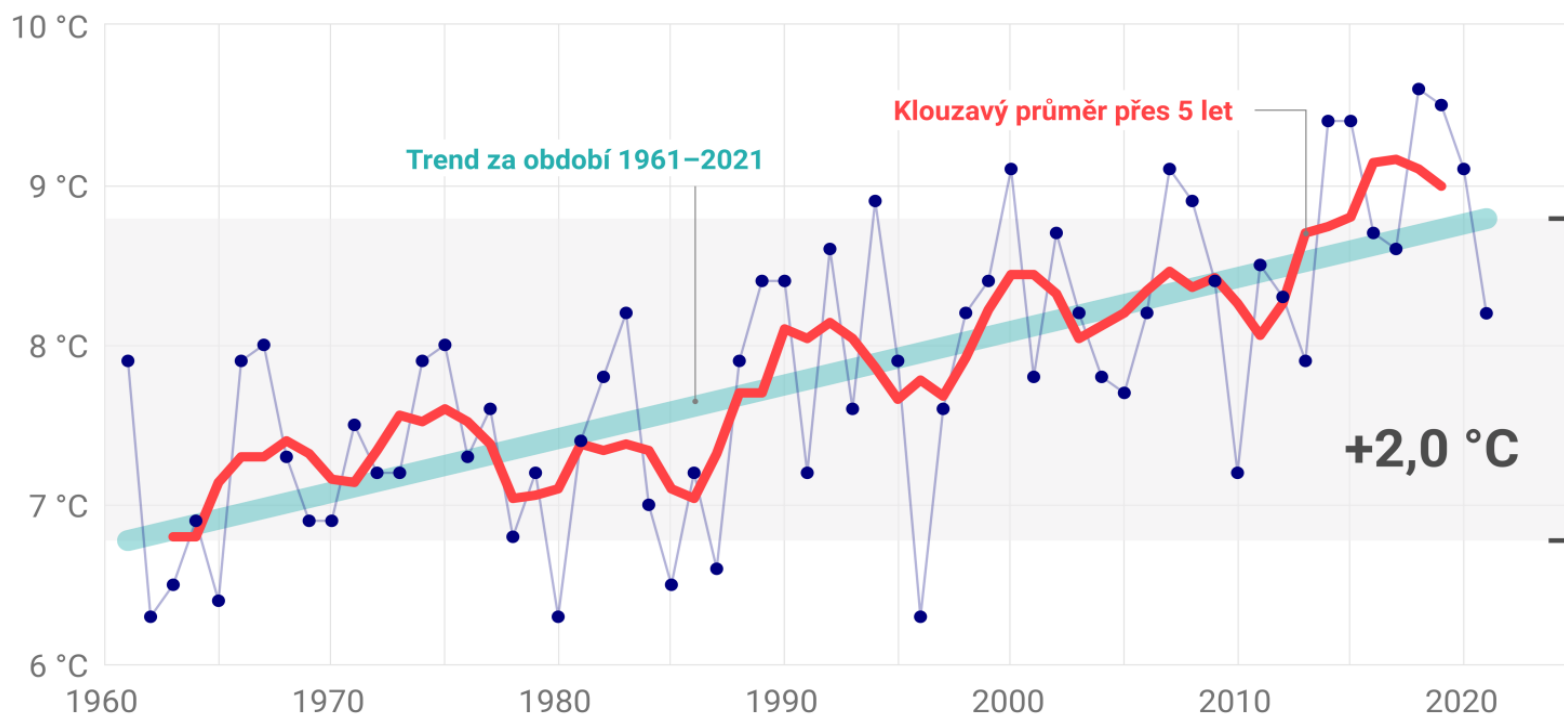


PRŮMĚRNÁ ROČNÍ TEPLOTA V ČR

Teplota se od roku 1961 zvýšila o 2,0 °C.

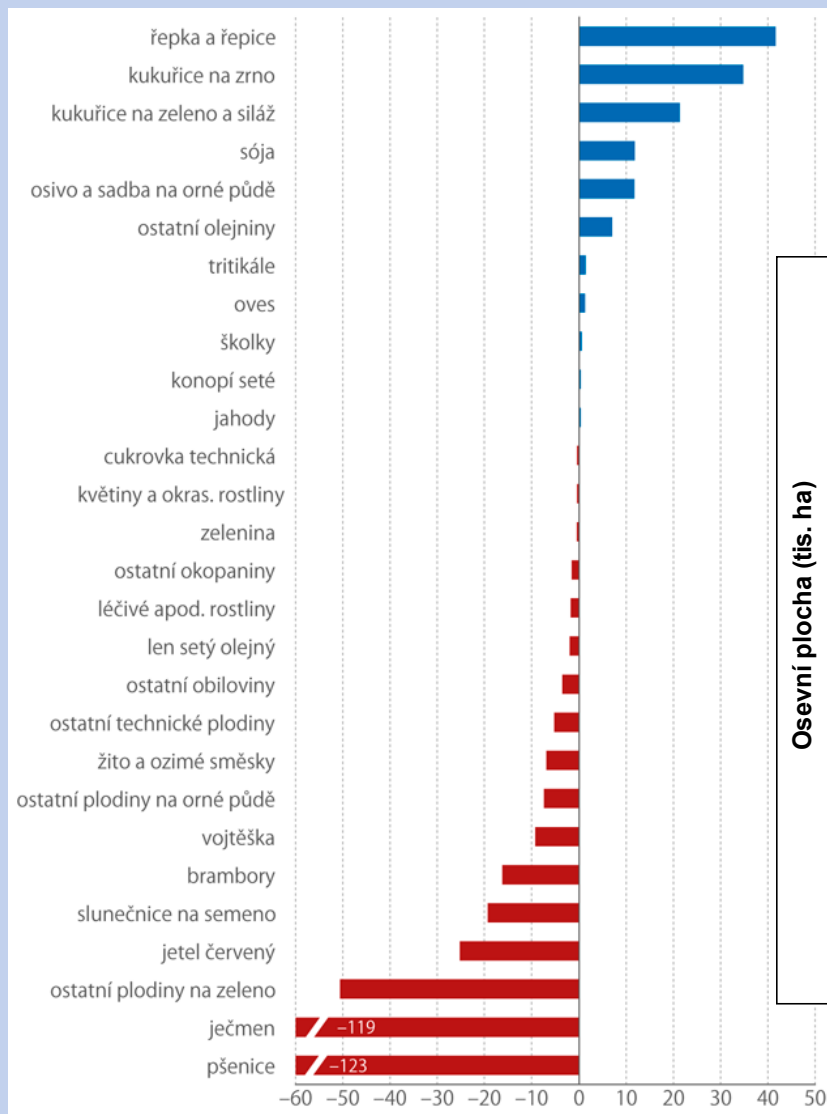
Globální změna klimatu (GZK)

• Průměrná teplota v jednotlivých letech

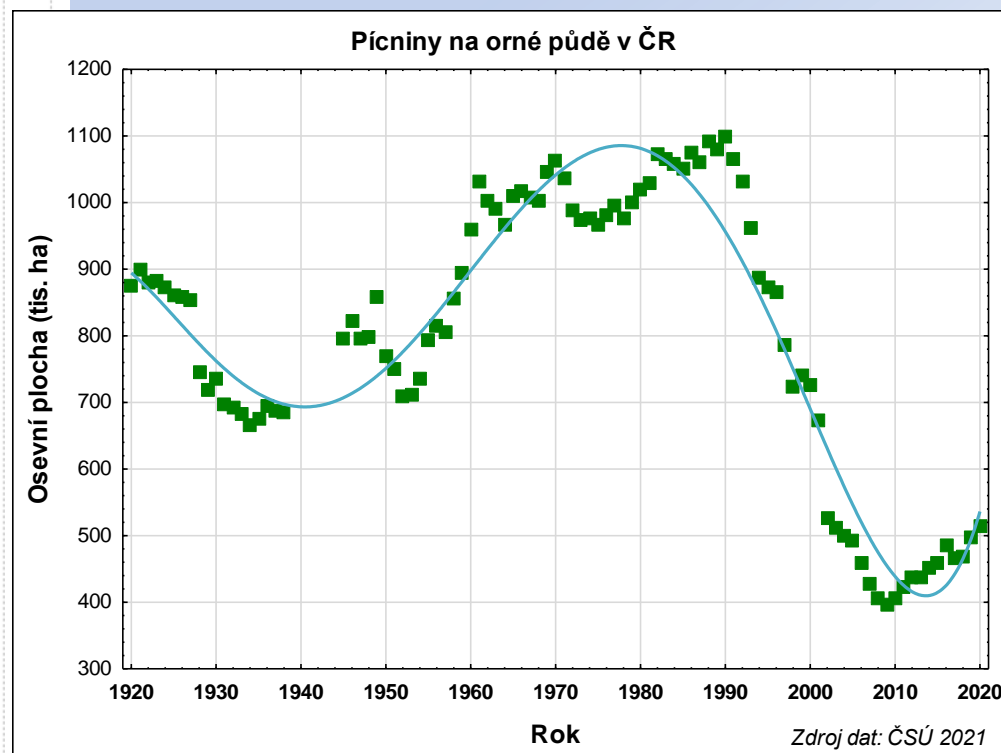




Změny v hospodaření na zemědělské půdě v posledních 25-ti letech v ČR



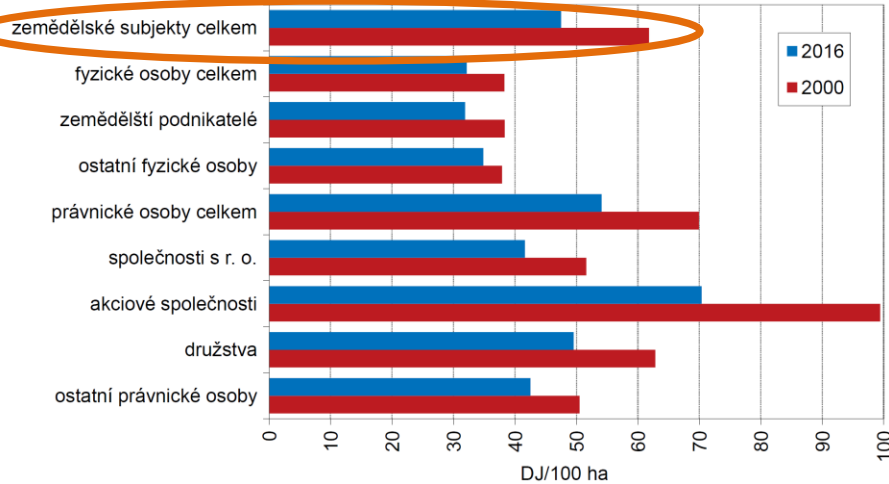
Změny ve výměrách plodin v období 2000–2020 (tis. ha)



Zdroj: ČSÚ
Mácová, Čermáková 2021



Průměrný počet dobytčích jednotek na 100 hektarů obhospodařované zemědělské půdy

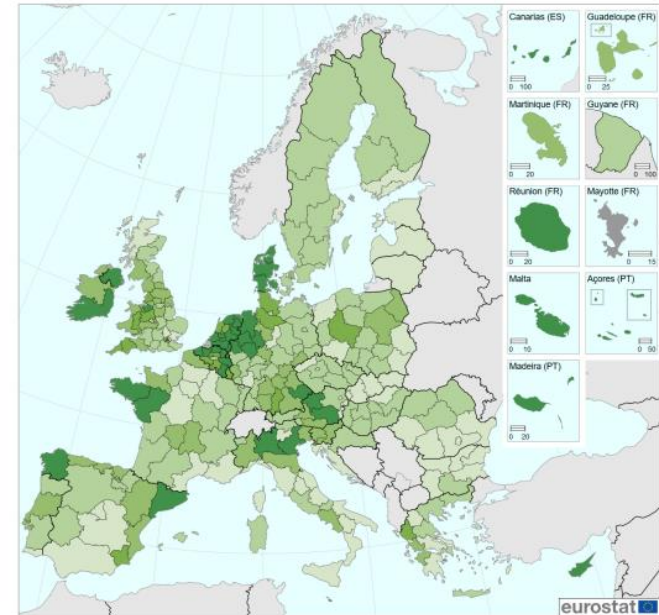


Dobyččí jednotka (DJ): standardní měřicí jednotka umožňující sdružení různých kategorií hospodářských zvířat za účelem jejich srovnání. 1 DJ představuje 500 kg živé váhy zvířete.



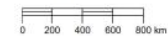
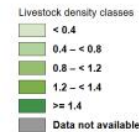
CSU, Hrbek 2017

Map 1: Livestock density by NUTS 2 regions, EU-28, 2016
(Livestock units per hectare of utilised agricultural area)

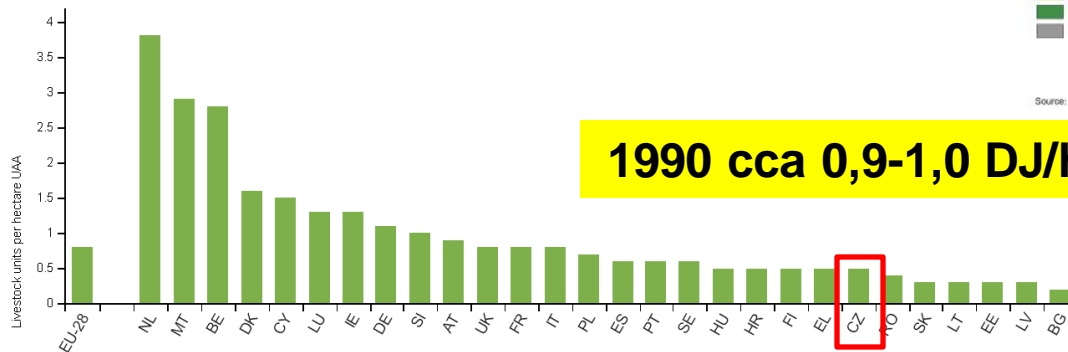


Livestock units (LU) per ha of UAA

Administrative boundaries: © EuroGeographics © UN-FAO © Turstat
Cartography: Eurostat – IMAGE, 12/2018

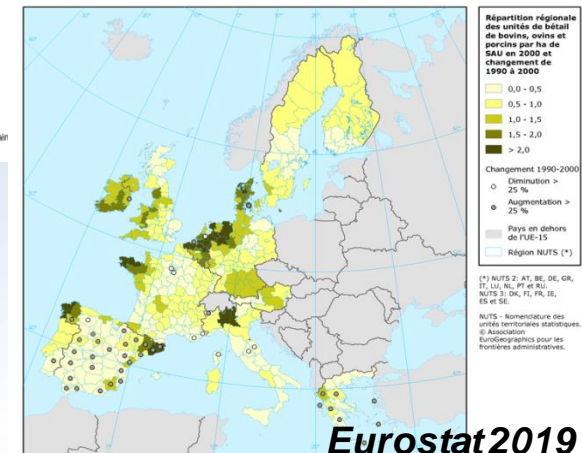


Total livestock density, 2016 (livestock units per hectare utilised agricultural area)



1990 cca 0,9-1,0 DJ/ha.

Source: Eurostat (online data code: ef_lsk_main)



Répartition régionale des unités de bétail de bovins, ovins et porcins par ha de SAU en 2000 et changement de 1990 à 2000

Changement 1990-2000
 Diminution > 25 %
 Augmentation > 25 %
 Pays en dehors de l'UE-15
 Région NUTS (*)

(*) NUTS 2: AT, BE, DE, GR, IT, LU, NL, PT, SE, SI, NUTS 3: DK, FI, FR, IE, ES et SE
 NUTS - nomenklature des unités territoriales statistiques. © Association EuroGeographics pour les frontières administratives.

eurostat

Eurostat 2019



Průměrný počet dobytčích jednotek

ni: <https://www.statistikaamy.cz/2021/12/08/zivocisna-vyroba-se-koncentruje>

zeměc

z

pi

o

Total I.

4

3,5

3

2,5

2

1,5

1

0,5

0

Livestock units per ha

EU-27

N M B D C L I R E P S H H I E C R S L E L B

do 35,0

nad 35,0 do 45,0

nad 45,0 do 60,0

nad 60,0

Map 1: Livestock density by NUTS 2 regions, EU-28, 2016
(Livestock units per hectare of utilised agricultural area)



Zdroj: ČSÚ
Cábová, Fiedlerová 2021



skot



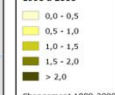
prasata



drůbež

**Průměr cca 0,48 DJ/ha
(VUMOP 2018).**

Répartition régionale
des unités de bétail
de bovins, ovins et
porcins par ha de
SAU en 2000 et
changement de
1990 à 2000



Changement 1990-2000

○ Diminution >
25 %

● Augmentation >
25 %

○ Pays en dehors
de l'UE-15

○ Région NUTS (*)

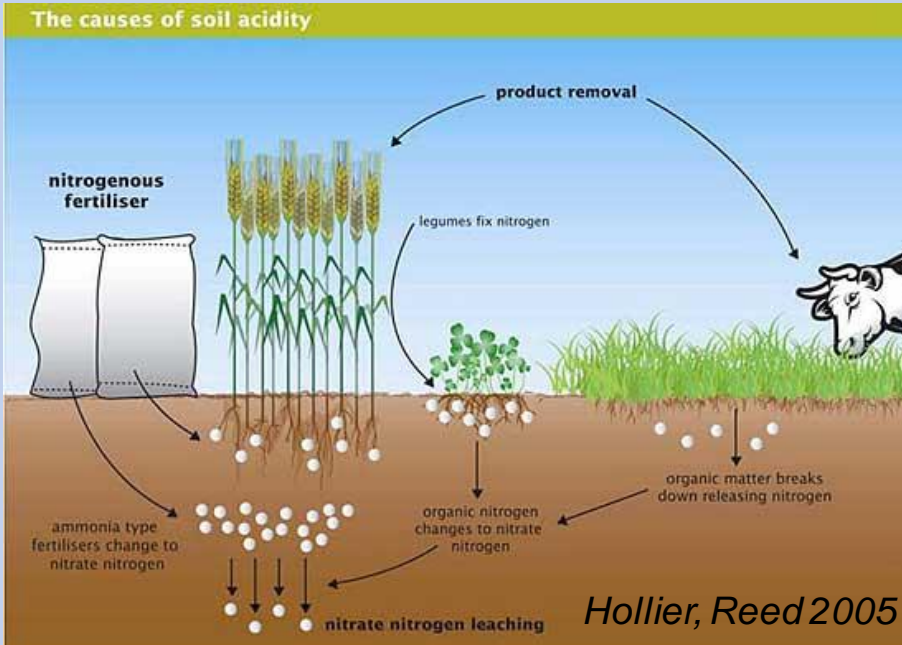
(*) NUTS 2: AT, BE, DE, GR,
IT, LU, NL, PT, IE, SI;
NUTS 3: DK, FI, FR, IE,
ES et SE

NUTS - nomenclature des
unités territoriales statistiques.
© Association
EuroGeographics pour les
frontières administratives.

eurostat

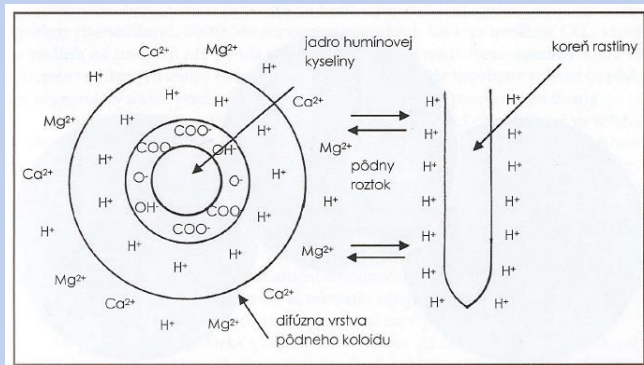


Eurostat 2019



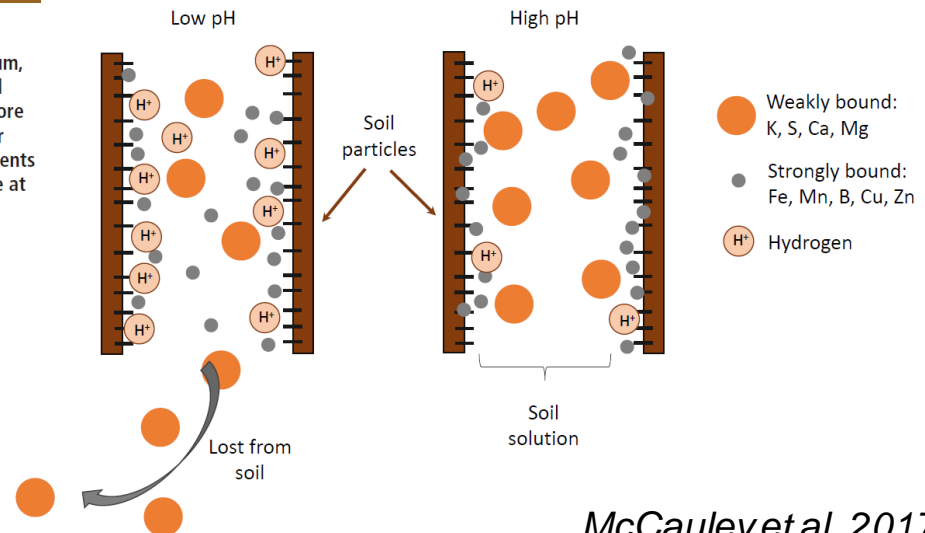
Důsledky hnojení minerálními N, P, K hnojivy pro půdu:

- koncentrace přístupných živin N, P, K se zvyšují,
- ale díky poklesu pH se snižuje využití živin nadzemní biomasou /méně se zabudovávají zpátky do biomasy/ (Hejzman et al. 2010, Kidd et al. 2017 aj.)



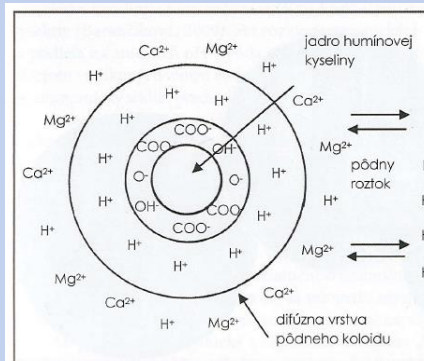
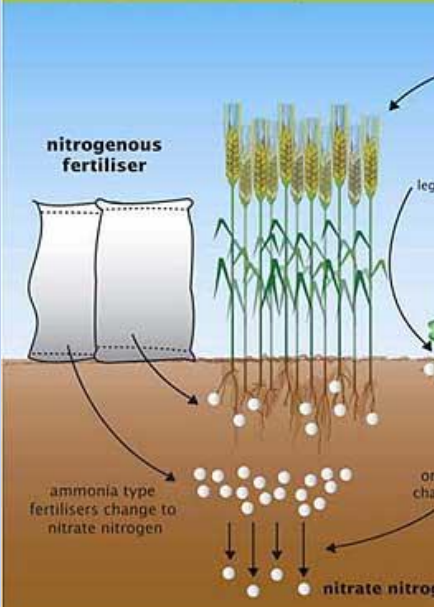
Obr. 7 Výmena katiónov medzi organickým pôdnym koloidom (humínová kyselina) a koreňom rastliny

FIGURE 3. Potassium, sulfur, calcium and magnesium are more available at higher pH, the micronutrients are more available at lower pH.

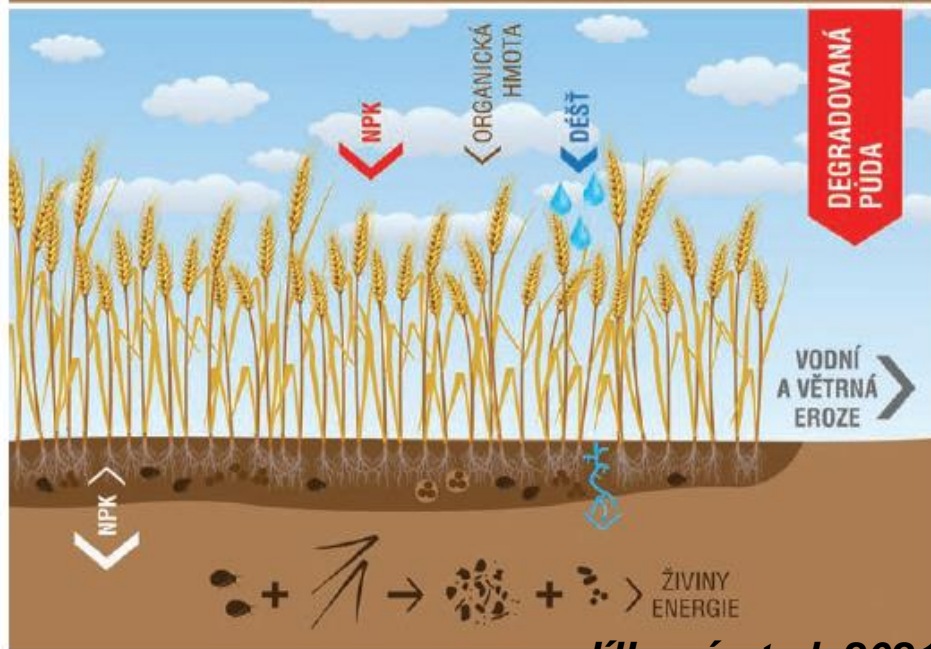
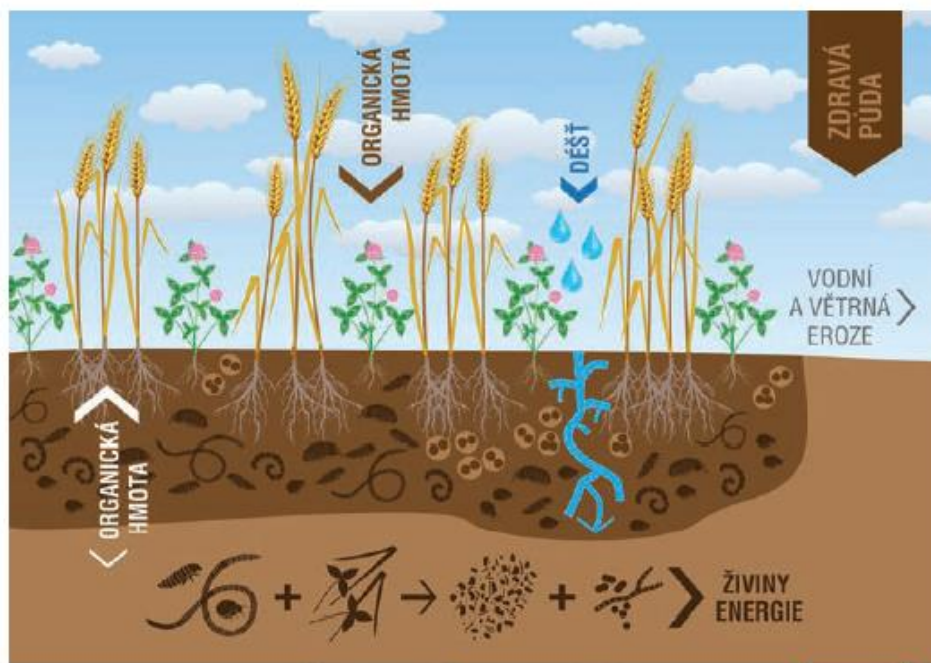


McCauley et al. 2017

The causes of soil acidity



Obr. 7 Výměna kationův mezi organickým půdním a kořenem rostliny



Jílková et al. 2021



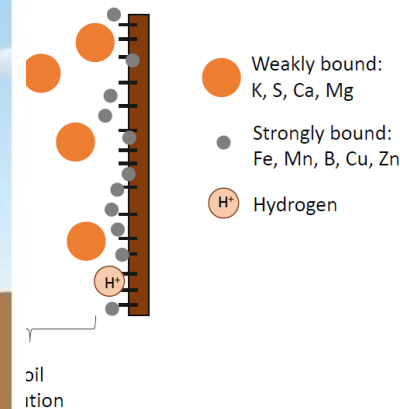
Mendelova univerzita v Brně

minerálními N, du:

oných živin N,

se snižuje ní biomasou rají zpátky do et al. 2010,

pH



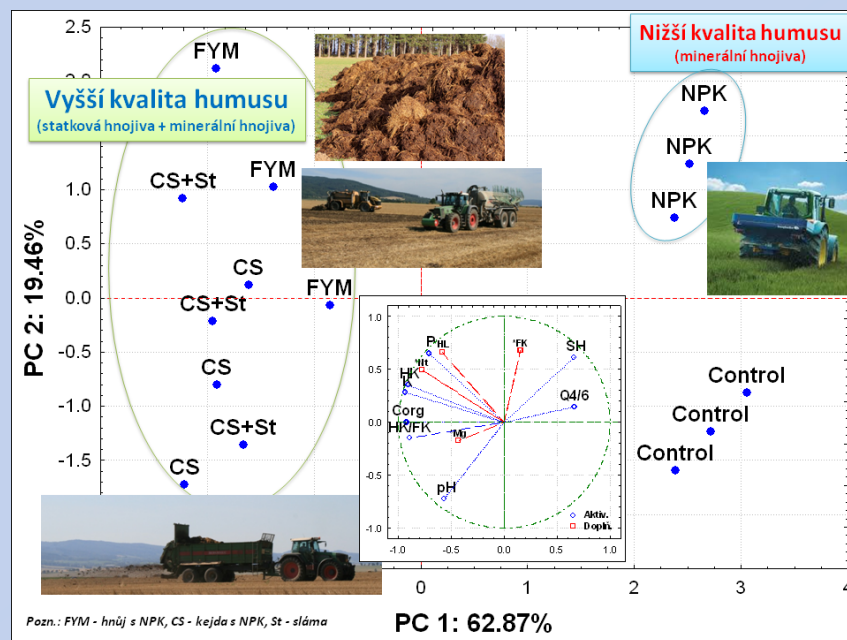
McCauley et al. 2017



Studie I

Vliv aplikace statkových a minerálních hnojiv na stav půdní organické hmoty a živin v dlouhodobém polním experimentu

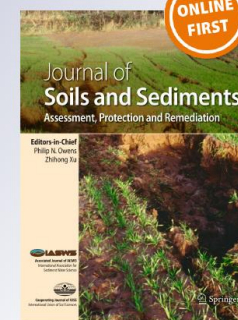
Menšík et al. 2018



The effect of application of organic manures and mineral fertilizers on the state of soil organic matter and nutrients in the long-term field experiment

**Ladislav Menšík, Lukáš Hlisenkovský,
Lubica Pospíšilová & Eva Kunzová**

Journal of Soils and Sediments
ISSN 1439-0108
J Soils Sediments
DOI 10.1007/s11368-018-1933-3



Springer

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11368-018-1933-3>



VÚRV – Ruzyně, Pole IV

Založeno: 1955

GPS: 50°05'N and 14°17'E

Nad. výš.: 345 m n. m.



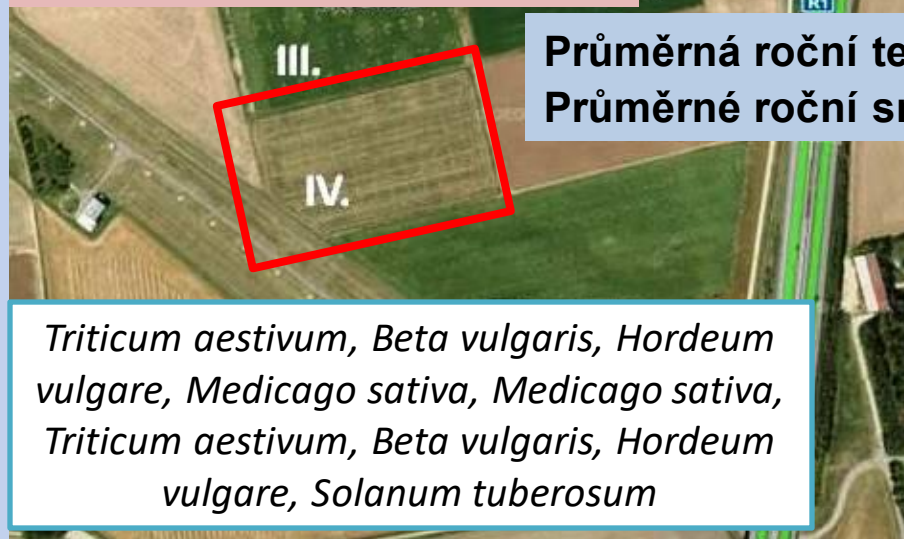
Varianty hnojení

- Kontrola
- NPK
- NPK+hnůj (FYM),
- NPK+kejda (CS),
- NPK+kejda+sláma (CS+Straw)

Osevní postup

- 45% obilovin
- 33% okopanin
- 22% pícnin

Průměrná roční teplota: 8,4 °C
Průměrné roční srážky: 555 mm



Triticum aestivum, Beta vulgaris, Hordeum vulgare, Medicago sativa, Medicago sativa, Triticum aestivum, Beta vulgaris, Hordeum vulgare, Solanum tuberosum



Hnědozem
modální
(HNm)

Měřené charakteristiky a metody stanovení

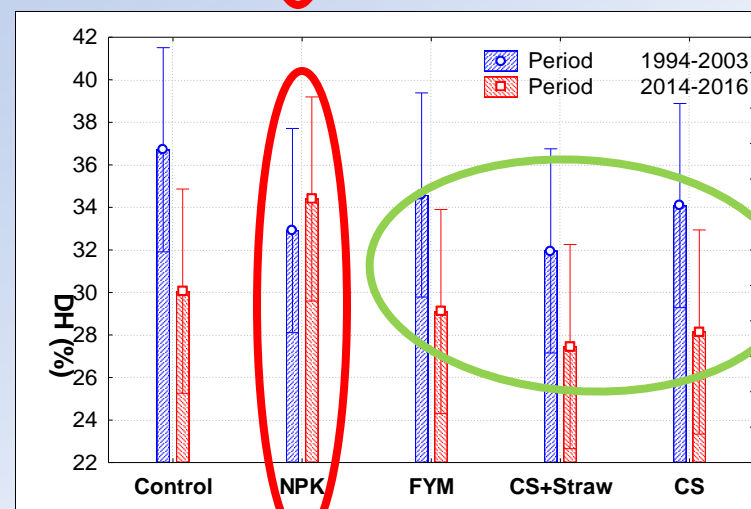
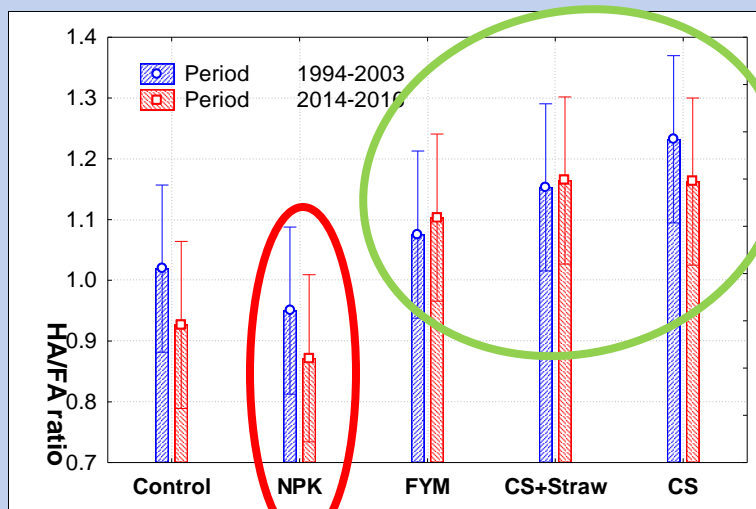
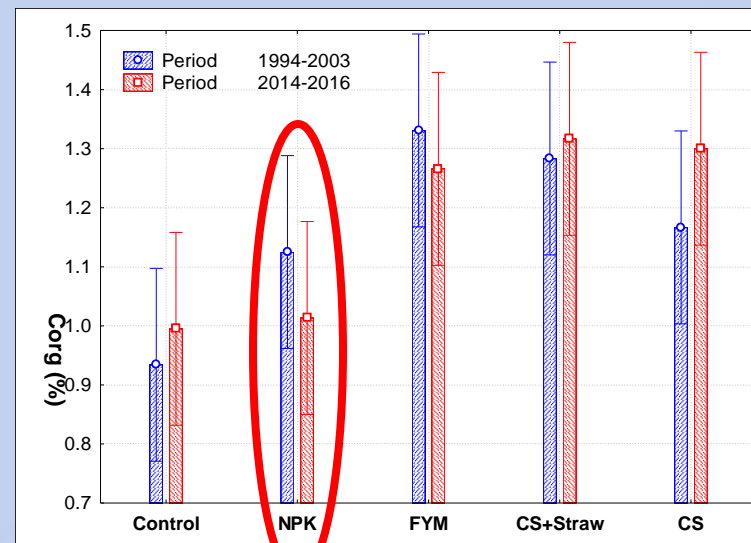
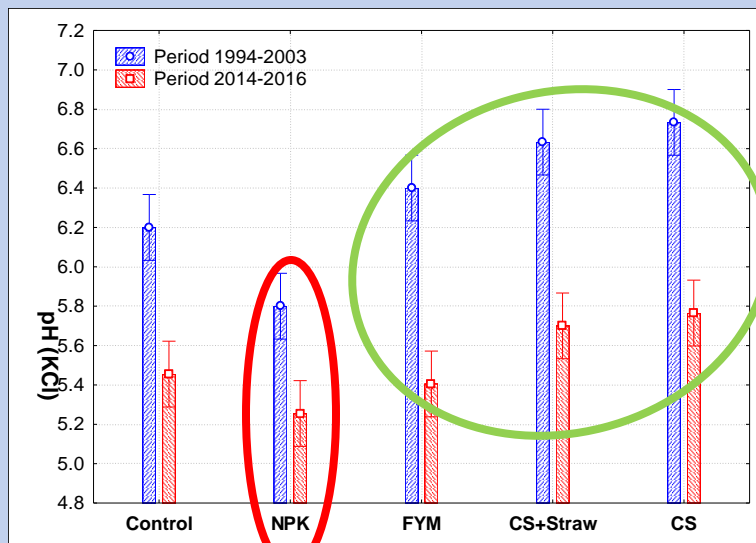
- Období: 1994–2003 (n=6), 2014–2016 (n=6)
- Horizont: Ap (0–30 cm)
- Půdní kyselost
- Obsah uhlíku, dusíku
- Přístupné živiny
- Humusové látky (HL)
 - Frakcionace HL
 - Barevný kvocient
 - Stupeň humifikace
- Statistické hodnocení
 - EDA, ANOVA,
 - PCA, FA, CLU

Průměrné dávky jednotlivých hnojiv

	Kontrola	NPK	NPK+FYM	NPK+CS	NPK+CS+St
N	0	91	116	119	125
P	0	31	39	37	38
K	0	146	163	163	176



pH, Obsah uhlíku, Poměr HK/FK, Stupeň humifikace

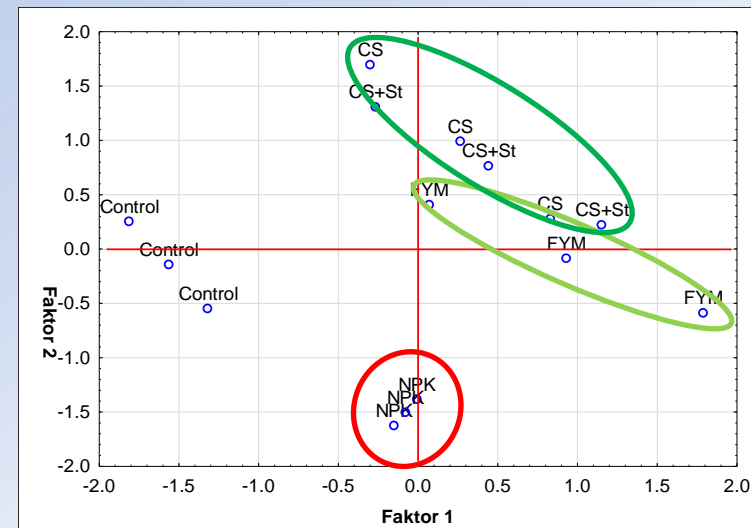
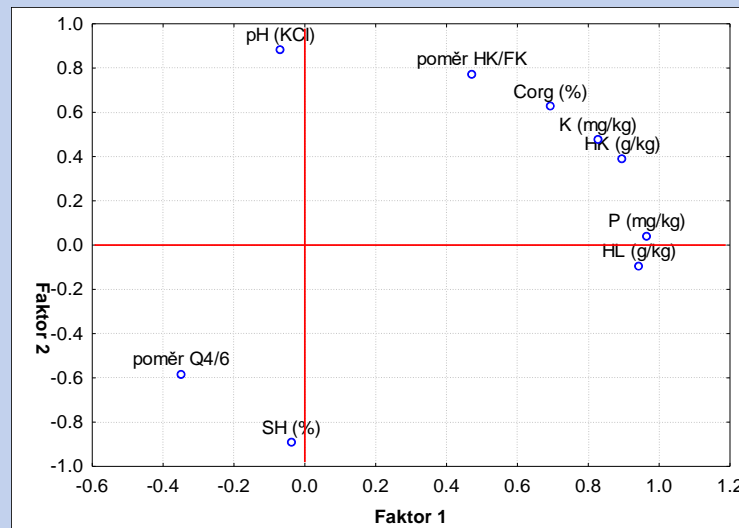
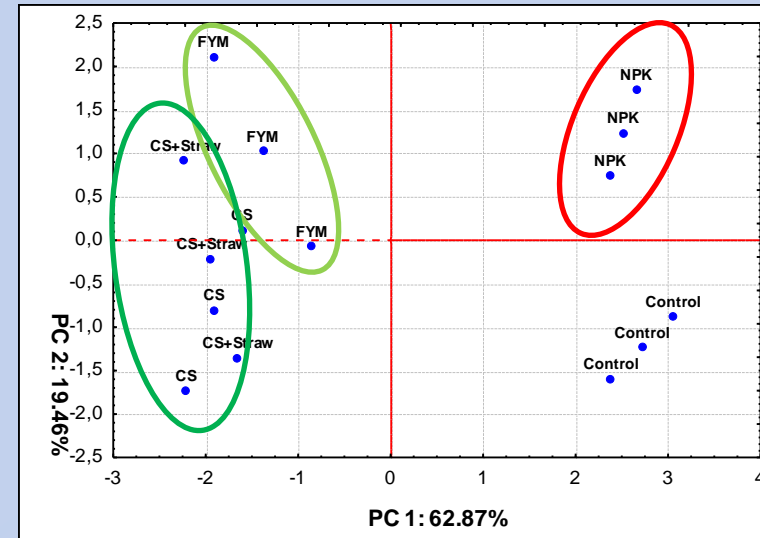
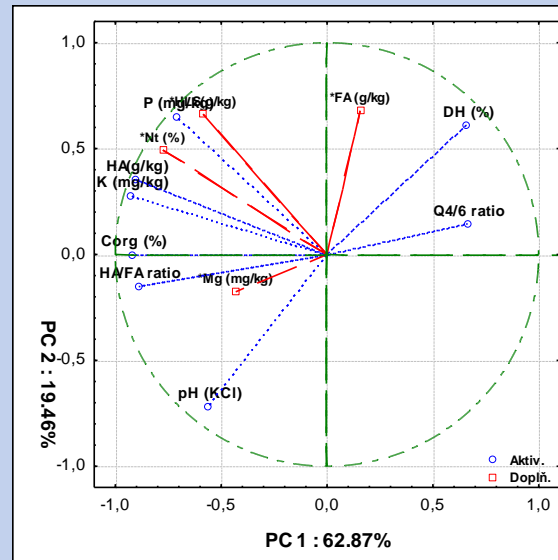


Pozn.: NPK+hnůj (FYM), NPK+keжда (CS); NPK+keжда+sláma (CS+Straw)



Analýza hlavních komponent /PCA/ a Faktorová analýza /FA/

PCA



FA

Pozn.: NPK+hnůj (FYM), NPK+kejda (CS); NPK+kejda+sláma (CS+Straw), období 2014-2016



Závěr - studie I

➤ NPK (nízká kvalita humusu):

- vysoká acidita,
- nízký obsah C_{org} ,
- nízký obsah HL,
- nepříznivý poměr HK/FK,
- vysoký stupeň humifikace (SH),
- nízký obsah P a K.

➤ Hnůj, Kejda; Kejda+Sláma (vysoká kvalita humusu):

- nízká acidita,
- vysoký obsah C_{org} ,
- vysoký obsah HL,
- příznivý poměr HK/FK,
- nízký stupeň humifikace (SH),
- vysoký obsah P a K.



Studie II

Stav půdní organické hmoty a živin v dlouhodobém polním experimentu s aplikací statkových a organických hnojiv v rozdílných půdně-klimatických podmínkách v souvislosti s probíhající klimatickou změnou

Chapter

The State of the Soil Organic Matter and Nutrients in the Long-Term Field Experiments with Application of Organic and Mineral Fertilizers in Different Soil-Climate Conditions in the View of Expecting Climate Change

Ladislav Menšík, Lukáš Hliseníkovský and Eva Kunzová

Abstract

Soil organic matter (SOM) plays an important role in the terrestrial ecosystems and agroecosystems. Changes in the agricultural sector in the countries of the Central and Eastern Europe (the Czech Republic, Slovakia, Poland, etc.) within the past 25 years have negatively affected the SOM and contributed to the soil degradation. The aim of this chapter is the evaluation of the long-term application of mineral fertilizers and farmyard manure: the Control (without fertilization), farmyard manure (FYM + 0), FYM accompanied with NPK (FYM + N₂P₂K₂), and FYM with mineral nitrogen FYM + N (FYM + N₂), on the essential chemical properties of the soil and yield of the fundamental arable crops in the long-term field experiments, established in different soil and climate conditions (black soils, brown soils, cambisols, altitude ranging from 260 to 650 m a.s.l.) of the Czech Republic in 1955, using the modern multi-criteria statistical methods (PCA, FA, CLU, etc.). The long-term and regular application of organic manure and organic manure with mineral

Menšík et al. 2019



<https://www.intechopen.com/books/organic-fertilizers-history-production-and-applications/the-state-of-the-soil-organic-matter-and-nutrients-in-the-long-term-field-experiments-with-applicati>



Materiál a metody

Založeno: 1956

Parameter/locality	ICRFE	LCRFE	CCRFE
Altitude (m a.s.l.)	225	620	263
Soil type*	Chernozems leptic	Cambisols skeletic	Chernozems calcic (luvic)—degraded
Parent material	Loess, loess loam	Parabula metamorphosed	Loess, loess loam
Cropping area**	Sugar beet	Potato	Sugar beet
Thickness of the arable layer (cm)	40–45	25–30	30–35
Mean annual temperature (°C)***	9.1	7.4	8.3
Mean annual precipitation (mm)***	538.2	690.7	590.0

*WRB 2015.

**According to the Czech national classification.

***ICRFE weather station Ivanovice na Hané (1962–2012), LCRFE weather station Lukavec (1962–2012), CCRFE weather station Filipov (1982–2012).

Varianty hnojení:

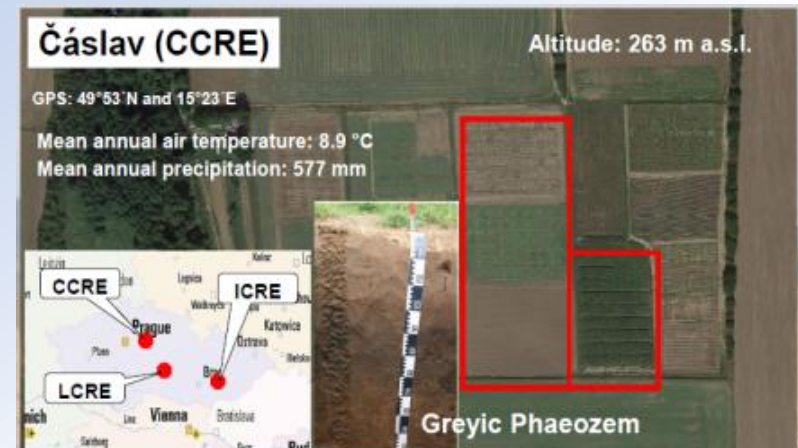
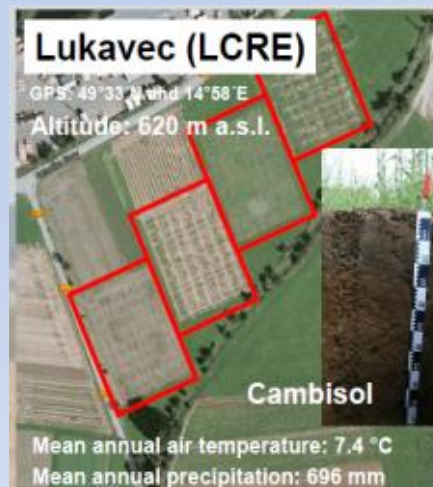
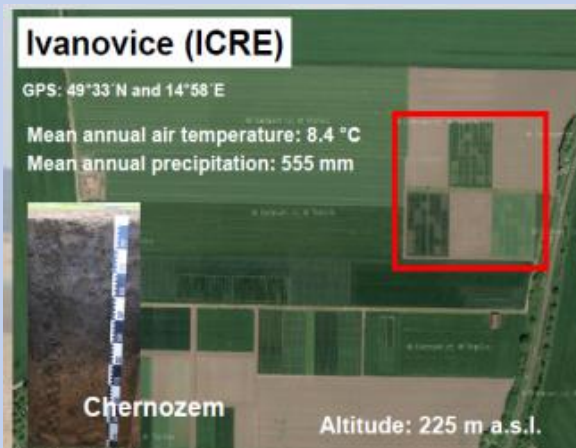
- Kontrola
- Hnůj (FYM+0)
- Hnůj + N3PK (FYM+N3PK)
- Hnůj + N2 (FYM+N2)

Osevní postup:

kukuřice seté, ječmen jarní, řepka ozimá, pšenice ozimá

Posklizňové zbytky:

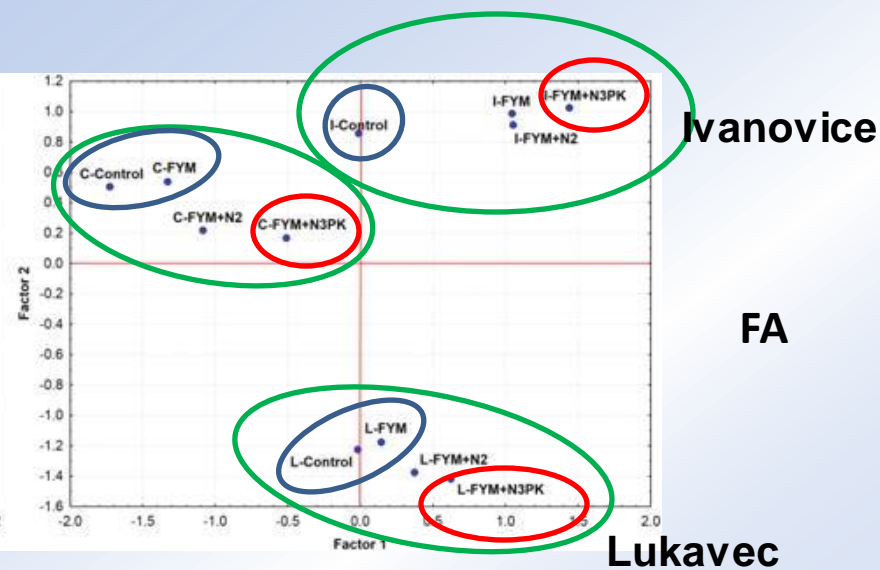
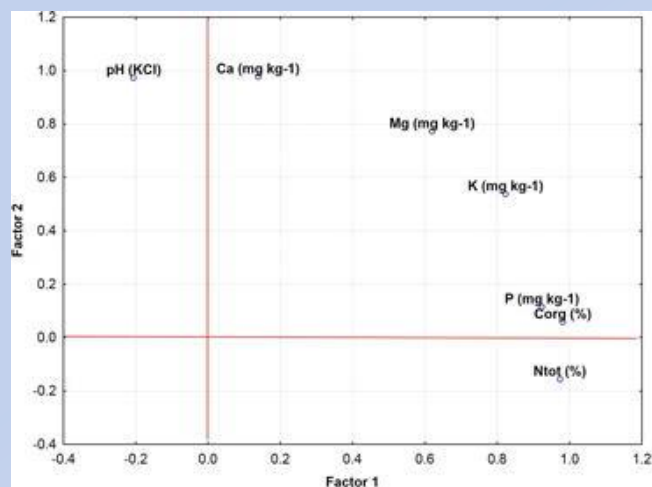
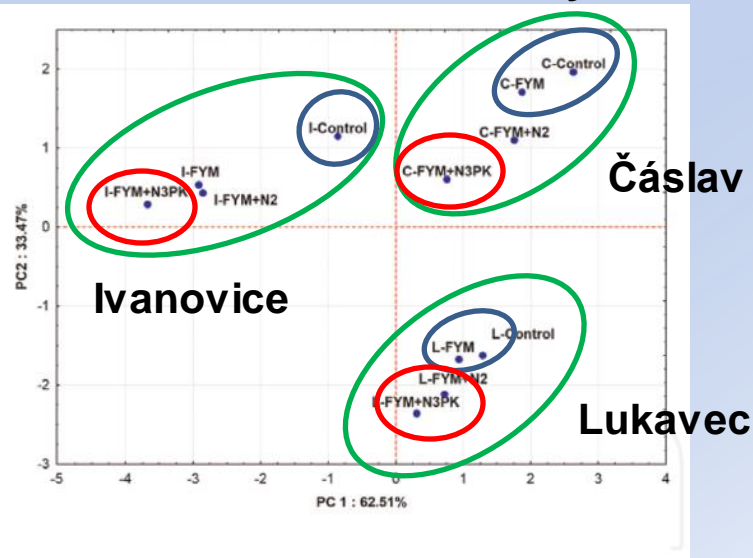
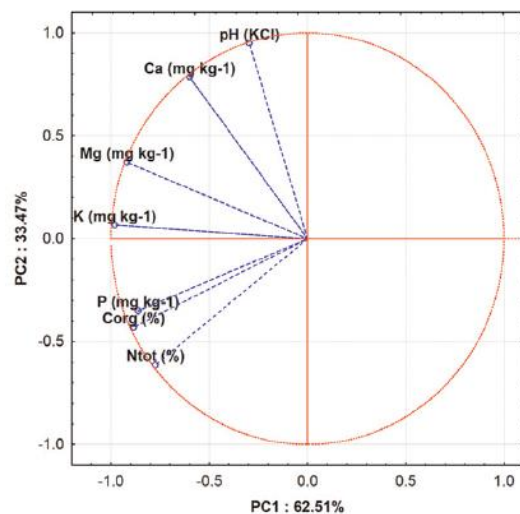
nezaorávají se





Analýza hlavních komponent /PCA/ a Faktorová analýza /FA/

PCA



Závěr - studie II

- **Kontrola (základní stav půdy), Hnůj (FYM+0):**
 - vyšší obsah Corg a Ntot,
 - vyšší pH, obsah P, K, Ca, Mg na úrovni Kontroly (kromě Ivanovice na H. - velmi kvalitní stanoviště z pohledu půdy /černozem/).

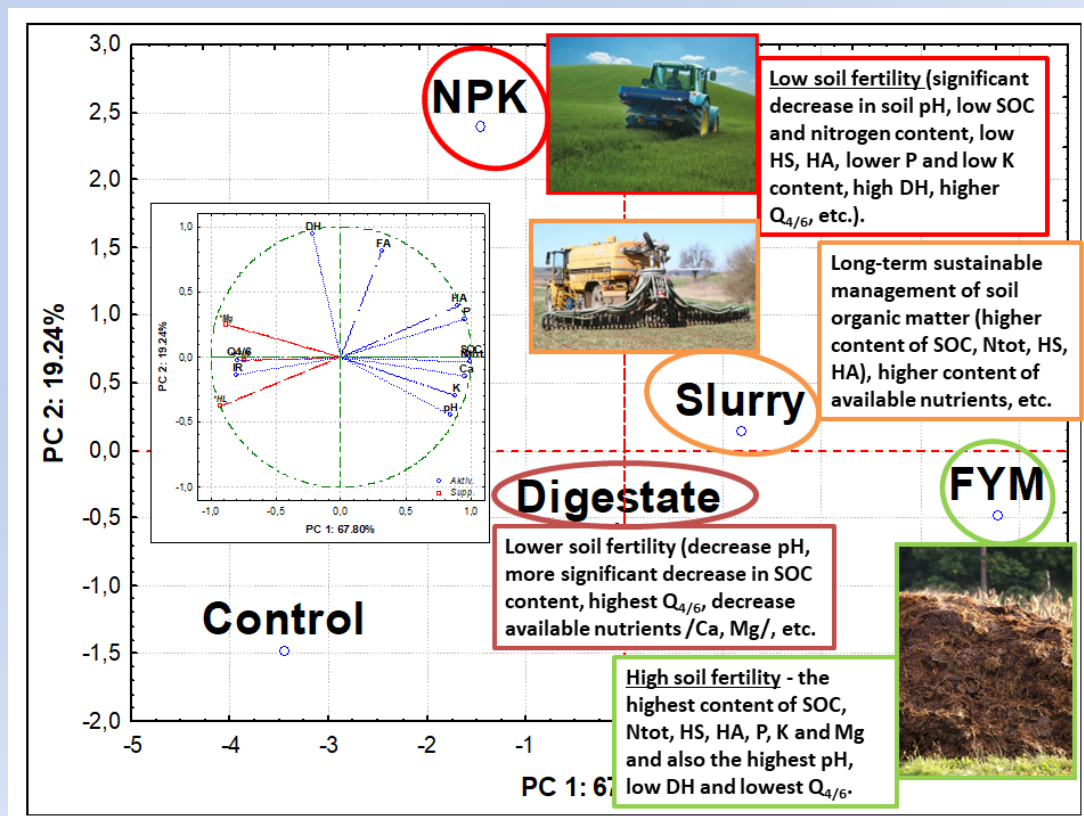
- **Hnůj/FYM/+N3PK; Hnůj/FYM/+N2:**
 - vysoký obsah Corg, vysoký obsah Ntot,
 - vyšší obsah přístupných živin (P, K, Mg) převážně ve variantě Hnůj /FYM/+N3PK,
 - nižší pH (pokles oproti Kontrole a Hnůj/FYM/+0 - okyselování v důsledku dodávání N v minerální formě převážně na půdně horších stanovištích Lukavec, Čáslav oproti Ivanovice na H.).

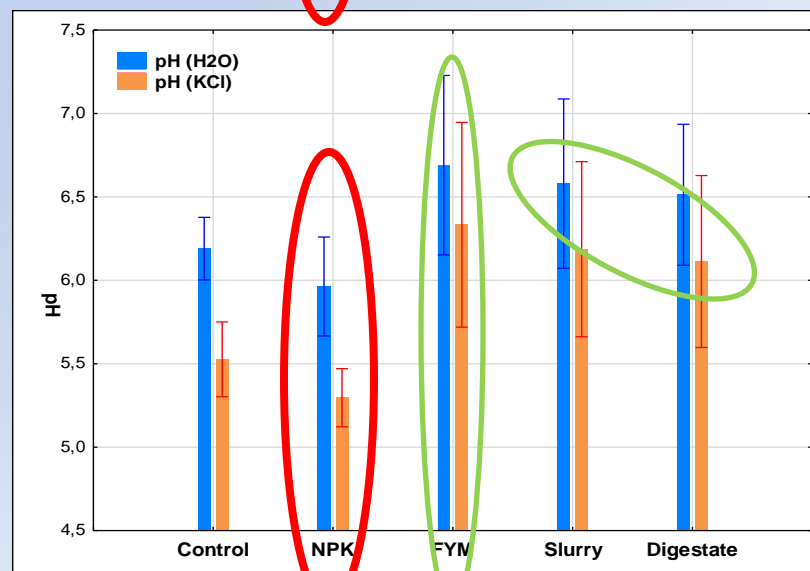
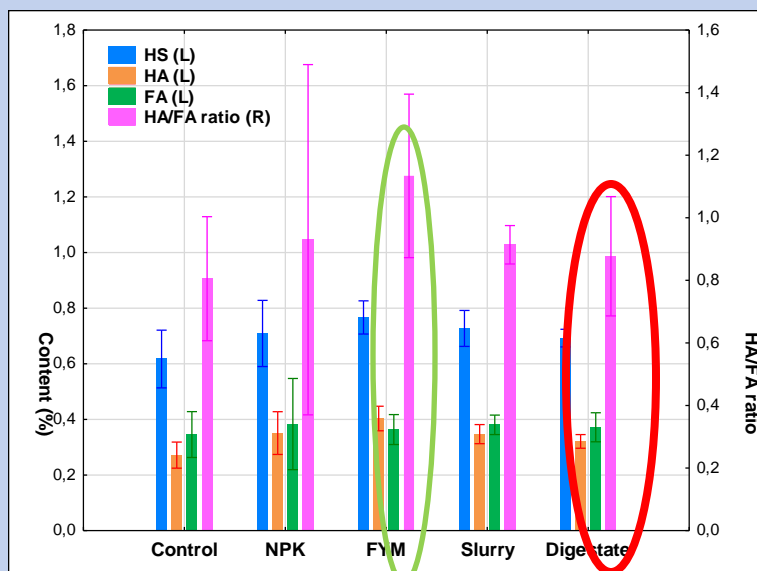
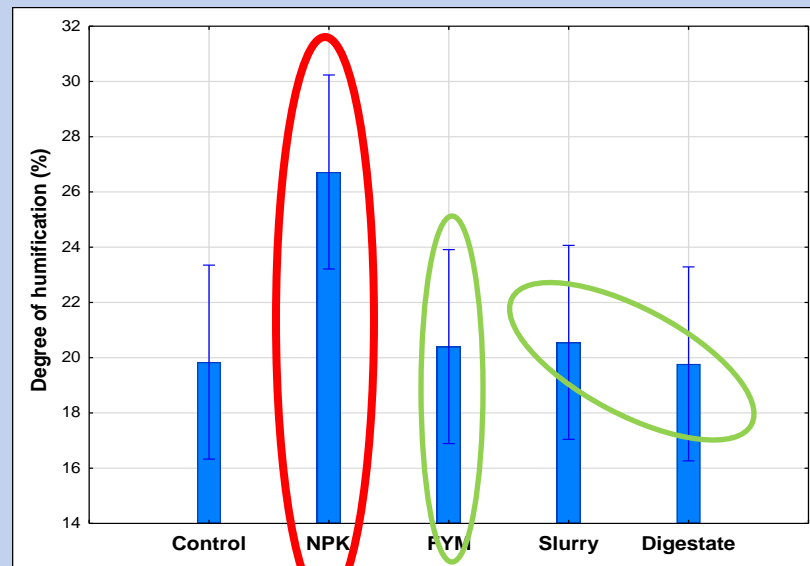
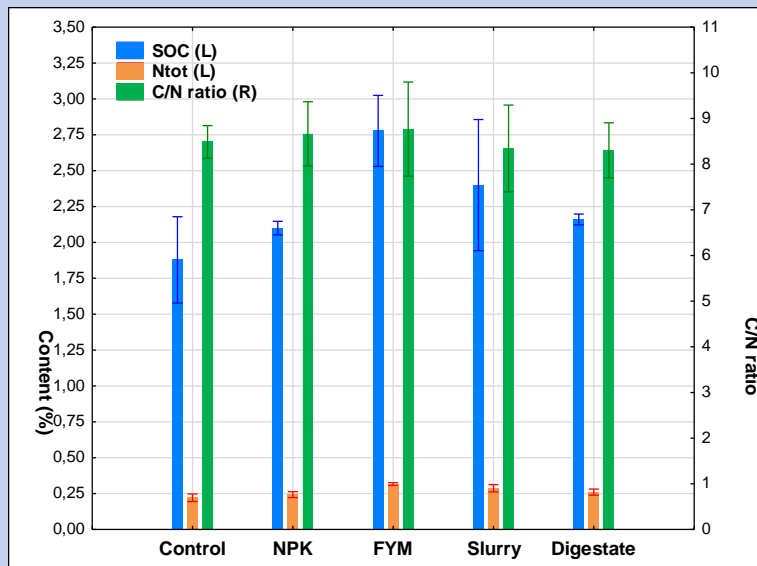


Studie III

Vliv hnojení TTP minerálními, statkovými, organickými (digestát) hnojivy na stav a kvalitu půdy (VS Jevíčko, Boskovická brázda)

Křivánková et al. 2017; Nerušil et al. 2018; Menšík et al. 2019; Menšík, Nerušil 2019; Plisková et al. 2021, 2022 aj.





Pozn.: Hnůj (**FYM**), Kejda skotu (**Slurry**); Digestát (**Digestate**), období 2019-2021



Závěr - studie III

Výsledky multikriteriálního hodnocení stavu půdy:

- (1) **hnojení statkovými hnojivy (Hnůj)** - nejvyšší obsah Cox, N_{tot}, HL, HK, P, K a Mg a dále i nejvyšší pH, nízký SH a nejnižší Q_{4/6}, vyšší IR - vysoká úrodnost půdy;
- (2) **hnojení statkovými hnojivy (Kejda)** - dlouhodobě udržitelné hospodaření s půdní organickou hmotou (vyšší obsah SOC, N_{tot}, HL, HK), vyšší obsah přístupných živin apod.;
- (3) **hnojení organickými hnojivy (Digestát)** - nižší úrodnost půdy (pokles pH, významnější pokles obsahu SOC, nejvyšší Q_{4/6}, nejnižší IR a dále pokles obsahu Ca i Mg);
- (4) **hnojení minerálními hnojivy /NPK/** - nízká úrodnost půdy (významný pokles pH půdy, nízký obsah uhlíku i dusíku, nízký obsah HL, HK, nižší obsah P a nízký obsah K, vysoký SH, vyšší Q_{4/6} apod.).

Produkční, kvalitativní a porostové změny
trvalého lučního společenstva ve vztahu
k intenzitě využívání a úrovni hnojení
v oblasti Malé Hané



Ladislav Menšík
Pavel Nerušil

stavu půdy:

új) - nejvyšší obsah Cox, Ntot, HL, HK,
vyšší SH a nižší Q_{4/6} - vyšší IP - vysoká

Menšík L., Nerušil P.

**2019. Produkční, kvalitativní a
porostové změny trvalého lučního
společenstva ve vztahu k intenzitě
využívání a úrovni hnojení v oblasti
Malé Hané.** Pořadí vydání: první.

[Praha]: Výzkumný ústav rostlinné
výroby, v.v.i., 100 s. ISBN 978-80-
7427-319-3.

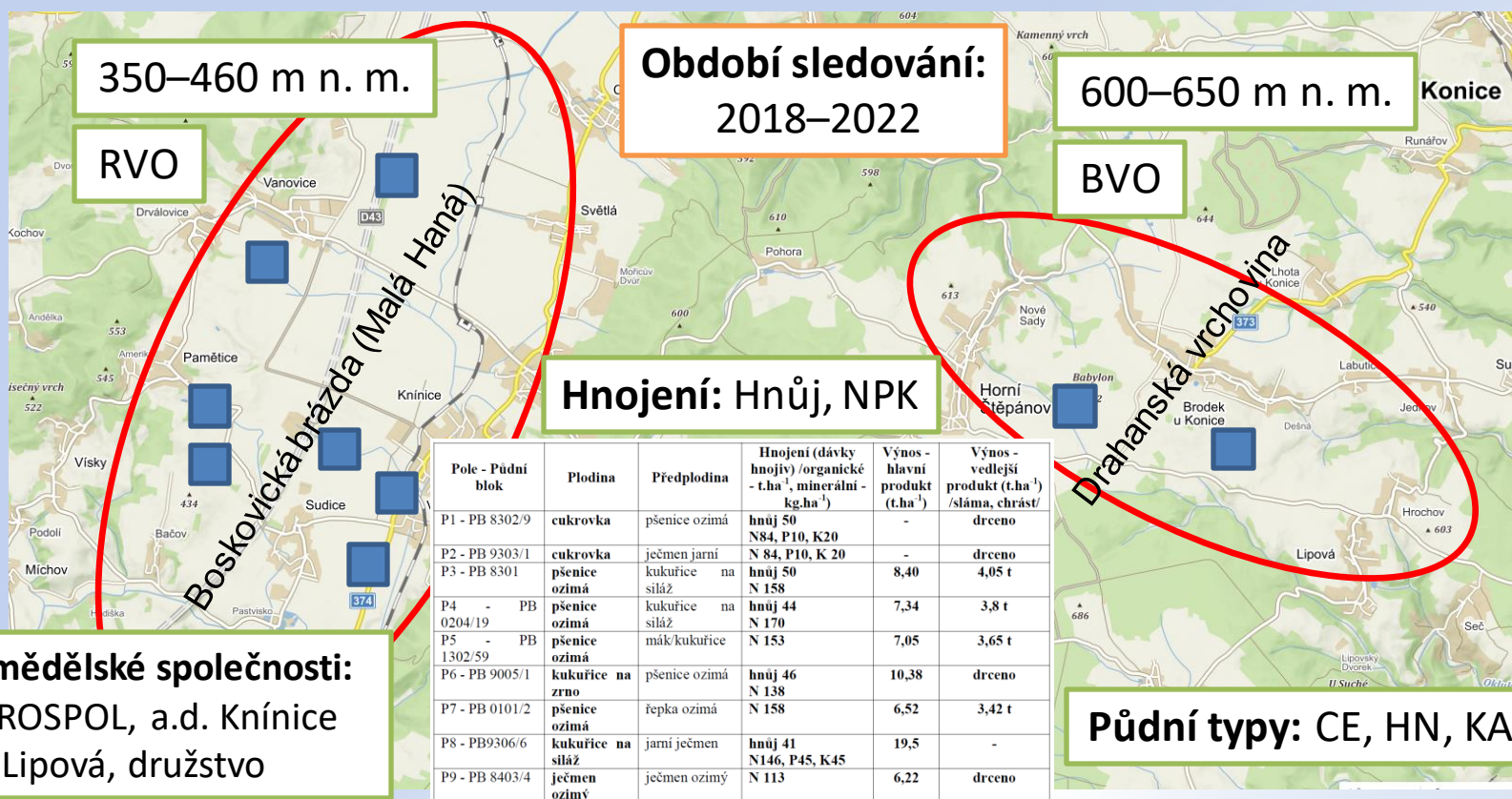
IPK/): nízká úrodnost půdy (významný
ú i dusíku, nízký obsah HL, HK, nižší
vyšší Q_{4/6} apod.).



Studie IV

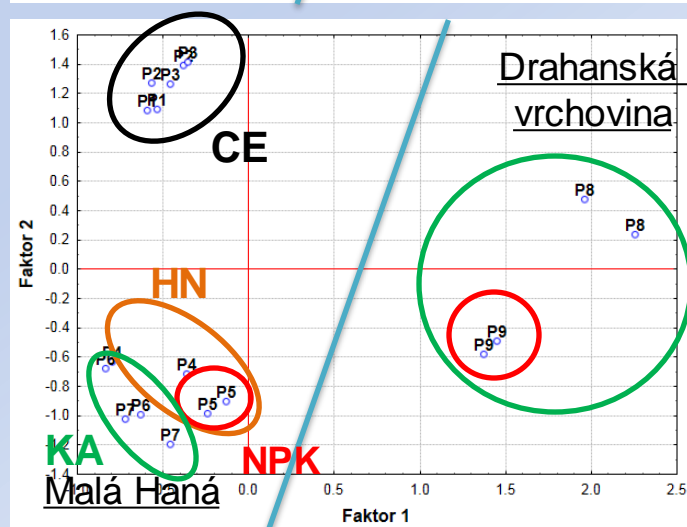
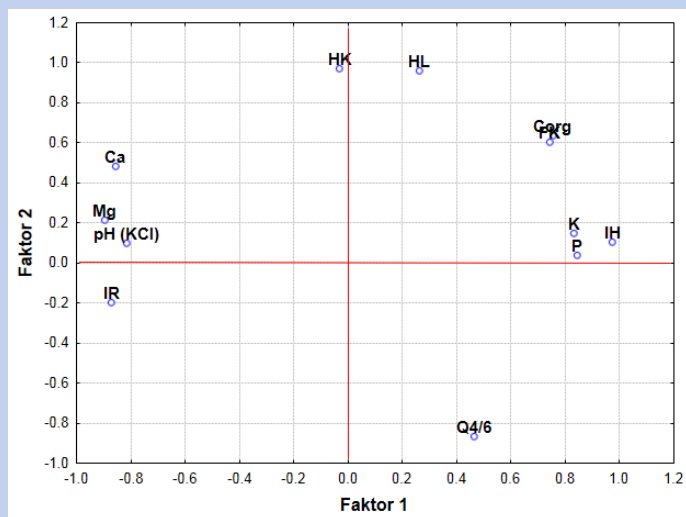
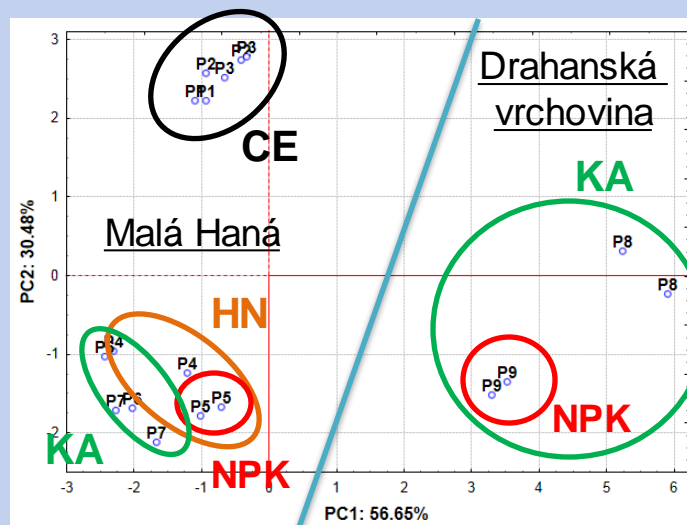
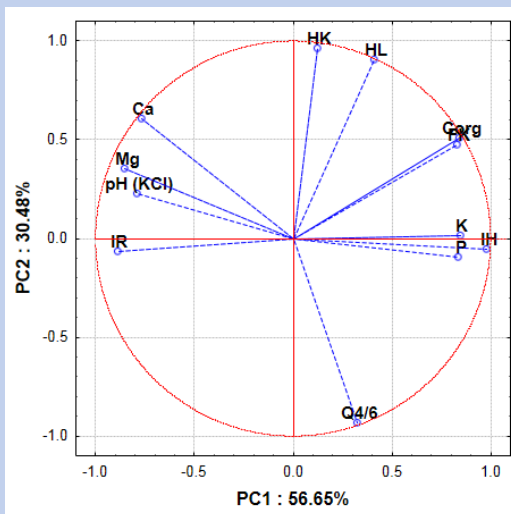
Monitoring kvality SOM v provozních podmínkách oblasti Malé Hané a Dražanské vrchoviny

Menšík et al. 2018, 2019, 2020, 2021, 2022





PCA



FA

Pozn.: pH - půdní reakce, C_{org} - půdní organický uhlík, HL - humusové látky, HK - huminové kyseliny, FK - fulvokyseliny, $Q_{4/6}$ - barevný kvocient, P - fosfor, K - draslík, Mg - hořčík, Ca - vápník, IH - index rozkladu, IR - index hydrofobicity); P1 - hnůj, P2 - NPK, P3 - hnůj, P4 - Hnůj, P5 - NPK; P6 - hnůj; P7 - NPK, P8 - hnůj, P9 - NPK

Závěr - studie IV

➤ Drahanská vrchovina:

- **P8 (dlouhodobé hnojení hnojem),**
- P9 (dlouhodobé hnojení pouze minerálními hnojivy se zapravením slámy a posklizňových zbytků),
- **pole 8 má vyšší pH, vyšší obsah C_{org} , HL, HK, nižší barevný index ($Q_{4/6}$) a dále vyšší obsah přístupných živin Ca, Mg, K i P oproti P9.**

➤ Malá Haná:

- Pole P1-P3 situovány na velmi kvalitních půdách typu černozem luvická (CEI), pole (P4-7) jsou na půdních typech hnědozem modální /HNm/ a kambizem modální /KAm/. V oblasti Malé Hané se standardně každý rok používají statková hnojiva (hnůj, kejda). Ročně vyhnojí cca 350–400 ha (cca 1 x za 4–5 let je každé jednotlivé pole hnojeno statkovými hnojivy v dávkách 40–50 t.ha⁻¹). **Pole 1-3 neprojevil se vliv hnojení /hnůj x NPK/ i v návaznosti na půdní typ CEI.**
- **Pole 4-5, půdní typ hnědozem modální (HNm) - projevil se vliv hnojení /hnůj x NPK/.**
- Pole 6-7 neprojevil se vliv hnojení /hnůj x NPK/ - půdní typ kambizem modální /KAm/).

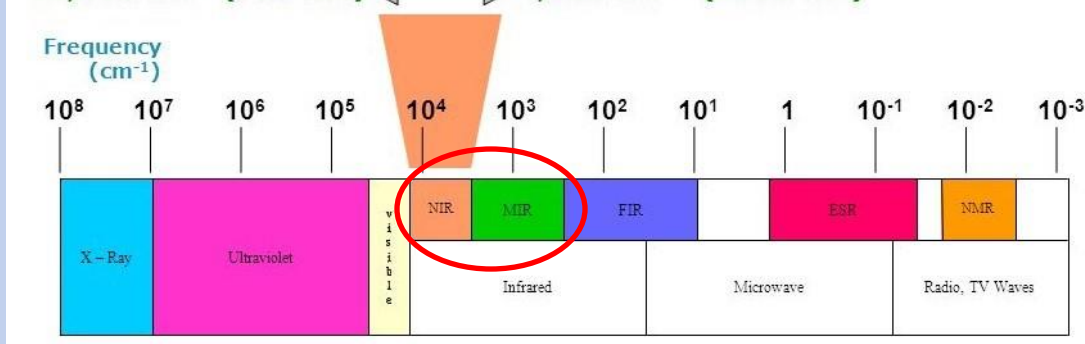


Moderní způsoby měření kvality SOM ...

Princip NIRS resp. MIR

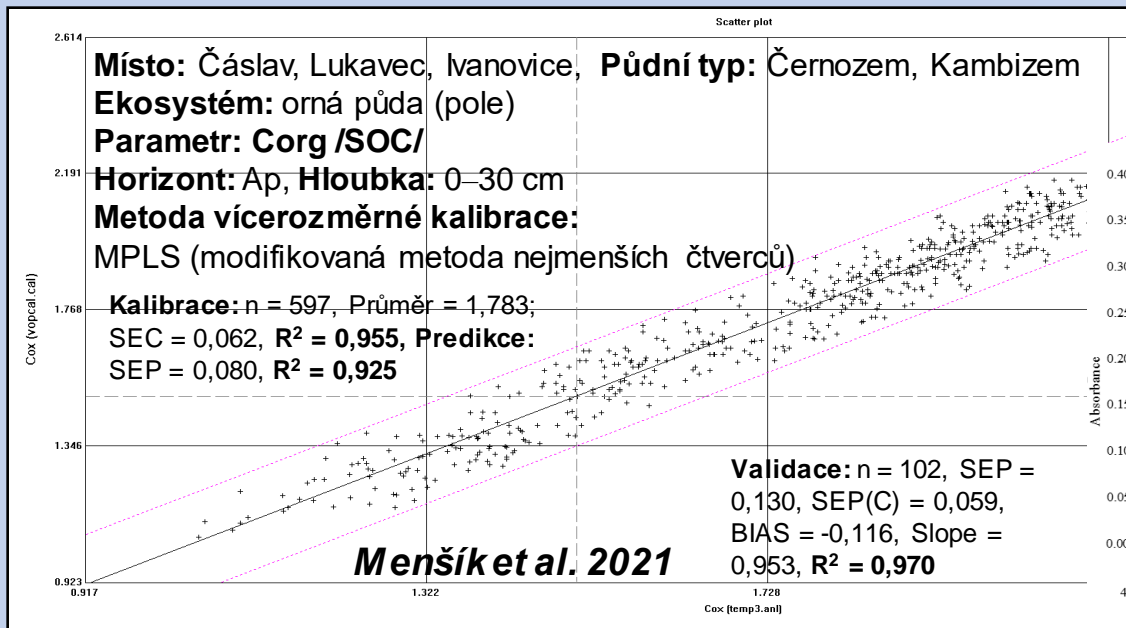


12,800 cm^{-1} (780 nm) \longleftrightarrow 4,000 cm^{-1} (2500 nm)

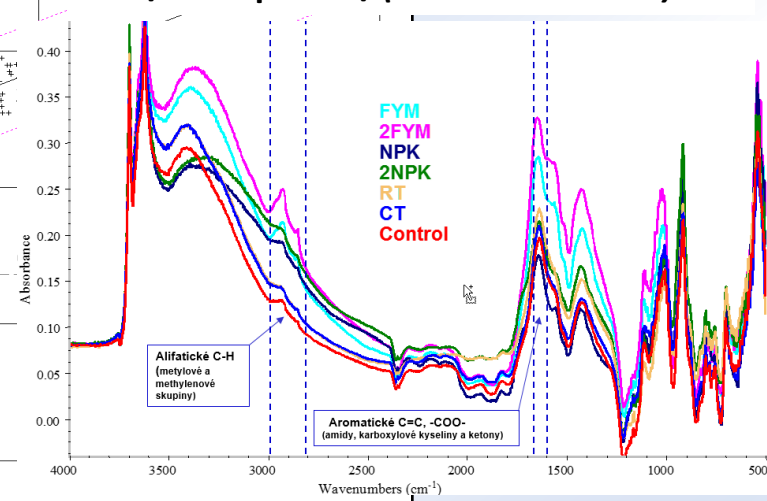


Blízká infračervené spektroskopie (NIRS) a střední infračervené spektroskopie (MIRS /FTIR/) v zemědělských půdách

<https://insight-analytical.com/near-infrared-spectroscopy-nirs/>



Vybrané funkční skupiny odvozené z MIRS /FTIR spekter/ (Šimon et al. 2021)





Moderní způsoby měření kvality SOM ...

Místo: AGROSPOL Knínice, a.d., **Půdní typ:** Černozem, Hnědozem, Kambizem

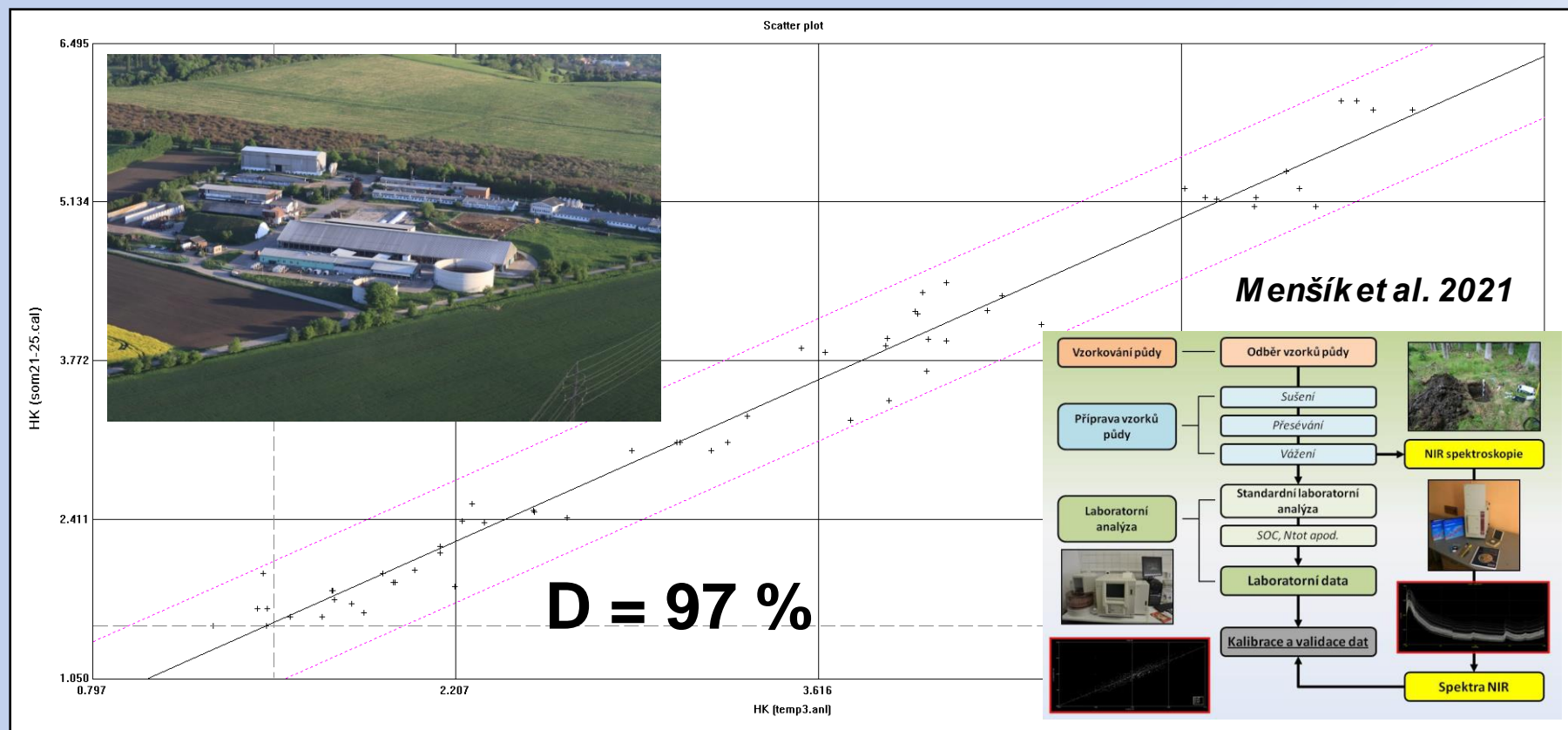
Ekosystém: orná půda (TTP, sad)

Parametr: Huminové kyseliny (HK)

Horizont: Ap (Ad), **Hloubka:** 0–30 cm

Metoda vícerozměrné kalibrace: MPLS (modifikovaná metoda nejmenších čtverců)

Kalibrace: $n = 59$, Průměr = 3,326; SEC = 0,231, $R^2 = 0,973$, **Predikce:** SEP = 0,448, $R^2 = 0,893$





Souhrn

- Aplikace **pouze minerálních hnojiv (NPK)** výrazně **urychluje mineralizaci humusu a degradaci půdy** se všemi negativními důsledky: *vyluhování dusíkem, vyšší dostupnost toxických prvků pro rostliny, pomalá energie pro půdní mikroorganismy apod. viz Menšík et al. 2018, 2019, Menšík, Nerušil 2019, Menšík et al. 2020, 2021 aj.*
- Dlouhodobá aplikace **samotných statkových (hnůj, kejda) a statkových (hnůj, kejda) hnojiv v kombinaci s minerálními hnojivy (NPK resp. N)** udržuje půdu v **optimální kvalitě** (zachování úrodnosti půdy) a **stabilizuje produkci z pohledu kvantity a kvality potravin (krmiv)** a zároveň **zvyšuje adaptační potenciál současné půdy** v důsledku **měnících se podmínek prostředí** (předpokládané účinky probíhající klimatické změny) *viz Menšík et al. 2018, 2019, Hábová et al. 2019, Menšík, Nerušil 2019; Plisková et al. 2021, 2022 aj.*
- Vícerozměrné statistické metody - **analýza hlavních komponent /PCA/, faktorová analýza /FA/ jsou velmi vhodné metody pro zobrazení, hodnocení a interpretaci dat** o fyzikálně-chemických vlastnostech půdy.



Doporučení pro praxi

- Dlouhodobé pokusy VURV (Ruzyně, Čáslav, Ivanovice, Lukavec) potvrzují, že aplikací statkových hnojiv (hnůj, kejda) a dále kombinací statkových a minerálních hnojiv (NPK) můžeme zajistit jedinou možnou cestu trvale udržitelného hospodaření na půdě!

- Zvyšování adaptačního potenciálu půdy a monitoring půdy:
 - **Doplňování dostupné organické hmoty** (trvalý přívod kvalitních organických látek a dále posklizňové zbytky, zelené hnojení, komposty);
 - **dodržování osevních postupů** (zastoupení víceletých pícnin - zejména jetelovin /jetel, vojtěška apod./) a správné agronomické práce (zásad).
 - Sledováním **celkového obsahu uhlíku a dusíku** (*poměr < 10, indikuje, že na daných pozemcích dochází k rychlému obratu (mineralizaci) organické hmoty v půdě → do budoucna možný pokles celkového obsahu organické hmoty v půdě*);
 - sledováním **kvality humusových látek (HL, HK, FK apod.)** (poměr HK/FK > 1 indikuje převahu stabilních HK) – vývoj nových metod sledování kvality SOM (HL, HK, HK, barevní index, index rozkladu aj.) pomocí NIRS a MIRS technologií;
 - sledováním **půdní reakce** (pokles pH indikuje změny chemických vlastností půdy).



Budoucnost zemědělství v ČR (osobní názor)



Potřeba statkových hnojiv ...

- **Budoucí cíl:** jednoznačně **zvyšování obsahu SOM** v zemědělských půdách (zlepšení úrodnosti půdy), **agronomická opatření ke stabilizaci současného stavu** (Reeves 1997; Robertson et al. 2014; Lorenz, Lal 2018; Lal 2020, 2021; Lorenz, Lal 2023).
- **Biogeochemie půdní organické hmoty (SOM) v komplexně pojatém výzkumu** (studium dynamických procesů včetně chemického složení stabilních a labilních složek apod.) má **zásadní význam** pro **správné fungování ekosystémů** /přirozených, polopřirozených, umělých/ (Lorenz, Lal 2018; Ondrasek et al. 2019; Cotrufo, Lavallee 2022) v **současném měnícím se klimatu (GZK)**.



National
North Central
Northeast
Southern
Western

**Sustainable Agriculture
Research and Education**

News About SARE

WHAT WE DO WHERE WE WORK GRANTS PROJECTS RESOURCES AND LEARNING

PDF

Order \$23.00

or call to order: (301) 779-1007

[SARE](#) » [Resources & Learning](#) » Building Soils for Better Crops

Building Soils for Better Crops

Ecological Management for Healthy Soils

SARE Outreach
Fred Magdoff, Harold van Es | 2021 | 410 pages

PDF (14.2 MB)
Order in Print \$23.00

or call [\(301\) 779-1007](tel:3017791007) to order.

The 4th edition of *Building Soils for Better Crops* is a one-of-a-kind, practical guide to ecological soil management. It provides step-by-step information on soil-improving practices as well as in-depth background—from what soil is to the importance of organic matter. It will show you how different physical, chemical and biological factors of the soil interconnect, and how management practices impact them to make your soil healthy and resilient or unhealthy and vulnerable to degradation. Case studies of farmers from across the country provide inspiring examples of how soil—and whole farms—have been renewed through these techniques. A must-read for farmers, educators and students alike.

[Discounts are available for orders of 10 or more copies.](#)

Previous
▶

Authors and Preface

Topics

Crop Production Soil Management

Geographical relevance

North Central Northeast South West

Formats

Available in Print Books Manuals/Guides

Sign up for all the latest news and updates from SARE

[Sign Up For Our Newsletters](#)

Table of contents

- Authors and Preface
- Introduction
- Ch 1. Healthy Soils
- Ch 2. What Is Organic Matter and Why It Matters
- Ch 3. Amount of Organic Matter in Soil
- Ch 4. The Living Soil
- Ch 5. Soil Particles, Water and Air
- Ch 6. Soil Degradation: Erosion, Compaction, and Salinization
- Ch 7. Carbon and Nutrient Cycles and Soil Health
- Ch 8. Soil Health, Plant Health and Farm Profitability
- Ch 9. Managing for High-Quality Soils
- Ch 10. Cover Crops
- Ch 11. Diversifying Cropping Systems
- Ch 12. Integrating Crops and Livestock
- Ch 13. Making and Using Composts
- Ch 14. Reducing Runoff and Erosion
- Ch 15. Addressing Compaction
- Ch 16. Minimizing Tillage
- Ch 17. Managing Water: Irrigation and Drainage
- Ch 18. Nutrient Management
- Ch 19. Management of Nitrogen and Phosphorus
- Ch 20. Other Fertility Issues
- Ch 21. Analyzing Your Soil and Crop
- Ch 22. Soils for Urban Farms, Gardens and Green Spaces

Odkaz: <https://www.sare.org/resources/building-soils-for-better-crops/>

Poděkování

Príspevek byl zpracován s podporou projektu:

MZe ČR - RO0418 - VZ07: Pěstování pícnin na orné půdě a obhospodařování TTP pro udržení biodiverzity, půdní úrodnosti, kvality a bezpečnosti krmiv, **VZ04:** Půdní úrodnost v agrosystémech, **VZ03:** Hospodaření se živinami v agrosystémech pro udržení kvality a zdraví půdy v měnících se podmínkách prostředí,

MZe QK21010124 - Půdní organická hmota - hodnocení vybraných indikátorů kvality,

MZe QK21020155 - Nástroj pro hospodaření se živinami a organickými látkami,

MZe QK1810010 - „SMARTFIELD“ Automatický systém sběru a zpracování teplotních a vlhkostních parametrů mikroklimatu a půdy pro podmínky precizního zemědělství v ČR na principu Internetu věcí (IoT).





Děkuji za pozornost