

Specifika výživy rostlin v systému ekologického zemědělství

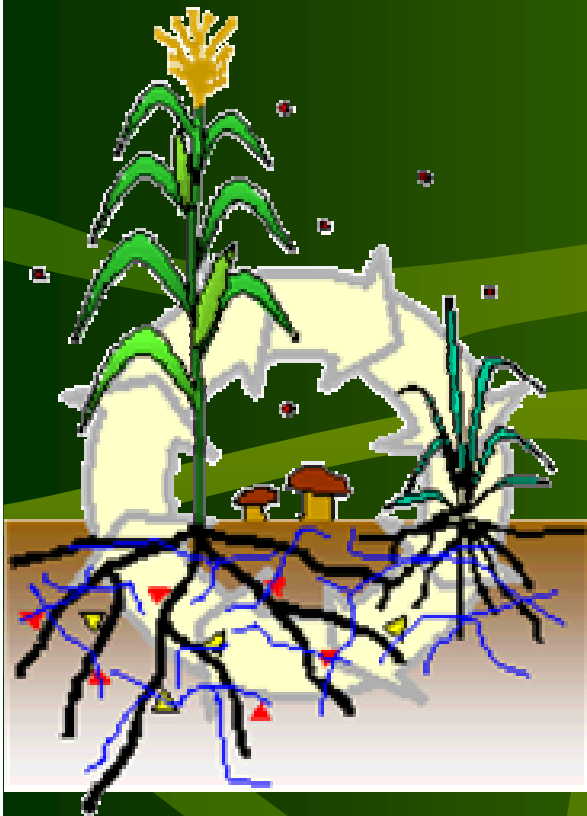
Ing. Pavel Ryant, Ph.D.



Ústav agrochemie a výživy rostlin

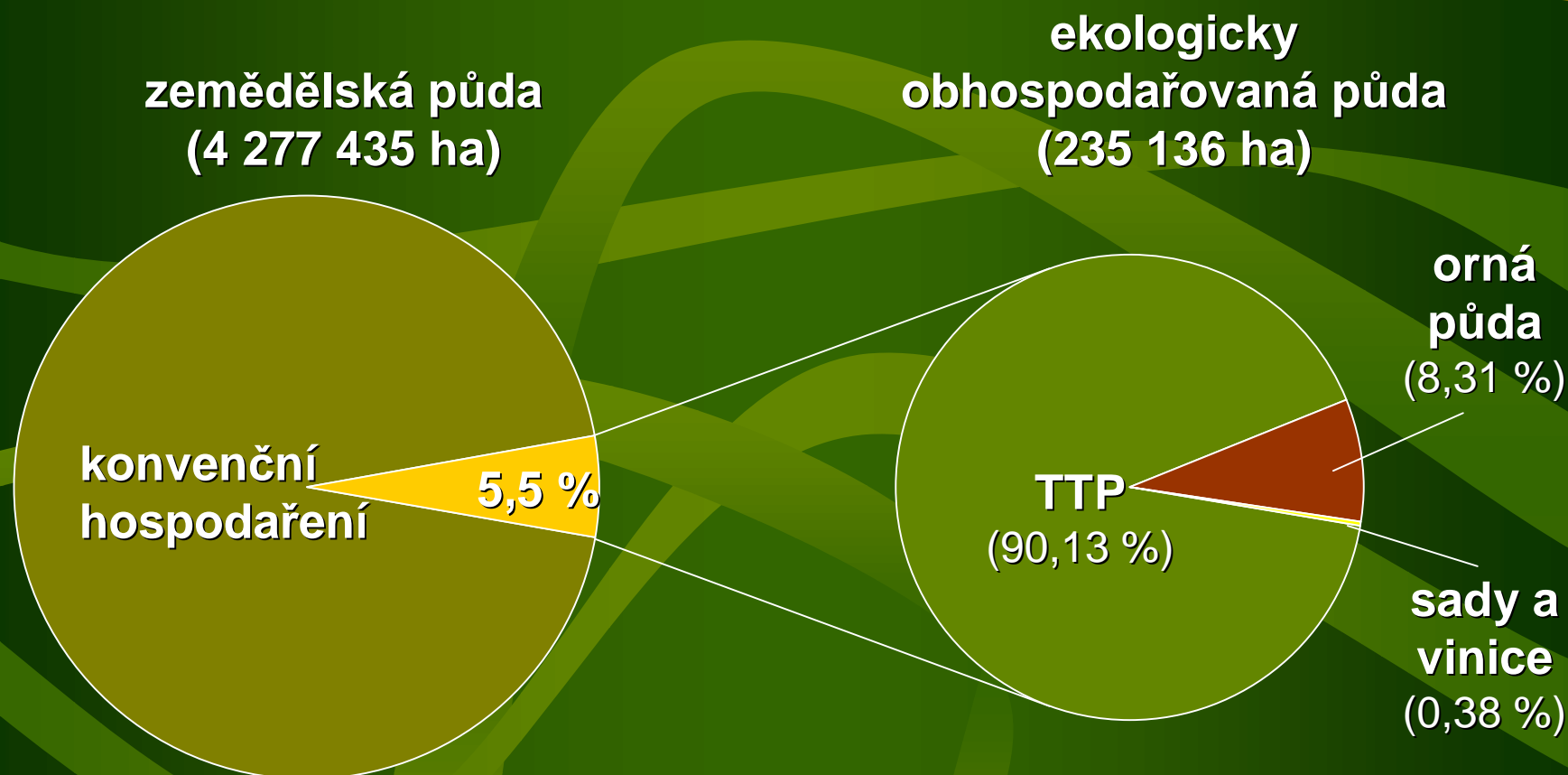
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Výživa rostlin v EZ

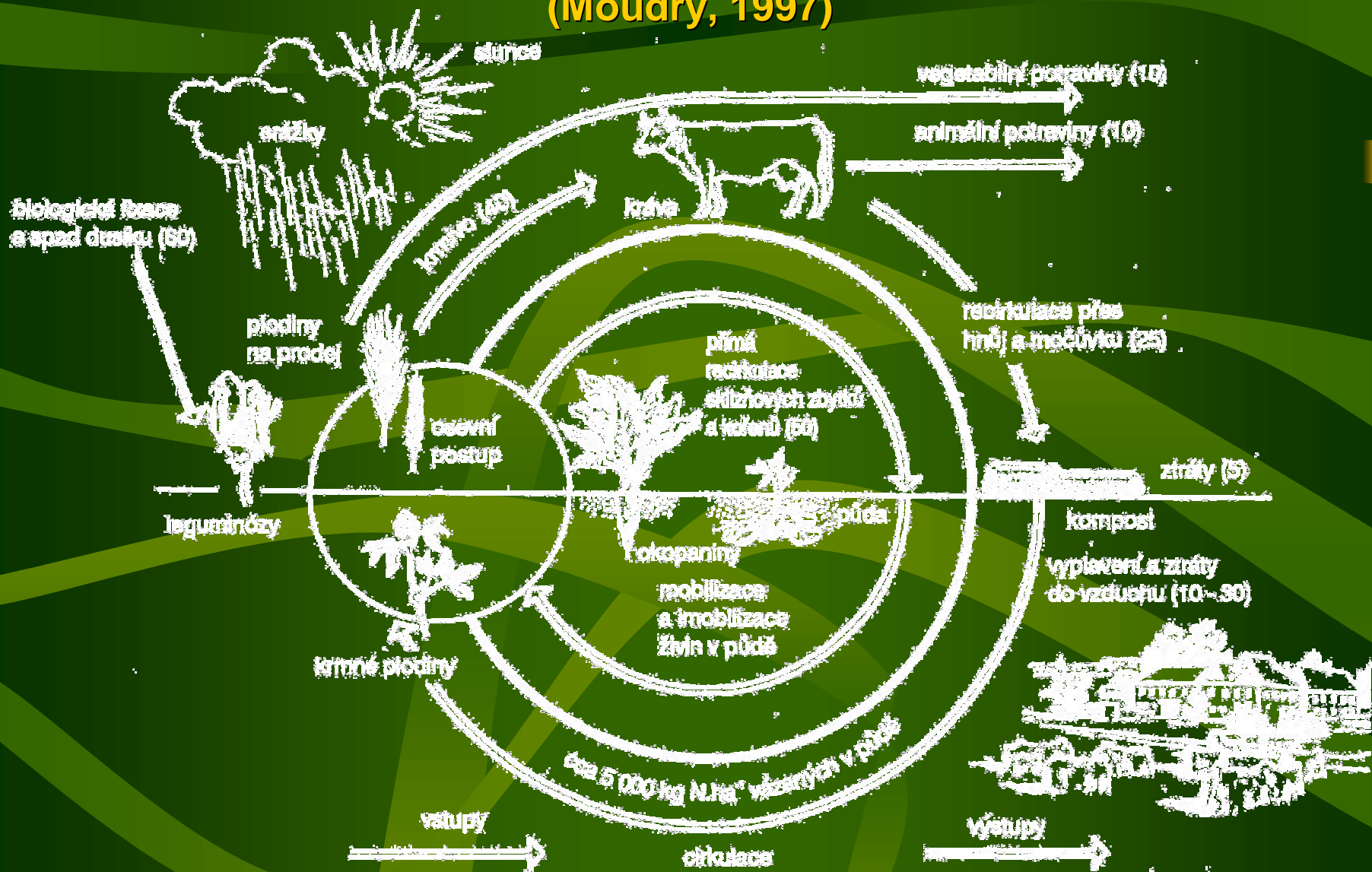


- uzavřený koloběh živin
- půdní organická hmota
- fixace vzdušného dusíku
- legislativní rámec
- použití minerálních hnojiv v EZ

Struktura ekologicky obhospodařovaného půdního fondu



Koloběh živin na ekofarmě soběstačné v krmivech (Moudrý, 1997)



Specifika výživy rostlin v systému ekologického zemědělství

Půdní organická hmota

- péče o půdní organickou hmotu
 - základní prostředek pro zachování vyrovnané bilance živin
- **ztráty na půdní organické hmotě (mineralizace, popř. eroze) musí být nahrazovány vstupy nové (primární) organické hmoty do půdy – základní bilanční princip**
- *„Jako princip zemědělství musí být přijata zásada, že půda musí v plné míře obdržet to, co z ní bylo vzato ...v jaké formě se to stane, zda ve formě exkrementů nebo jako popel nebo jako kostní moučka, to je do značné míry jedno“ (Justus von Liebig)*

Bilanční metody dynamiky organické hmoty v půdě

- cílem – stanovení potřeby organické hmoty
- výhody – jednoduše aplikovatelné
- nevýhodou – zjednodušení dlouhodobých procesů přeměn org. látek v půdě (diverzita půd, systém hospodaření)

Bilanční metody dynamiky organické hmoty v půdě

- původní, široce používaná metodika – Škarda (1982)
 - potřeba org. látek se určuje podle 2 skupin půd a podle procentického zastoupení 3 skupin pěstovaných plodin

Hodnoty normativů roční potřeby sušiny org. látek pro ornou půdu (Škarda, 1982)

Zastoupení hlavních druhů plodin v osevním postupu (%)			Potřeba organických látek podle druhů půdy (t·ha ⁻¹)	
Zrniny	Okopaviny jednoleté pěst- ny, zelenina	Víceleté plodiny	L.T. (p-hp), (t)	S.VT (ph-hp), (t·v-1)
80	10	10	1,30	1,70
90	0	10	1,20	1,60
20	65	15	1,95	2,20
40	45	15	1,60	1,95
60	25	15	1,25	1,80
80	5	15	1,15	1,60
85	0	15	1,10	1,50
20	60	20	1,65	1,90
40	40	20	1,30	1,60
60	20	20	1,00	1,40

Specifika výživy rostlin v systému
ekologického zemědělství

Bilanční metody dynamiky organické hmoty v půdě

- původní, široce používaná metodika – Škarda (1982)
 - potřeba org. látek se určuje podle 2 skupin půd a podle procentického zastoupení 3 skupin pěstovaných plodin
- **novější metodika – Bielek, Jurčová (1999)**
 - kromě mineralizace zohledněna eroze a vliv pěstované plodiny

Bilanční metoda podle Bieleka, Jurčové (1999)

- celkové roční ztráty organické hmoty (t C na ha)
à součin biologických ztrát půdní organické hmoty v dané BPEJ a koeficientu vlivu pěstované plodiny

kategorie půd	skupina plodin		
	inhibiční	indiferentní	agresivní
vysoko produkční	2,25	2,81	3,09
středně produkční	3,42	4,27	4,70
méně produkční	3,67	4,59	5,05

Bilanční metoda podle Bieleka, Jurčové (1999)

- celkové roční ztráty organické hmoty à součin biologických ztrát půdní organické hmoty v dané BPEJ a koeficientu vlivu pěstované plodiny

kategorie půd	skupina plodin		
	inhibiční	indiferentní	agresivní
vysoko produkční	2,25	2,81	3,09
středně produkční	3,42	4,27	4,70
méně produkční	3,67	4,59	5,05

- koeficient vlivu plodiny
 - 0,8 (víceleté pícniny) až 1,1 (okopaniny, kukuřice, zeleniny)
- zdroje organických látek
 - posklizňové zbytky: 0,61 (cukrovka) až 11,22 t na ha sušiny (jarní řepka se zaorávkou slámy)
 - kořenové zbytky: 0,50 (cukrovka) až 6,65 t na ha sušiny (dočasné trávy)
- bilanční rozdíl – uhradit především **organickým hnojením**

Specifika výživy rostlin v systému
ekologického zemědělství

Bilanční metody dynamiky organické hmoty v půdě

- původní, široce používaná metodika – Škarda (1982)
 - potřeba org. látek se určuje podle 2 skupin půd a podle procentického zastoupení 3 skupin pěstovaných plodin
 - novější metodika – Bielek, Jurčová (1999)
 - kromě mineralizace zohledněna eroze a vliv pěstované plodiny
 - do budoucna (příští rok?) - vypracování bilančního odhadu à povinností ze zákona

Návrh novely vyhlášky č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv

Zpracování bilančního odhadu živin

§ 7a

- (1) Podnikatelé v zemědělství hospodařící na zemědělské půdě o celkové výměře **větší než 10 hektarů** zpracovávají bilanční odhad živin na základě evidence o použití hnojiv, statkových hnojiv a upravených kalů a evidence o výnosech zemědělských plodin.
- (2) Bilanční odhad živin se nezpracovává ve vztahu k pozemkům, na nichž
 - a) jsou intenzivně pěstovány pouze léčivé a okrasné rostliny,
 - b) jsou školky ovocných a okrasných dřevin, skleníky a fóliovníky,
 - c) se nepoužívají hnojiva, statková hnojiva ani upravené kaly a které se neobdělávají ani nesklízí.
- (3) Bilanční odhad živin se zpracovává **pro hlavní živiny**, jimiž jsou **dusík (N), fosfor (P) a draslík (K)**, a vyjadřuje rozdíl mezi množstvím vstupů živin na jednotlivé pozemky a výstupů živin z jednotlivých pozemků podle vzorců

Specifika výživy rostlin v systému
ekologického zemědělství

Organické látky v půdě

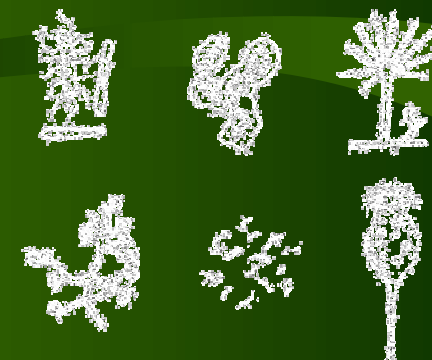
- nehumifikované
- humifikované
- přechodné



Nehumifikované org. látky v půdě

- pouze 10–15 % z celkového organického podílu půdy
- posklizňové zbytky, organická hnojiva, odumřelé, nerozložené nebo částečně rozložené zbytky rostlin, zooedafonu a mikroedafonu
- mineralizací – zdroj živin pro rostliny nebo půdních mikroorganismů
- intenzita mineralizace org. látek – faktory:
 - vlastností výchozího materiálu (např. poměru C:N)
 - množství primární org. hmoty
 - teplota, vlhkost, aerace, reakce prostředí, obsahu N-látek v půdě aj.

Průměrný obsah mikroorganismů v půdě (Bedrna, 1984)



Druh	Počet v miliónech ve 100 mm ³	Hmotnost v kg.ha ⁻¹
Bakterie	300-5000	1500-18000
Houby	0,080-3,00	40-1500
Aktinomycety	0,030-2,00	20-1300
Řasy	0,050-0,80	20-1200
Prvoci	0,010-1,00	2-300
Viry a bakteriofágy	0,001-0,005	0,1-0,5

Specifika výživy rostlin v systému
ekologického zemědělství

Humifikované organické látky

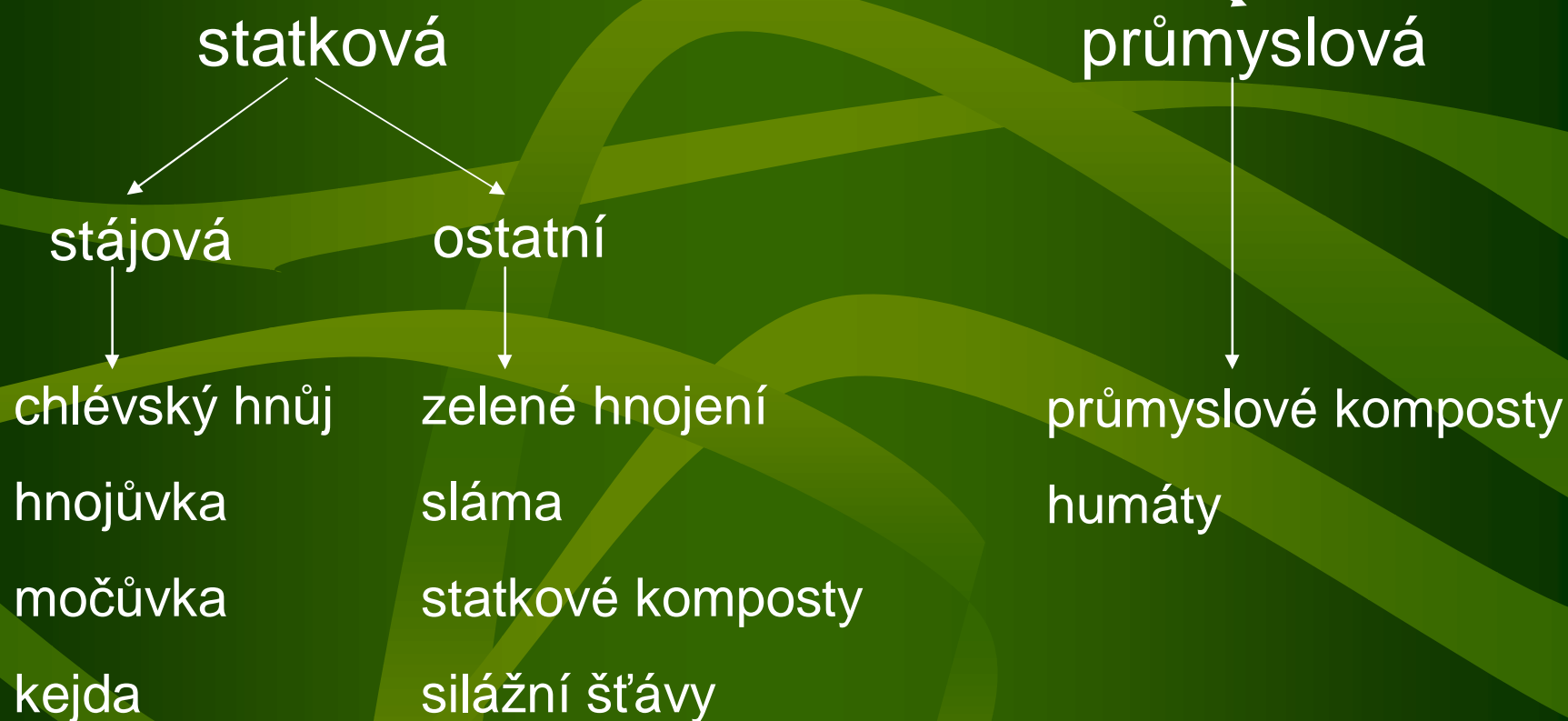
- současně s mineralizací – syntéza (za omezeného přístupu vzduchu) nových, velmi složitých organických nebo organominerálních látek → **látky humusové neboli humifikované**
 - *huminové kyseliny*
 - *fulvokyseliny*
 - *huminy*
- obsah humusu - hodnotou relativně stálou v dané oblasti
 - produktem dlouhodobého vývoje, řádově staletí až tisíciletí
 - měření podílu radioaktivního uhlíku
 - stáří fulvokyselin - několik set let
 - stáří huminových kyselin - několik tisíc let

Potřeba doplňování org. látek v půdě

- roční mineralizace - orná půda - podmínky ČR
 - à 4,0-4,5 t organických látek na ha
 - z toho 50-60 % uhrazují posklizňové zbytky rostlin
 - zbytek 1,5-2,5 t - nutno dodat **organickými hnojivy**



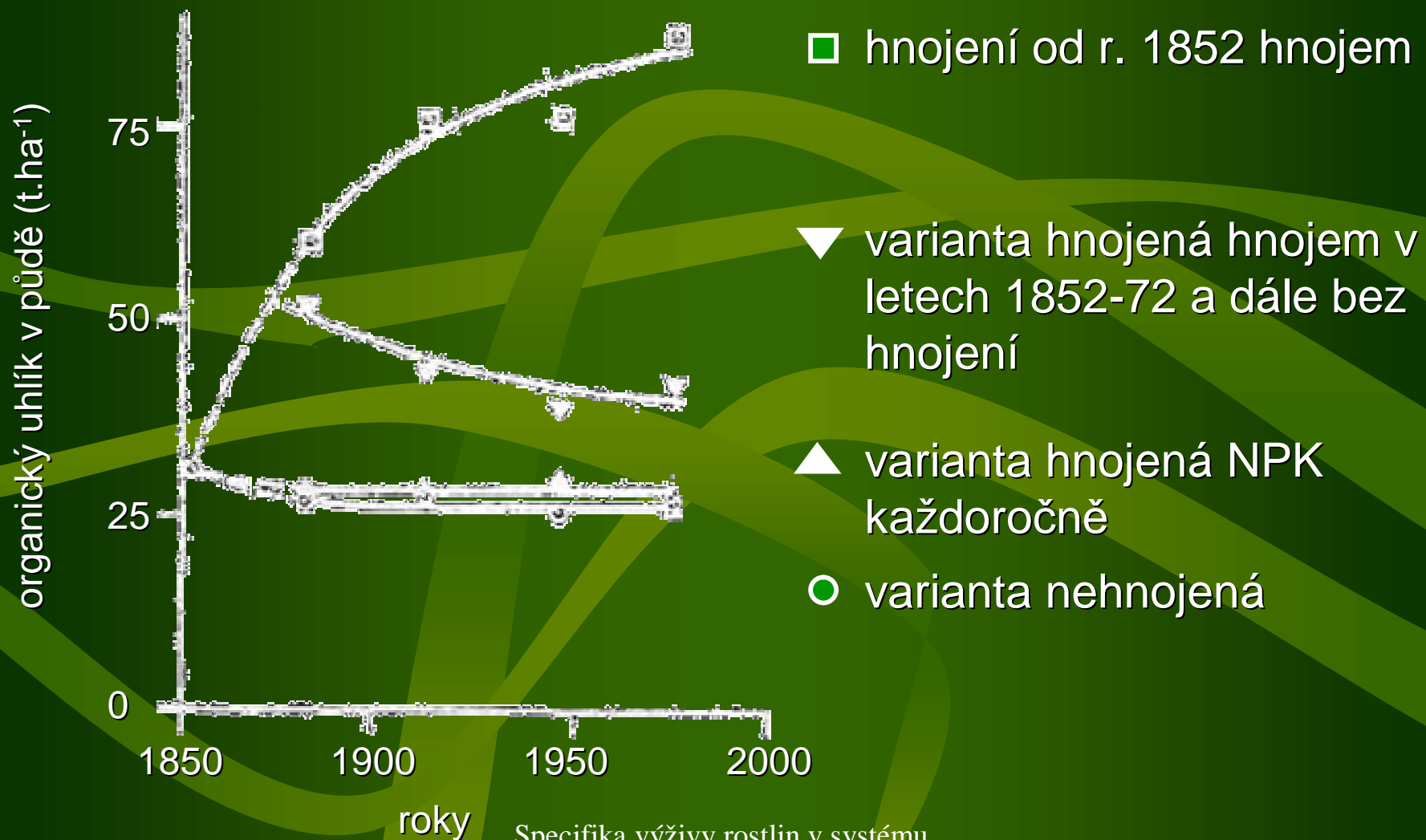
Organická hnojiva



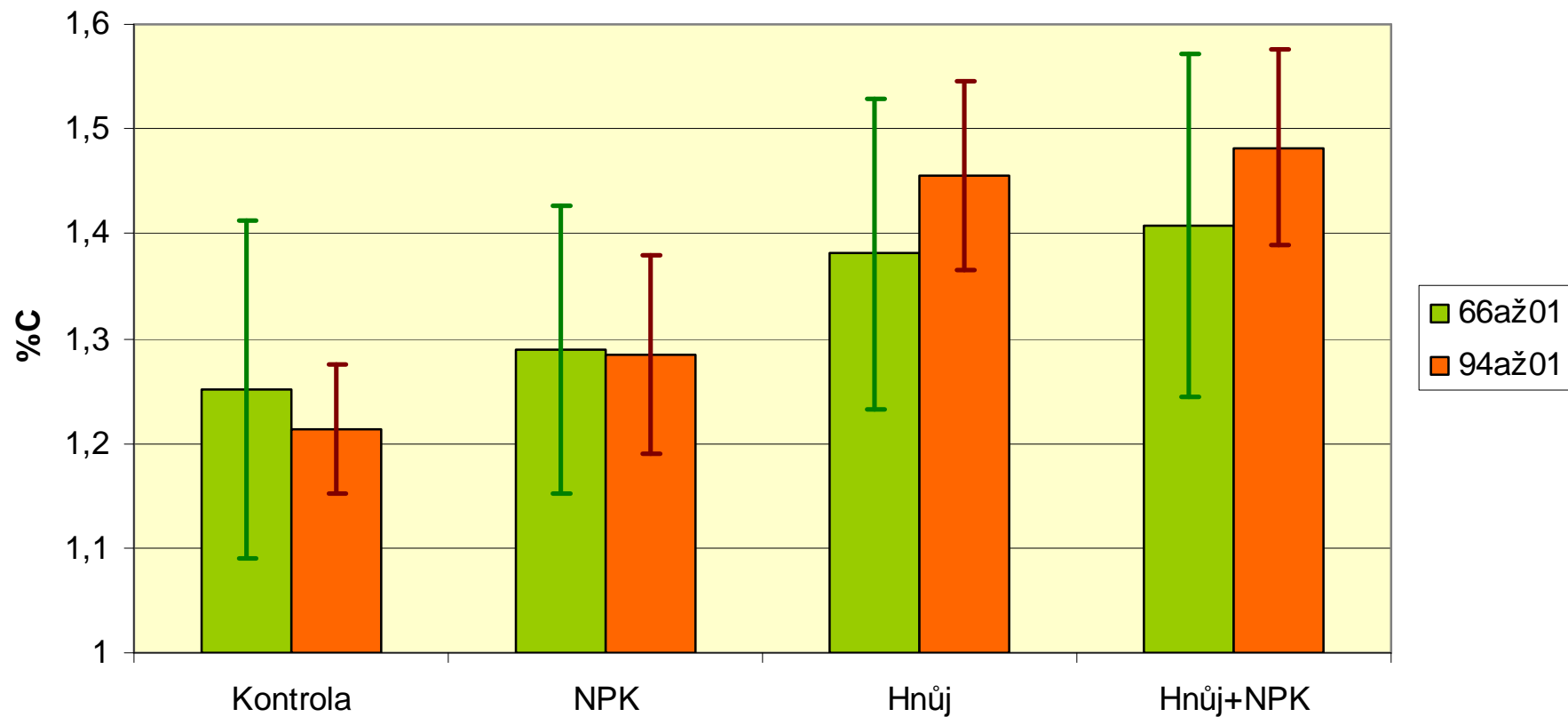
Další funkce organických hnojiv

- zdroj energie a uhlíku pro půdní mikroorganismy
- ochrana humusu před rozkladem (degradací)
- vliv na fyzikálně-chemických vlastnosti půdy
 - drobtovitá struktura, poměr vody a vzduchu, poutání živin, ústojivé schopnost půdy
- univerzální hnojiva \Rightarrow všechny rostlinné živiny
- lepší vododržnost půdy (gravitační a kapilární pohyb vody)
- zmírnění vodní a větrné eroze
- zpřístupňování fosforu v půdě
- imobilizace cizorodých prvků (TK)
- zvyšují účinnost živin z minerálních hnojiv

Dlouhodobý účinek hnojení na obsah uhlíku v půdách (Russel, 1988)

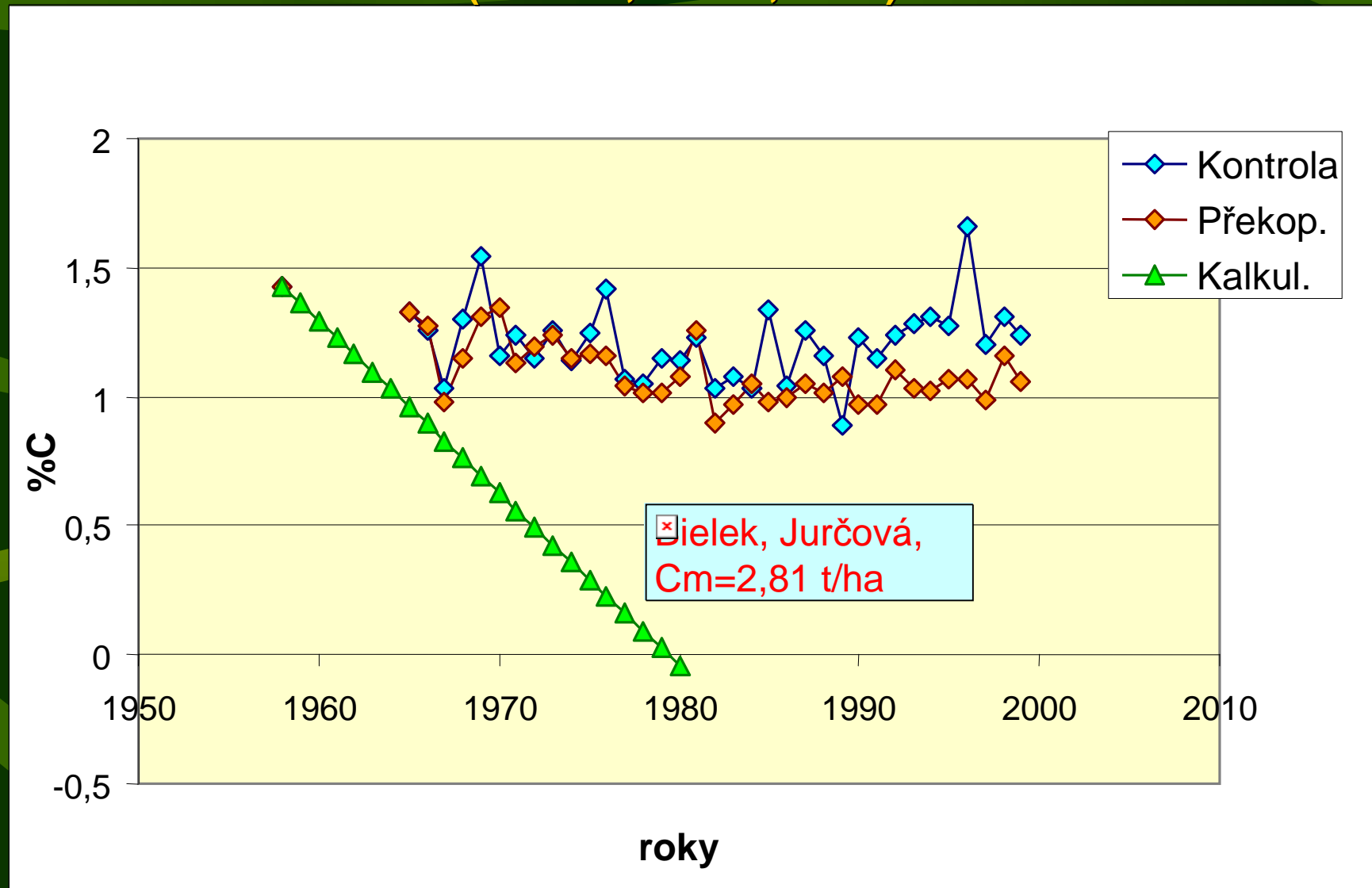


Průměrný obsah Cox ve vrstvě 0-20 cm – hnědozem Praha – Ruzyně (Kubát, 2003)



Obsah Cox ve vrstvě 0-20cm - černý úhor

(Richter, Kubát, 2003)



Použití statkových hnojiv v EZ - legislativa

- přednostně statková hnojiva z ekofarmy nebo z farmy v přechodném období (zákon č. 242/2000 Sb.)
 - jinak musí být kompostována (projít aerobním rozkladným procesem), u kapalných statkových hnojiv fermentací (močůvka a hnojůvka - skladována min 4 měsíce a kejda min 5 měsíců) (vyhláška č. 274/1998 Sb.)
- zakázáno používání hnojiv z klecového chovu drůbeže nebo králíků a z ustájení na roštových stáních (vyhláška č. 53/2001 Sb.)

Použití statkových hnojiv v EZ - legislativa

- **Limit pro dusík aplikovaný ve statkových hnojivech**
 - na orné půdě a u trvalých kultur (sady, vinice)
à $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ à dávka hnoje cca 30 tun na ha
 - na trvalých travních porostech à $85 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$
 - nezapočítávají se živiny zanechané v exkrementech při pastvě

(zákon o ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb.)

Fixace vzdušného N₂

- **kolem 1/3 orné půdy v EZ – třeba oset luskovinou** jako hlavní plodinou (nařízení rady Evropy č. 2092/91/EEC) pro dostatečné zásobení osevního postupu dusíkem
- symbiotické bakterie rodu *Rhizobium* – tvoří hlízky na kořenech bobovitých
 - *vojtěška a jetel červený* – až 250 kg.ha⁻¹
 - *ostatní jeteloviny* – až 140 kg.ha⁻¹
 - *hrách nebo bob* – až 110 kg.ha⁻¹



Množství fixovaného N₂ (kg.ha⁻¹) u leguminóz na krmení

- vojtěška 148-290
- jetel bílý 128-268
- jetel červený 165-189
- vikev 110-184

(LaRue a Patterson, 1981)



Množství fixovaného N₂ (kg.ha⁻¹) u leguminóz na zrno

- hrách 17-69
- fazol 121-171
- lupina 121-157

(LaRue a Patterson, 1981)



Fixace vzdušného N₂

- **nesymbiotická fixace** – volně žijící bakterie
- např. rody *Azotobacter*, *Clostridium*, *Cyanobacteria*
- olše, rakytník, hlošina – poutání vzdušného N₂ **symbiózou s aktinomycetami**
- **mykorrhiza** – symbióza rostlin s houbami – zpřístupňování živin
- v EZ – možno **aplikovat do půdy očkovací látky** podporující poutání vzdušného dusíku a mykorrhizy (*Azotobacter*, *Bacillus megatherium*, *Azospirillum brasilense*, *Endomykorrhizní houby*, *Agrobacterium*) (vyhláška MZe č. 263/2003 Sb)

Použití minerálních hnojiv v ekologickém zemědělství

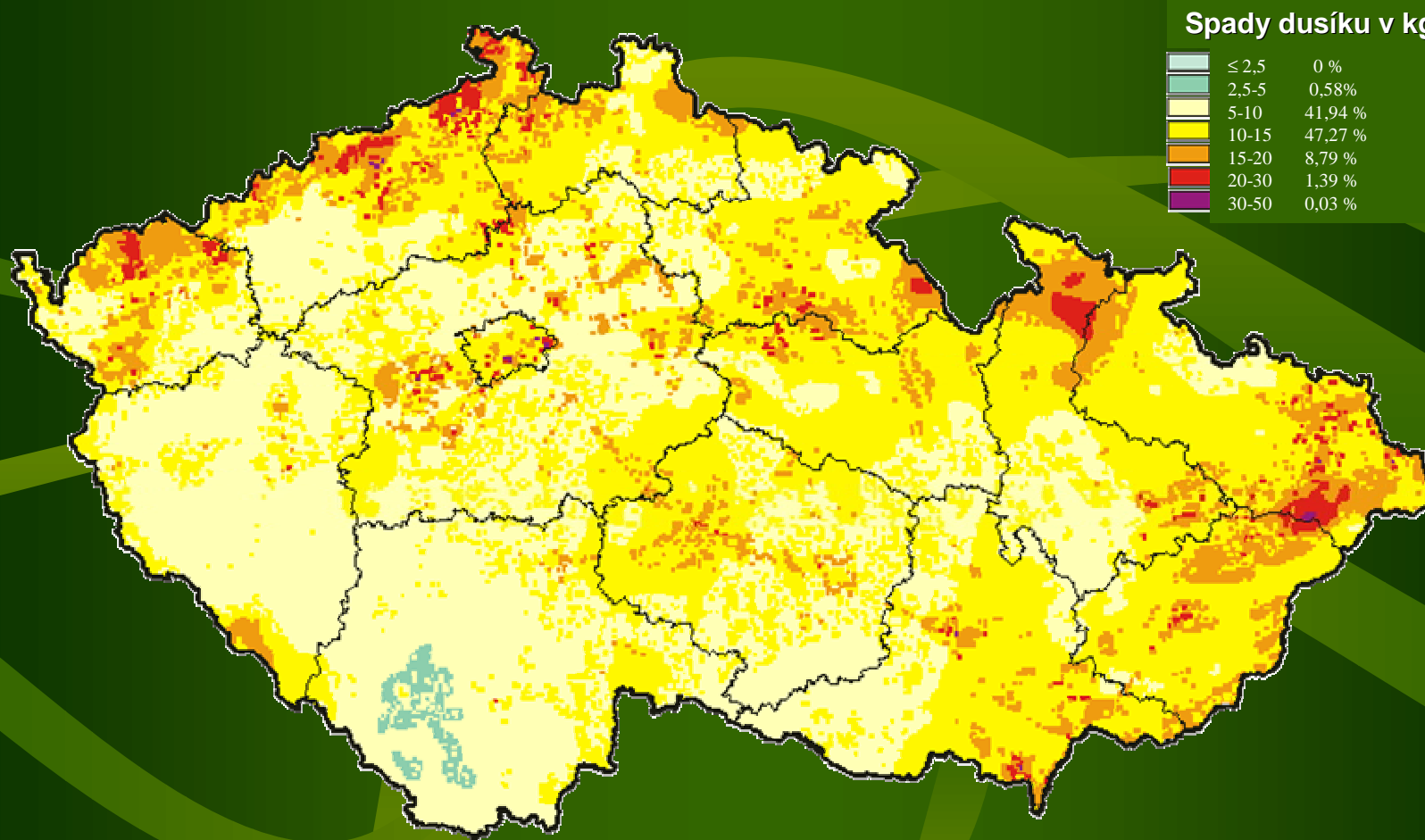
- při poklesu zásoby P, K a Mg zjištěné AZP do oblasti vyhovující nebo nízké
- zejména při specializaci na **zelinářství** či pěstování **vinné révy a ovoce** nebo v podnicích **bez ŽV**
- povolená organická a minerální hnojiva - příloha 3 vyhlášky č. 53/2001, resp. její novely 263/2003 Sb.

Dusík



- **nejsou povolena** lehce rozpustná syntetická minerální hnojiva (ledky, síran amonný, močovina aj.)
- **potřeba N** plně saturována
 - statkovými hnojivy, komposty, fixací vzdušného dusíku, posklizňovými zbytky, zeleným hnojením, popř. depozicemi
- **ztráty N**
 - denitrifikace ($20-50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)
 - vyplavení nebo eroze ($50-85 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)
- **bilancování dusíku v EZ**
 - ovlivněno řadou faktorů (půdní druh, počasí, mikrobiální aktivita, zpracování půdy aj.)
 - proto - velmi obtížné a nepřesné – hrozí deficit N

Pole celkové roční depozice dusíku (2001)



Fosfor



- nejproblematictější živinou v EZ
- velmi stabilní (nevyplavuje se) → málo přístupný
- přístupnost rostlinám - dána stavem půdy
 - nejvíce P - hlinité hnědozemě a degradované černozemě
 - kyselé i bazické podmínky → nižší přístupnost
 - organické vazby - nepřístupný P
- zpřístupňování P rostlinám:
 - mikrobiální činnost
 - aktivita kořenů (exudáty v rhizosféře)
 - mykorhiza (při přímém hnojení P hnojivy ustupuje a naopak)
 - kypření (provzdušnění)
 - vápnění – lepší půdní struktura

Specifika výživy rostlin v systému
ekologického zemědělství

Uvolňování fosforu z chlévského hnoje

Celkem aplikováno	42 kg P	100 %
Ovolněno v 1. roce	10,5 kg P	25 %
Ovolněno v 2. roce	6,3 kg P	15 %
Ovolněno v 3. roce	2,1 kg P	5 %
Zbytek vázáno v org. slouč.	23,1 kg P	55%

Fosfor



- I při plném hnojení hnojem (průměrně 10 t.ha⁻¹ ročně)
à málo fosforu vráceno zpět do půdy
- vyhláška MZe č. 53/2001 Sb. povoluje:
 - mleté fosfáty
 - nízký obsah Cd (do 50 mg.kg⁻¹ P₂O₅), max. dávka 2 g.ha⁻¹. rok⁻¹
 - vyšší jemnost mletí – lepší využití P
 - vhodné přimíchávat do chlévské mrvy ve stáji, popř. na hnojišti, nebo ji přidávat do kejdy a kompostů
 - Thomasova moučka – struska z výroby oceli

Fosforečná hnojiva

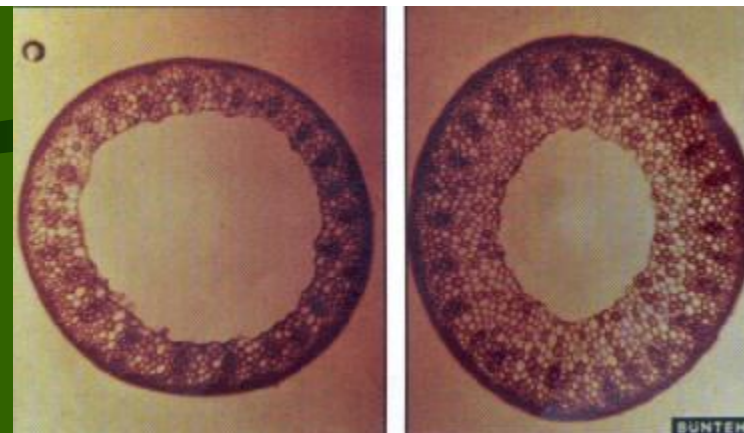
povolená pro používání v ekologickém zemědělství
podle vyhlášky MZe č. 53/2001 Sb.

Číslo typu*)	Označení typu*)	Složení a způsob výroby
2.1.1.	Thomasova moučka	silikofosfát vápenatý, struska z výroby oceli
2.6.	přírodní měkký fosforit	trikalciem fosfát a uhličitan vápenatý; mletí měkkého fosforitu

Pozn.: Žlutě označená hnojiva jsou nově zařazeny v novele vyhlášky č. 263/2003 platné od 15.9.2003

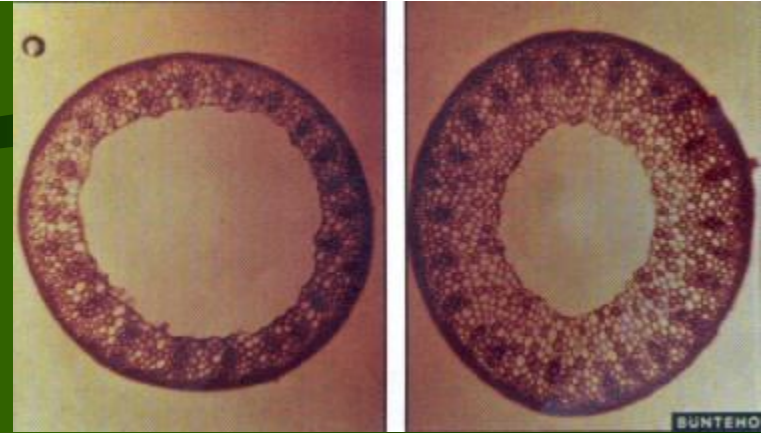
*) Číslo typu a označení typu podle vyhlášky č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva.

Draslík



- součástí jílových minerálů → půdy obsahující jíl - bohaté na K
- písčité a rašelinné půdy – nedostatek draslíku
- většina K - vázána chemicky v minerálních sloučeninách
- výměnná forma - pouze 1-5 % - přijatelná rostlinami
- fixace K - jílovité půdy, málo humózních půdy a za sucha
- nižší fixace K - při nižším obsahu jílu, při org. hnojení a vápnění

Draslík



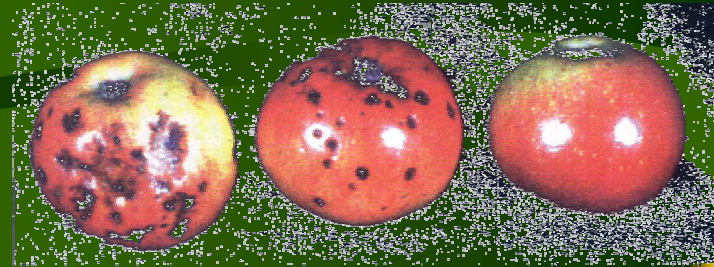
- Zpřístupňování K rostlinám:
 - mikrobiální činnost
 - aktivita kořenů (exudáty v rhizosféře)
- Navracení K do půdy
 - statková hnojiva
 - zbytky rostlin (zvláště draslomilných – jeteloviny, brambory, cukrovka)
 - sláma obilnin, popř. kukuřice

Draselná hnojiva

povolená pro používání v ekologickém zemědělství
podle vyhlášky MZe č. 53/2001 Sb.

Číslo typu*)	Označení typu*)	Složení a způsob výroby
2.1.1.	surová draselná sůl (Kainit)	surová draselná sůl (KCl + MgSO ₄)
3.5.	síran draselný	síran draselný
3.6.	síran draselný s hořčíkem	síran draselný, síran hořečnatý
3.7.	síran draselný s kieseritem	monohydrát síranu hořečnatého, síran draselný

Vápník



- doplňován především **vápněním** (vápenec či dolomit)
 - v EZ zakázáno pálené vápno
- na lehkých půdách ve vlhčích oblastech - častěji 1x za 2 roky
- na těžších půdách 1x za 3 roky a menšími dávkami (v přepočtu do $1,5 \text{ t CaCO}_3 \cdot \text{ha}^{-1}$)
- nejvhodnější - na strniště před leguminózami

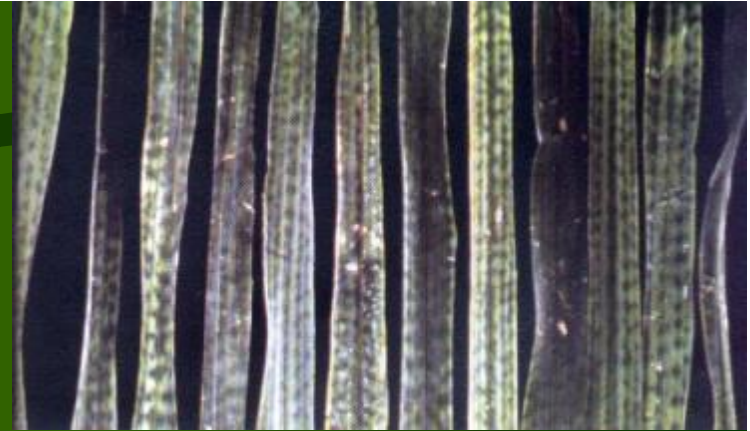
Vápník

- nevápní se
 - k bramborám
 - při hnojení hnojem



- nově povoleno (novela vyhlášky)
 - přírodní sádrovec (síran vápenatý)
 - foliární aplikace chloridu vápenatého
 - při prokazatelném nedostatku vápníku u jabloní

Hořčík



- doplňován
 - dolomitem
 - kieseritem (síran hořečnatý, hořečnatodraselný)
 - hořkou solí (síran hořečnatý)
- $K:Mg > 2:1$
 - à omezit hnojení draslíkem
 - à použít hnojiva obsahující hořčík
 - vyrovnaný poměr živin – v EZ zvláštní důraz à předpokladem pro větší mikrobiální aktivitu půdy, zdraví rostlin a člověka

Vápenatá a hořečnatovápenatá hnojiva (typ 17.1.)

povolená pro používání v ekologickém zemědělství
podle vyhlášky MZe č. 53/2001 Sb.

Číslo typu*)	Označení typu*)	Složení a způsob výroby
17.1.1.	Vápenec	mletý přírodní vápenec
17.1.2.	Dolomitický vápenec	mletý přírodní dolomitický vápenec
17.1.3.	Vápnitý dolomit	mletý přírodní vápnitý dolomit
17.1.4.	Dolomit	mletý přírodní dolomit

Hnojiva s vápníkem, hořčíkem a sírou (hnojiva s druhotnými živinami) povolená pro používání v ekologickém zemědělství podle vyhlášky MZe č. 53/2001 Sb.

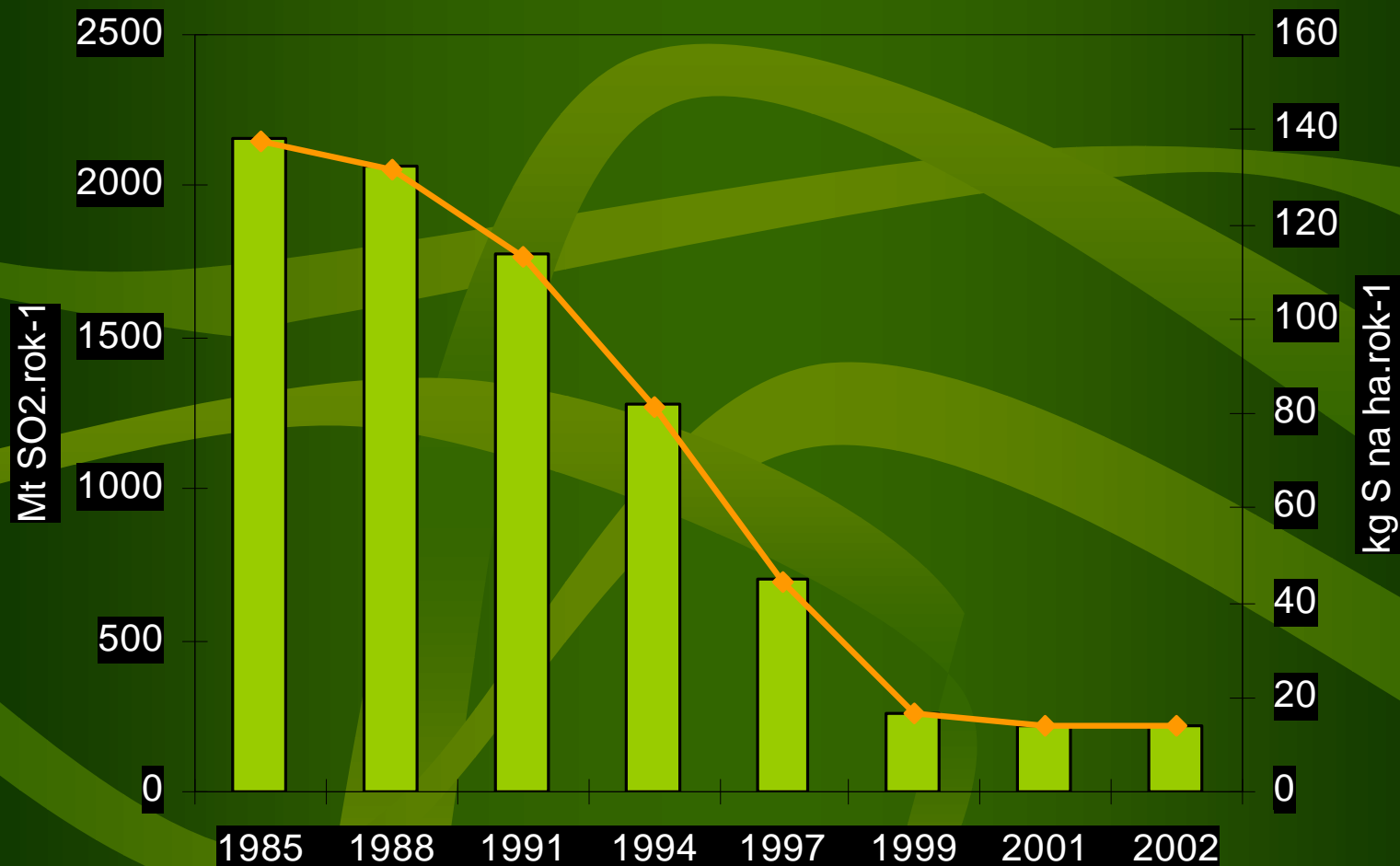
Číslo typu*)	Označení typu*)	Složení a způsob výroby
4.1.	síran vápenatý	síran vápenatý – pouze z přírodních zdrojů (sádrovec)
4.2.	chlorid vápenatý – roztok	chlorid vápenatý – ošetření listů jabloní při prokázaném nedostatku vápníku
4.4.	kieserit síran hořečnatý	monohydrát síranu hořečnatého
4.5.	hořká sůl, síran hořečnatý	hořká sůl, heptahydrát síranu hořečnatého

Síra



- rapidní pokles atmosf. depozic S - opět aktuální živina
- esenciální složka aminokyselin, resp. bílkovin
- do půdy navracena spolu se statkovými hnojivy, komposty, posklizňovými zbytky či zeleným hnojením a omezeně také depozicemi (průměr ČR $16 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ S}$)
- **posklizňové zbytky** - recyklováno - až 85 % S z nadzemních částí rostlin
- **stájová hnojiva**
 - chlévský hnůj $0,9-1,2 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} \text{ S}$
 - kejda $0,4$ až $0,5 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$

Vývoj celkových emisí SO_2 ze stacionárních zdrojů (REZZO 1-3) po roce 1985



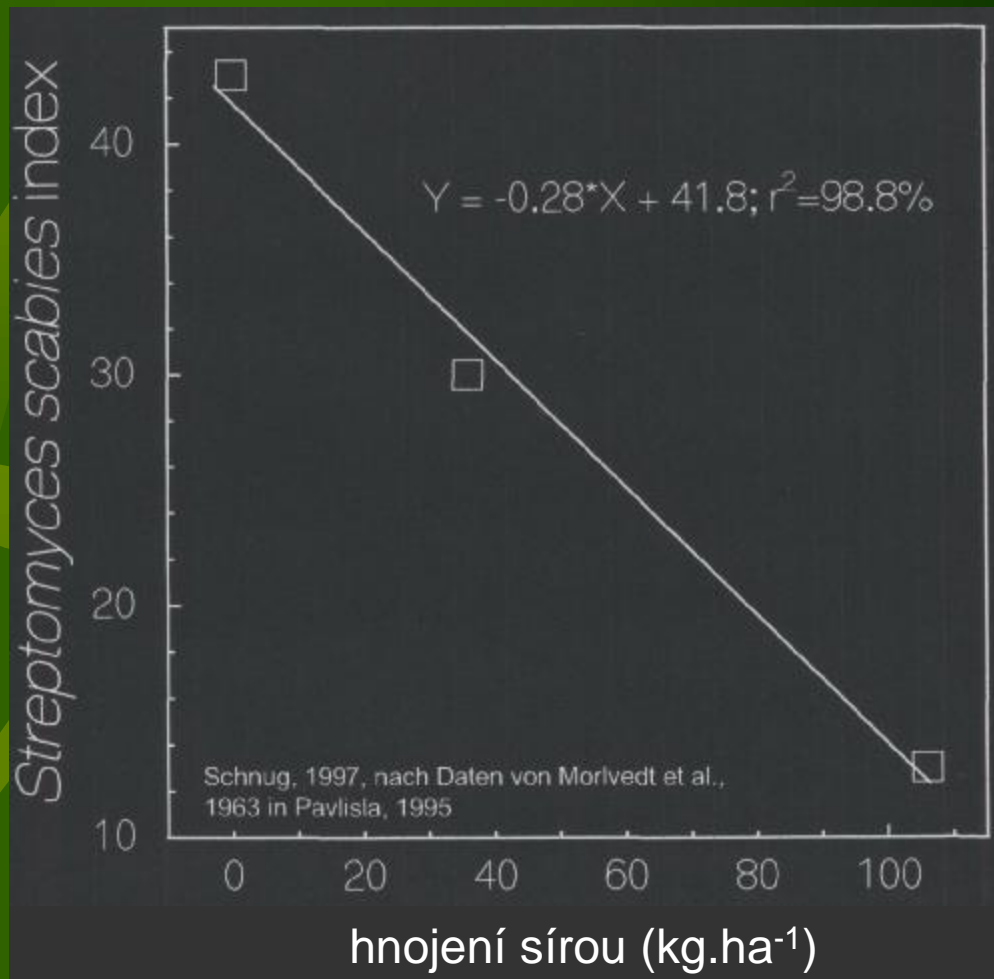
Specifika výživy rostlin v systému ekologického zemědělství

Síra



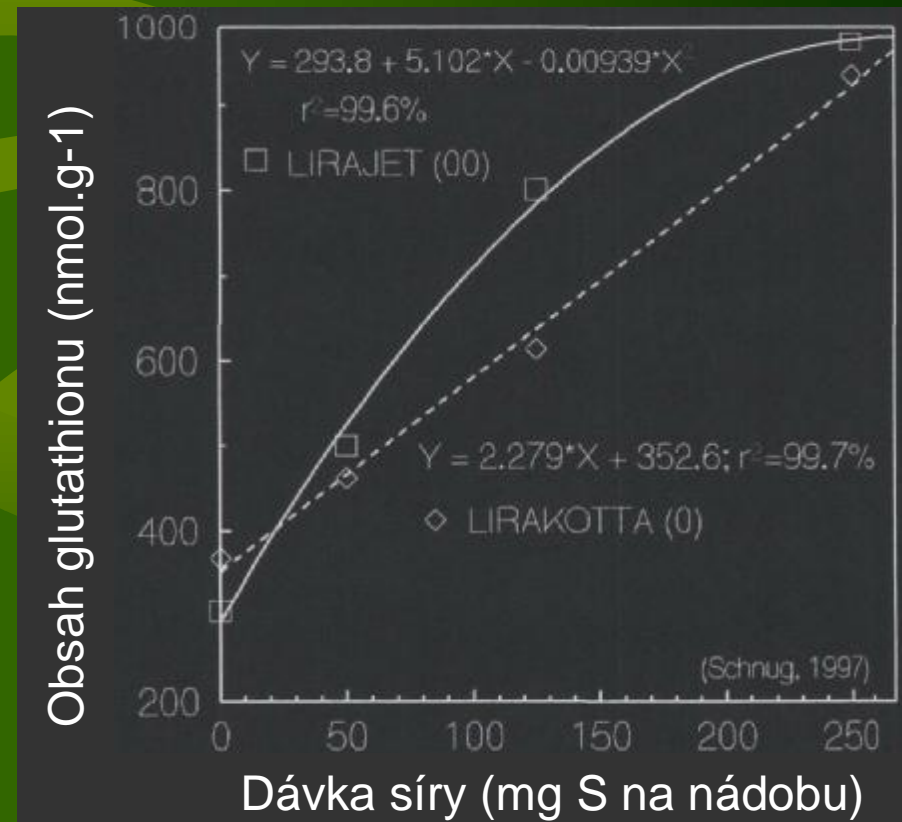
- většina K a Mg hnojiva povolená v EZ a 1/3 povolených přípravků na ochranu rostlin obsahuje S
- dostatek síry v půdě → předpoklad tzv. „indukované rezistence“ rostlin
 - vylučování sloučenin síry (např. H_2S) listy
 - metabolismus glutathionu
 - sekundárních S-metabolity
- Podpora přirozené rezistence rostlin je pro ekologické zemědělství, které se vzdalo syntetických ochranných prostředků, zvláště významná.

Vliv síry na vnější kvalitu, např. strupovitost brambor



Role sirných látek v rostlinách v detoxikaci, blokování a antagonismu při příjmu těžkých kovů

- **Thioly** – svou vysokou afinitou k TK (Hg, Cu, Cd) je zadržují již v kořenech, popř. stoncích rostlin
- **Glutathion** – prekurzor Phytochelatinů, které omezují transport TK z kořene do stonku, popř. do listů
- Mezi **sulfátem** a anionty (As, Sb, Se, Mo, B) existuje antagonismus při příjmu kořeny



Shrnutí

- struktura ekologicky obhospodařované půdy (pouze 19 540 ha o.p.)
- uzavřený koloběh živin a organických látek
- základem – vyvážený osevní postup (leguminózy)
- potřeba dusíku rostlinami – saturována statkovými hnojivy, fixací vzdušného N, zeleným hnojením nebo posklizňovými zbytky
- P, K, Mg dodávány ve statkových hnojivech a při nízkém obsahu v půdě – povolenými minerálními hnojivy

Děkuji za pozornost!



12.1.2005

Specifika výživy rostlin v systému
ekologického zemědělství

51