

Agronomická fakulta

Nové možnosti ve výživě rostlin
29. ledna 2013, Olomouc

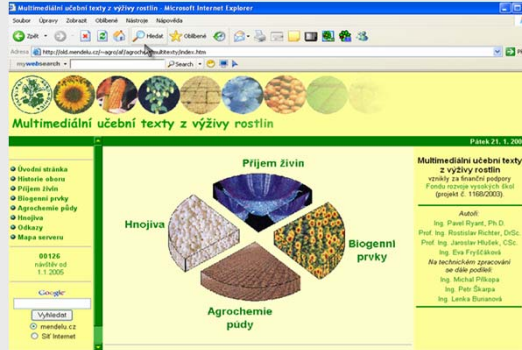
Výživa a hnojení ozimé pšenice

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D. (ryant@mendelu.cz)

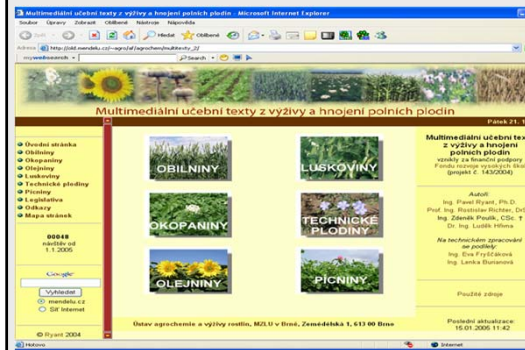
Mendelova univerzita v Brně



Multimediální učební texty z výživy rostlin
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin



Multim. učební texty z výživy a hnojení polních plodin
http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin

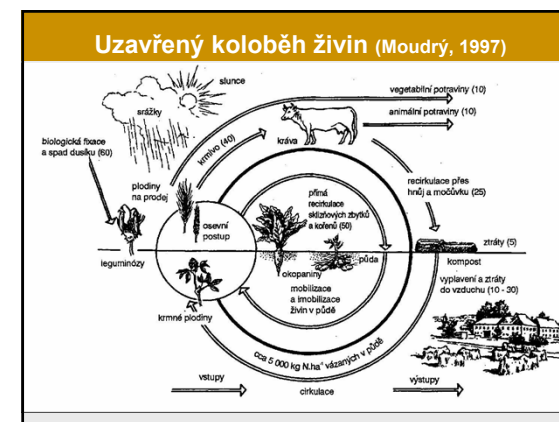


Současná situace ve výživě rostlin - lokální pohled - ČR



„Ustavičnými žněmi chudne pole.“
Publius Ovidius Naso (43 př. n. l. – 18 n. l.)

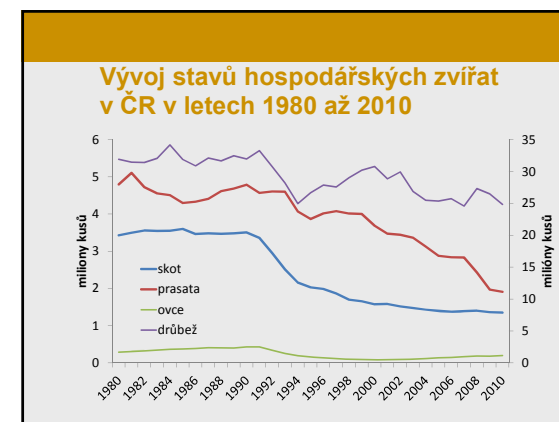
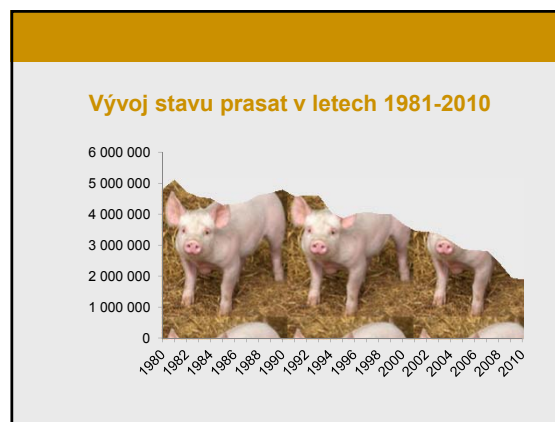
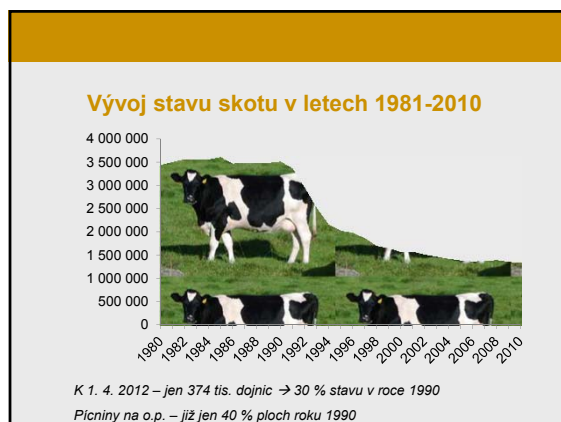
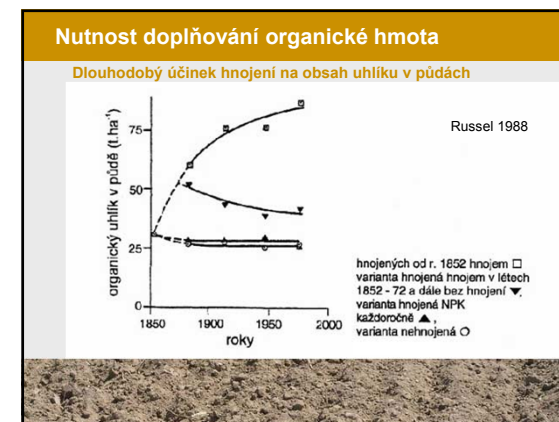
„Úkolem zemědělství není docílit dočasných nejvyšších výnosů, ale udržeti je na věčné časy.“
Justus von Liebig (1803-1873)

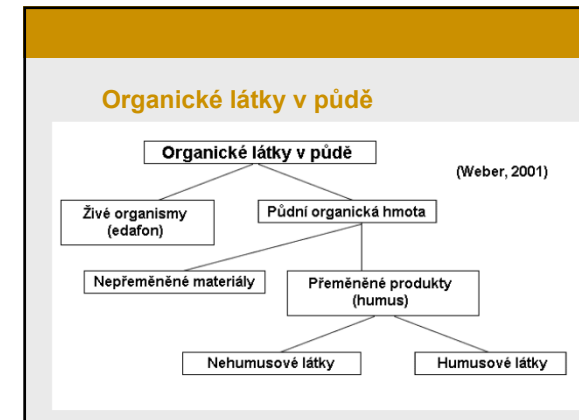
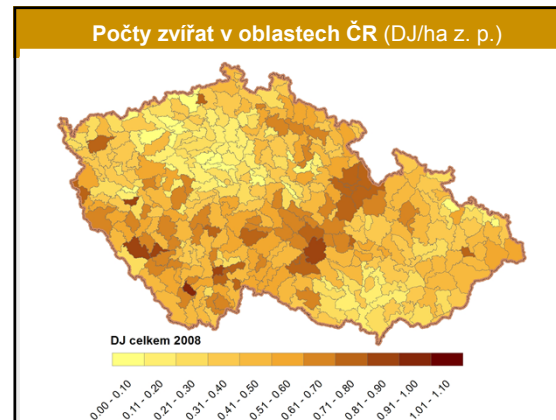
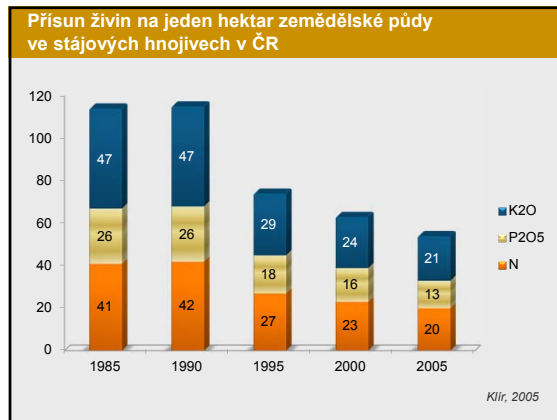




Základní princip výživy rostlin

- základem - 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 (1803-1873)
- nutné zpět navracet
 - ztráty na půdní organické hmotě (mineralizace)
 - nahrazovány vstupy nové (primární) organické hmoty do půdy
 - odebrané živiny (N, P, K, ...)





Organické látky v půdě a jejich bilance

- potřeba dodat ročně 3,5 – 4,5 t na ha o. p.
- 50 % je dodáno v posklizňových zbytcích
- zbývá dodat 1,5 – 2,0 t OL na ha

Průměrné hodnoty obsahu č.ž. v sušině zbytků.

Posklizňové zbytky	% živin v sušině					Poměr C:N N = 1
	N	P	K	Ca	Mg	
Sláma obil.	0,44	0,08	0,8	0,22	0,06	70 - 85
Sláma kukuřice	0,48	0,17	0,73	0,35	0,16	60 - 80
Chrást řepný	2,50	0,26	3,70	1,10	0,40	20 - 25
Sláma oz.řepky	0,56	0,11	0,94	0,83	0,15	60 - 80
Sláma mák	0,90	0,20	3,00	1,50	0,14	40 - 50
Sláma luskovin	1,33	0,15	1,66	0,92	0,17	20 - 25

Chemické složení posklizňových

Posklizňové zbytky	t sušiny zbytků /ha	kg minerálních živin na 1 t poskliz.zbytků				
		N	P	K	Ca	Mg
Sláma ozimé pšenice	4,1 – 6,2	6,3	0,9	11,2	3,2	1,2
Sláma kukuřice	4,9 – 6,7	10,6	3,4	12,6	2,8	3,2
Chrást cukrovky	5,9 – 7,5	27,5	2,6	30,7	8,5	3,7
Sláma oz.řepky (x)		35,0	5,0	75,0	30,0	10,0
(Klíř)		6,6	1,3	19		
Sláma mák		9,0	2,3	20	15	1,4
Sláma slunečnice		15	2,2	41,5		

•Die Bezděk 1996
•(x)Cetiom 1998

Výživa a hnojení pšenice ozimé



Obilniny – nižší osvojovací schopnost živin

žito > oves > pšenice > ječmen



Obilniny

• Výnos tvoří:

- počet klasů na jednotce plochy
- počet zrn v klasu
- hmotnost zrn



O realizaci na trhu rozhoduje u potravinářské pšenice

- obsah N-látek
- pádové číslo
- objemová hmotnost
- sedimentační hodnota (Zelenyho test)

Obilniny jsou středně náročné na živiny.

Průměrná spotřeba čistých živin na výnos hlavního produktu

Druh obilniny	Odběr živin výnosem zrna kg . t ⁻¹				
	N	P	K	Mg	S
Pšenice ozimá	25	5,0	20,0	2,4	4,3
Žito ozimé	24	6,1	21,6	2,4	4,2
Ječmen ozimý	26	5,7	24,0	1,8	
Pšenice jarní	26	5,2	19,9	2,4	4,2
Ječmen jarní	24	5,2	19,9	1,8	4,2
Kukuřice	27	5,2	23,2	4,8	3,1
Oves	26	6,1	24,1	2,4	
Proso	30	6,1	34,9	2,0	
Pohanka	34	7,0	33,2	2,1	

Pšenice ozimá



Zrno odčerpá:
N, P, Mg, S



Sláma odčerpá:
K, Ca

Požadavky ozimé pšenice na půdu

- vyžaduje půdy střední až těžké
– hlinité až jílovité
- slabě kyselou až neutrální půdní reakci (6,0 – 7,2)
- půdy s dobrou schopností poutat vodu a živiny

Zajištění živin vyžaduje

- zhodnocení pH
- extrémní pH snižuje využití živin

Půdní druh	Orná půda	
	Optim. pH	žádoucí pH
Písčité půdy	5,5	5,3-5,7
Hlinitopísčité	6,0	5,8-6,2
Písčitohlinité	6,5	6,3-6,7
Hlinité, jílovité	7,0	6,5-7,5

Vliv změny pH na výnos zrna u vybraných obilnin

pH/KCl	Ozimá pšenice		Ozimý ječmen		Jarní ječmen	
	t.ha ⁻¹	Rel.%	t.ha ⁻¹	Rel.%	t.ha ⁻¹	Rel.%
4,3	3,11	100,0	2,35	100,0	2,60	100,0
5,0	3,06	98,3	2,92	124,2	3,19	122,7
6,0	3,33	107,7	4,06	172,7	3,68	141,5
6,5	3,39	109,0	4,32	183,8	3,76	144,6

V praxi se nedoceňuje úprava obsahu živin v půdě. Výnosem se odčerpá :

Plodina	Výnos t.ha ⁻¹	Odčerpané množství živin v kg.ha ⁻¹				
		N	P	K	Mg	S
Pšenice ozimá	8	200	40	160	20	35
Ječmen jarní	6	145	30	120	10	25
Kukuřice	8	215	40	185	40	25

Úprava normativů pro hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem na základě zhodnocení obsahu přístupných živin podle Mehliche III

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nízká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení	mírné dosycení	normativ	nehnojit
Draslík	normativ + 50 %	normativ + 25 %		
Hořčík				

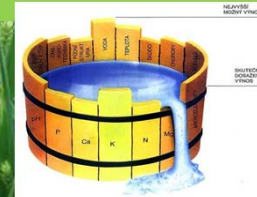
Vliv změny P na výnos zrna u vybraných obilnin

Přístupný P mg.kg ⁻¹	Ozimá pšenice		Ozimý ječmen		Jarní ječmen	
	t.ha ⁻¹	Rel.%	t.ha ⁻¹	Rel. %	t.ha ⁻¹	Rel. %
15	3,77	100,0	2,90	100,0	3,01	100,0
35	4,41	116,9	3,64	125,5	3,61	119,9
50	4,64	123,1	4,08	140,6	3,84	127,5
70	4,61	122,3	4,52	155,8	3,82	126,9

Makrobiogenní prvky dodáváme jen základním hnojením.

Foliární výživou dodáme při 300 l roztoku na ha a 2 – 6 % koncentraci 6 – 18 kg hnojiva tj. podle obsahu živin v hnojivu (10 – 20 %) maximálně 0,6 – 4 kg živiny.

Nedodání živin vede k uplatnění Liebigova zákona minima.



Vliv deficitu vody na výnos a kvalitu oz. pšenice

Vzcházení:

- tvorba kořenového systému a adventivních kořínků (hloubka 0,7 – 1,0 m)

Sloupkování – kvetení:

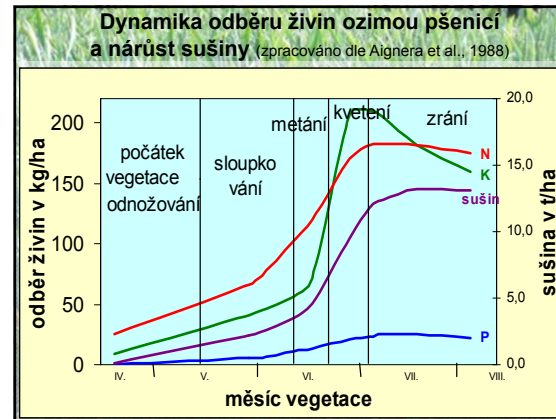
- ovlivňuje tvorbu klasu a kvítků

Kvetení – mléčná zralost:

- snižuje počet zrn v klase a vede až k hluchosti klasu

Konec mléčné zralosti – vosková zralost:

- snižuje hmotnost zrna

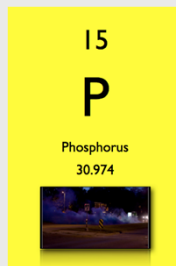


Hnojení pšenice ozimé

- Organické hnojení – běžně NE
 - hnůj do 20 t/ha,
 - močůvka – jarní přihnojení
 - zelené hnojení
 - sláma + kejda (močůvka)
- Hnojení P, K, příp. Ca a Mg
 - před přípravou půdy
 - podle obsahu přijatelných živin v půdě (AZP)



FOSFOR



Fosfor v rostlině

- obsah v rostlinách
 - mladé rostliny – nad 0,4 % v sušině
 - běžný obsah – 0,3 – 0,4 % v sušině
 - < 0,2, resp. 0,1 % → zjevné příznaky deficitu
- příjem
 - ve formě aniontů H_2PO_4^- nebo HPO_4^{2-}
 - proti koncentračnímu spádu (aktivně)
 - při <10 °C se snižuje příjem P kořeny
- vysoce pohyblivý prvek → značná **reutilizace**
 - stejný atom fosforu přejde několikrát z jedné sloučeniny do druhé
 - v celé rostlině se fosfor vymění za 3 dny

Optimální koncentrace P v rostlinách

Plodina	Vegetační fáze	P v sušině (%)
Pšenice ozimá	konec odnožování (6. pravý list)	0,40 – 0,60
Ječmen jarní	konec odnožování (6. pravý list)	0,46 – 0,68
Řepka ozimá	4. - 6. pravý list (podzim)	0,44 – 0,65
Cukrovka	5. - 6. list	0,45 – 0,55

Baier, 1988

Fosfor v rostlině

- funkce energetická
 - P v adenosintrifosfátu (ATP) → zajišťuje přenos energie
- funkce stavební
 - ve formě esterů (fosfolipidy, nukleoproteiny, nukleové kyseliny)
 - ve fosforylovaných sloučeninách
- příznivý efekt na plodnost (květy, semena) a dozrávání
- zlepšuje klíčivost a biologickou hodnotu osiv a sadby
- podporuje rozvoj bobovité složky v travních porostech



Fosfor v rostlině

- odběr sklizněmi
 - 20-40 kg P na ha (45-90 kg P_2O_5)
- nejméně dostupný makroelement
- rozdíly v osvojovací schopnosti:
 - ječmen < pšenice < oves < žito, kukuřice
 - < brambory, cukrovka, jetel luční, hořčice
 - < vojtěška, hrách, bob, pohanka
- různé strategie rostlin pro získávání P:
 - mykorhiza
 - vylučování org. kyselin (citronová, jablečná, šťavelová)

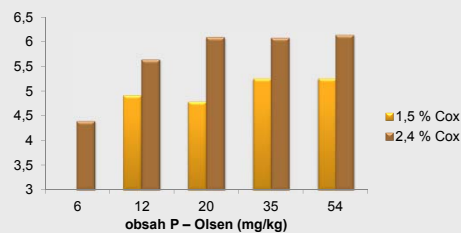


Zpřístupnění fosforu v půdě

- zařazování bobovitých do osevních sledů
 - agresivní kořenové exkretory
 - intenzivnější sorpční schopnost kořenů
- pravidelné zapravování organické hmoty
 - zvýšení biologické aktivity půd
 - produkce CO_2 - s H_2O → okyselení
 - vyvázání minerálního P do labilnějších organických vazeb
 - odčerpání volného vápníku do humusových látek
 - udržení $H_2PO_4^-$ v půdním roztoku („humusový efekt“)
 - (kyselé půdy – vápnit s předstihem před P-hnojením)



Výnos ječmene jarního (t/ha)



Rothamsted

Ztráty fosforu

- vyplavování
 - velmi malé (vertikální posun o 2-3 cm za rok)
 - lehké půdy: 3-5 kg/ha/rok
 - středně těžké půdy: 2-3 kg/ha/rok
 - těžké půdy: < 2 kg/ha/rok
- erozní smyvy
 - do povrchových vod a sedimentů
 - spolu s N může vyvolávat eutrofizaci vod



Eutrofizace povrchových vod



Fosfor ve vodách

- fekálie – člověk denně vyloučí 1,5 g P
- včetně pracích prášků 2-3 g denně
 - od roku 2006 – max 0,5 % P v pracích práscích
 - netýká se praní v průmyslu a institucích, které je prováděno školenými pracovníky (vyhláška MŽP č. 540/2006 Sb.)

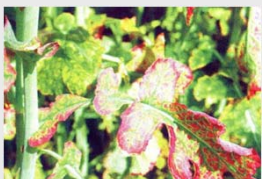
Příznaky nedostatku fosforu

- listy jsou vzpřímené, tmavozelené a přecházejí do červenofialové barvy, s vystouplou nervaturou listů
- zpomalení růstu stonků i kořenů a redukce růstu bočních výhonů a odnožování obilnin
- spojeno i s teplotou
 - pod 10 st. C – výrazně omezen příjem P
 - anthokyanové zbarvení listů – např. u řepky v zimě

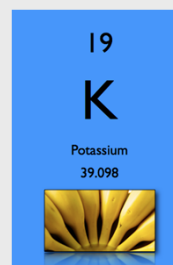
Nedostatek fosforu



Nedostatek fosforu - řepka a oves



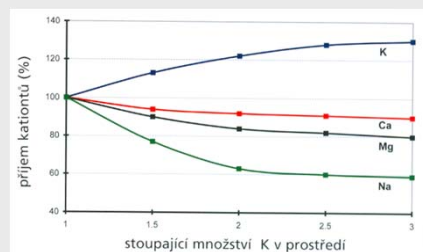
DRASLÍK



Draslík v rostlině

- obsah v rostlině
 - mezi 2 – 6 %
- příjem rostlinou
 - nižší koncentrace → aktivně
 - vyšší koncentrace → pasivně
 - vliv antagonistických interakcí
 - vyšší koncentrace K
 - snižuje příjem Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Zn^{2+} , Mn^{2+}
 - stimuluje příjem NO_3^- , $H_2PO_4^-$, Cl^- , SO_4^{2-}

Vliv obsahu K na příjem Ca, Mg a Na

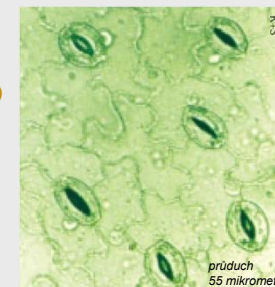


Mengel, 1961

Draslík v rostlině

- pozitivní vliv na hospodaření rostliny s vodou
→ udržuje buněčné napětí (turgor)

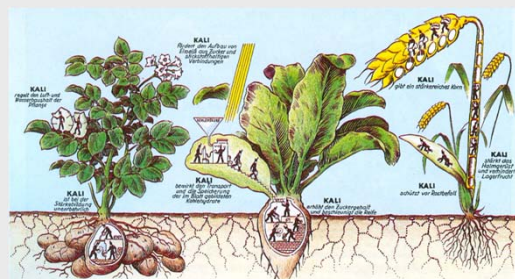
Draslík v rostlině (otevírání a zavírání průduchů)



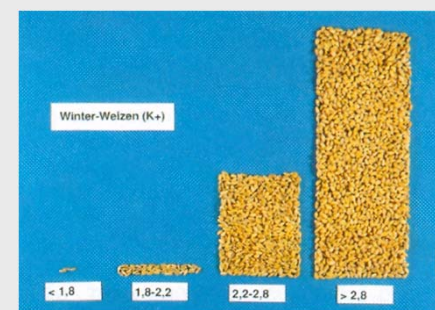
Draslík v rostlině

- pozitivní vliv na hospodaření rostliny s vodou
→ udržuje buněčné napětí (turgor)
- podporuje fotosyntézu
- kladně působí na transport asimilátů

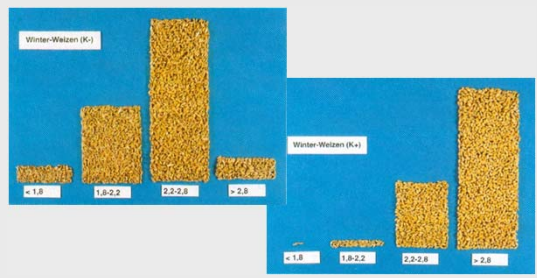
Draslík a transport asimilátů



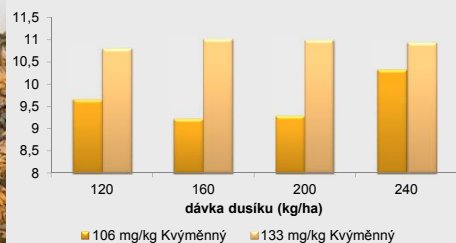
Vliv draslíku na velikost zrna



Vliv draslíku na velikost zrna

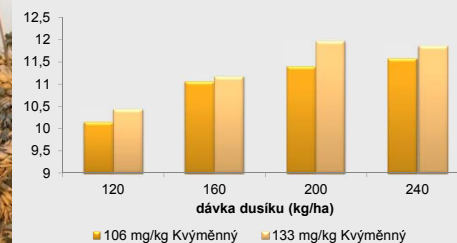


Výnos pšenice při různé zásobě přístupného K v půdě



Johnston a Poulton, 2009

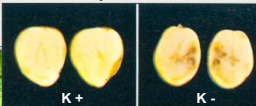
Obsah N-látek v zrna pšenice při různé zásobě přístupného K v půdě



Johnston a Poulton, 2009

Draslík v rostlině

- aktivuje více než 60 enzymů
 - zasahuje do metabolismu celulózy
 - zvyšuje obsah škrobu a celulózy
 - podporuje tvorbu chlorofylu
- zvyšuje odolnost proti suchu a nízkým teplotám, poléhání a chorobám
- omezuje dýchání
 - snižuje u okopanin a ovoce ztráty skladováním



Příznaky nedostatku draslíku

- tvorba rosetového stadia (metlovitý růst),
- čepel listů jsou úzké, okraje se stáčí dolů
- nekrózy od okrajů listů

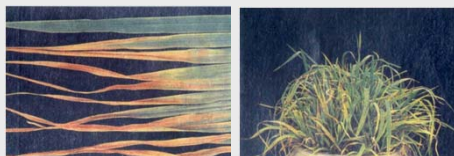
Různá intenzita deficitu draslíku u kukuřice



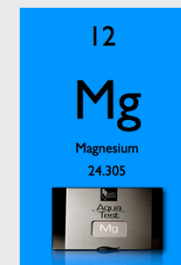
Deficit draslíku u kukuřice



Deficit draslíku u ovsa a pšenice



HOŘČÍK

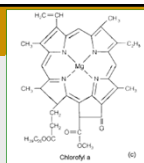


Hořčík v rostlině

- obsah v rostlině
 - 0,15 – 0,35 % sušiny
- příjem rostlinou
 - jako kationt Mg^{2+} pasivně
 - antagonistu při příjmu s K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+}
 - *nadbytek K → negativně vliv na příjem hořčíku*

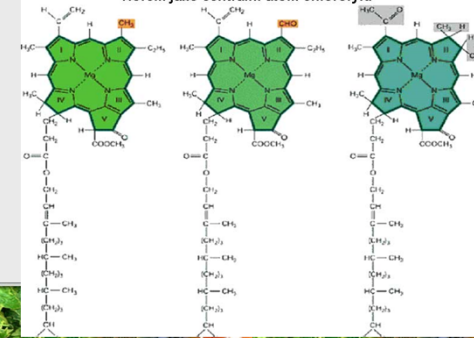
Hořčík v rostlině - funkce

- stavební - chlorofyl
 - chelátově vázán v porfyrinovém jádře
 - v chlorofylu - 15-20 % celkového Mg
 - při nedostatku Mg → ochuzeny nejdříve ostatní biologické soustavy
- aktivátor nebo součást enzymů
 - podobně jako Mg^{2+} působí i Mn^{2+} a pravděp. i Zn^{2+} a Co^{2+}
 - díky substituci → příznaky nedostatku Mg se projevují později
 - aktivátorem více než 20 % enzymatických reakcí

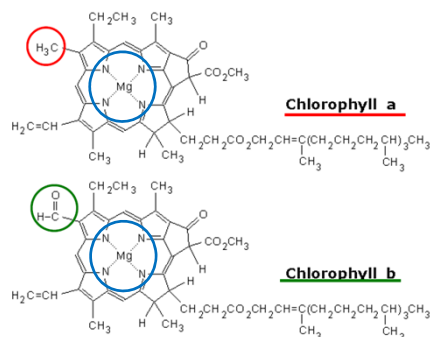


Hořčík v rostlině

Hořčík jako centrální atom chlorofylu



Hořčík v rostlině



Hořčík v rostlině - nedostatek

- abnormální tvorba pigmentů
 - zářivá barva listů
 - žluté, oranžové, červené a purpurové skvrny
- chlorózy
 - od středu listů většinou
 - jednořádkové – obilniny
 - pruhovitě, nejprve shluky chlorofylu

Hořčík v rostlině - nedostatek

- snížený obsah Mg v rostlinných produktech
 - nepříznivý vliv na zdrav. stav lidí i zvířat
- hypomagnezemie
 - mentální poruchy, svalová slabost aj.
 - zvířata - pastevní tetanie
- narušení činnosti myokardu
- poruchy imunitního systému

Hořčík v rostlině – symptomy nedostatku

Nedostatek Mg u ovsa –
korálková mozaika



Nedostatek Mg u kukuřice



Nedostatek hořčíku u pšenice



**Hnojení fosforem,
draslíkem a hořčíkem**

Hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem

- Hnojíme „půdu“
- Využíváme AZP
- Respektujeme půdní druh popř. pH
- V případě optimálních vlastností můžeme hnojit na více let
→ snížení nákladů na hnojení



Hnojení dusíkem

- Hnojíme „rostlinu“
- Nevyužíváme AZP
- Respektujeme
 - předplodiny
 - použitá organická hnojiva
 - vliv stanoviště
- Upřesňujeme podle:
 - rozborů půd před hnojením
 - rozborů rostlin



Pšenice - hnojení fosforem

- základní normativ
= předpokládaný výnos
x potřeba P na 1 tunu zrna (pšenice 5 kg)
(pro 6 tun → 30 kg P /ha)
- korekce podle zásoby P v půdě (AZP)

Tab. 10 Úprava normativů pro hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem na základě zhodnocení obsahu přístupných živin podle Mehlichů III.

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nizká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení normativ + 50 %	mírné dosycení normativ + 25 %	normativ	nehnojit
Draslík				
Hořčík				

Druh obilniny	Odběr živin výnosem zrna (kg/t)				
	N	P	K	Mg	S
Pšenice ozimá	25	5,0	20,0	2,4	4,3

Obsah	Obsah P (mg/kg)
Nizký	do 50
Vyhovující	51 – 80
Dobrá	80 – 115
Vysoká	116-185
Velmi vysoká	nad 185

Pšenice - hnojení draslíkem a hořčíkem

- výpočet dávky – viz fosfor
- kromě obsahu K, resp. Mg v půdě zohlednit i obsah v posklizňových zbytcích
→ bohaté na draslík

Průměrné hodnoty obsahu č.ž. v sušině zbytků.

Posklizňové zbytky	% živin v sušině					Poměr C:N N = 1
	N	P	K	Ca	Mg	
Sláma obil.	0,44	0,08	0,8	0,22	0,06	70 - 85
Sláma kukuřice	0,48	0,17	0,73	0,35	0,16	60 - 80
Chrást řepný	2,50	0,26	3,70	1,10	0,40	20 - 25
Sláma oz.řepky	0,56	0,11	0,94	0,83	0,15	60 - 80
Sláma mák	0,90	0,20	3,00	1,50	0,14	40 - 50
Sláma luskovin	1,33	0,15	1,66	0,92	0,17	20 - 25

Pšenice - hnojení draslíkem a hořčíkem

- výpočet dávky – viz fosfor
- kromě obsahu K, resp. Mg v půdě zohlednit i obsah v posklizňových zbytcích
→ bohaté na draslík
- hořčík doplníme
 - vápněním dolomitickými vápenci
 - nebo foliárně

Ječmen jarní

na 5 t zrna odčerpá: 24 kg P (55 P₂O₅)
90 kg K (109 K₂O)
9 kg Mg (15 MgO)

- nižší osvojovací schopnost
- krátká vegetační doba
→ rozhodující je obsah pohotových živin v půdě
- **P a K aplikovat na podzim nejlépe s orbou**
- P-hnojiva s vodorozp. P (Superfosfát, Amofos)
- K-hnojiva – draselné soli (nároky i na chlór)
- **půdy s nižším obsahem živin a delším odstupem od org. hnojení → předseťová aplikace NPK hnojiv**

Kukuřice - hnojení fosforem

- vysoké nároky na fosfor (na 7 tun zrna 39 kg P, 88 P₂O₅)
- kritické období – počáteční fáze vegetace
– než vytvoří dostatek kořenů
→ dostatečný obsah přijatelného P v okolí osiva
- **hnojení „pod patu“**
- pokud není kukuřice org. hnojena
→ NPK předseťové a NP hnojivo pod patu

Hnojení „pod patu“

- využití zejména v chladnějších oblastech a na půdách hůře zásobených fosforem
- hnojivo, obvykle Amofos, je aplikováno asi 5 cm pod úroveň uložení osiva a 5 cm do strany
- řešení zanedbané výživy fosforem
- limitující vzdálenost osiva a hnojiva
 - malá → omezena vcházivost uvolňovaným NH₃
 - velká → ztíženo zásobování rostlin fosforem




Kukuřice - hnojení draslíkem

na 7 tun zrna 189 kg K, 228 K₂O

- hnojení podle výnosu, zásoby v půdě, org. hnojení
- rozhoduje také obsah K v posklizňových zbytcích – na draslík bohaté

Tab. 6 Chemické složení posklizňových zbytků (Richter, Hřivna 2000)

Posklizňové zbytky	% obsah živin v sušině					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Sláma pšeničná	0,5	0,09	1,5	0,2	0,06	0,05
Sláma kukuřičná	0,8	0,08	1,6	0,5	0,14	-
Makovina	1,0	0,14	1,2	1,2	0,13	0,25
Chrást řepný	2,5	0,26	3,7	1,1	0,40	-

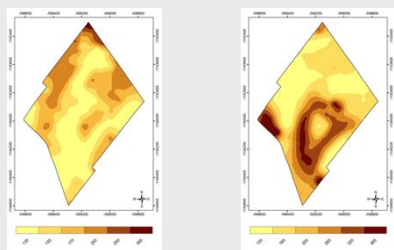
Kukuřice - hnojení hořčíkem

na 7 tun zrna 35 kg Mg, 58 MgO

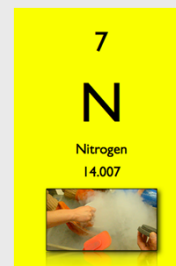
- aplikací vápnění v dolomitických vápencích
- dusíkatá hnojiva s hořčíkem (Dumag, DASAMAG, ...)
- základní hnojení – kieserit, hořká sůl



Mapa zásoby K a Mg v půdě



DUSÍK



Zdroje dusíku

- hlavní zdroj – atmosféra (78 % N)
- přirozená cesta využití
 - elektrický výboj při bouřkách
→ oxidace N_2 na oxidy a jako kyselý déšť srážkami
 - vřivkovité – hlízkové bakterie (*Rhizobium*)
 - symbióza s rostlinami



Fixace vzdušného N_2



luskoviny 50 - 120 kg N.ha⁻¹



vojtěška a jetel: 200-300 kg N.ha⁻¹

Dusík v rostlině

- součástí **aminokyselin**, amidů, **bílkovin**, pyrimidinových, purinových bází, nukleových kyselin, **chlorofylu**, enzymů ...
- konverze miner. N (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , N_2) na org. sloučeniny – velmi významná
→ živočišné závislí na dietetickém zdroji N z rostlin a mikroorganismů
- rostlina přijímá dusík ze dvou forem - NO_3^- a NH_4^+ ionty
 - omezeně močovinu, aminokyseliny
 - bobovité N_2

Hnojení pšenice ozimé dusíkem

- ovlivňuje utváření výnosotvorných prvků

Pšenice ozimá tvoří výnos:

- počtem klasů na jednotce plochy
- počtem zrn v klasu
- hmotností zrn



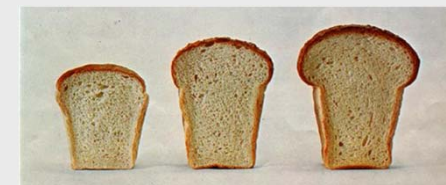
Hnojení pšenice ozimé dusíkem

- ovlivňuje utváření výnosotvorných prvků
- přihnojení
 - regenerační (počet rostlin, obsah N_{min} v půdě)
 - počet odnoží → počet klasů
 - produkční (poč. sloupkování)
 - počet zrn v klase
 - kvalitativní (metání)
 - kvalita zrna, hmotnost zrna



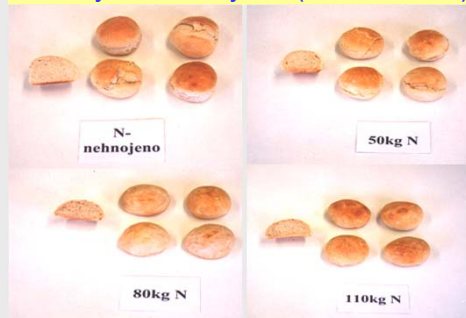
Kvalitativní přihnojení

– vliv na obsah lepku → objem pečiva

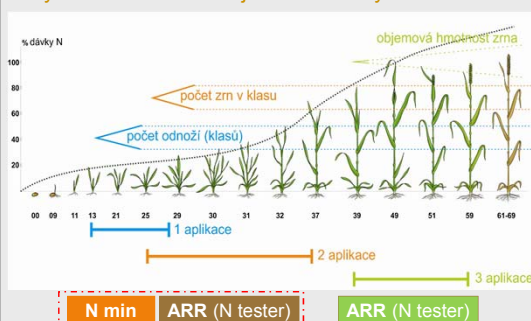


20% 30% 40%

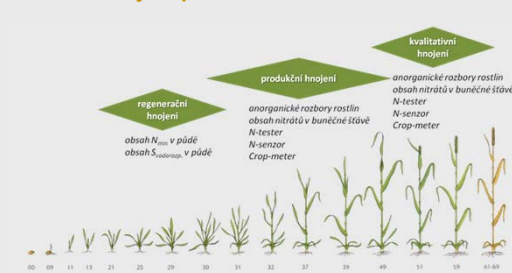
Vliv dávky N na kvalitu výrobku (Hřivna et al. 2007)



Výše a kvalita sklizně je ovlivněna výživou dusíkem

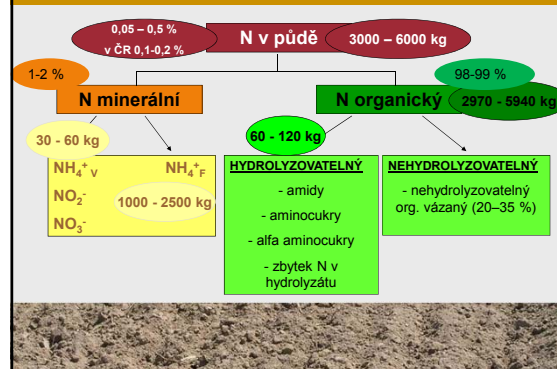


Přihnojení pšenice ozimé a korekce dávek



Dusík v půdě

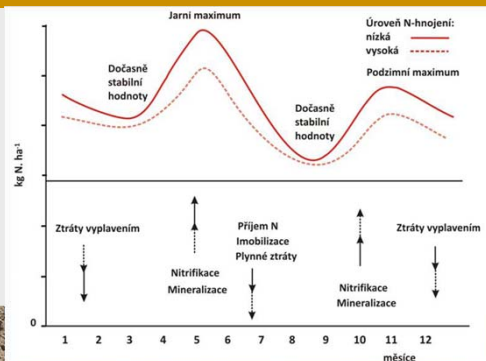
Formy dusíkatých sloučenin v půdě



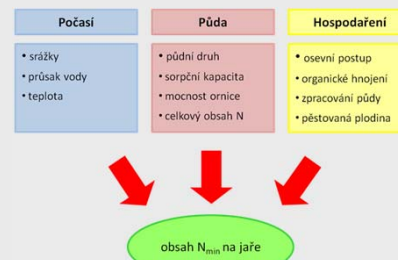
Přeměny dusíku v půdě

- organická hmota → mineralizace → amoniak
- amonný N → nitrifikace → nitrátový N
- nitrátový N → denitrifikace → oxidy dusíku (NO_x), vzdušný dusík (N_2)

Sezónní změny v obsahu N_{\min} v půdě ve vrstvě 0 – 0,6 m



Významné faktory ovlivňující obsah N_{\min} v půdě na jaře



Regenerační hnojení

Formy dusíku

nitratový

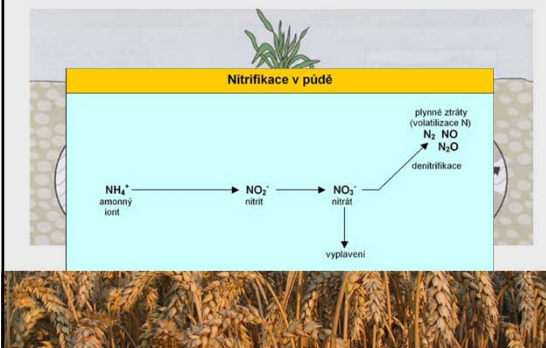
- velice dobře rozpustný
- velmi pohyblivý v půdě i kapilárními póry

amonný

- jeho využití → podle druhu půdy
 - imobilizován sorpcí na koloidy, více na těžkých půdách
 - u slabších porostů může škodit
 - malý obsah uhlíkatých skeletů, alkalizuje buňky
- vyšší obsah v půdním prostředí
→ stres v růstu kořenů
- v půdě je **nitřifikován**



Nitrátový a amonný dusík v půdě



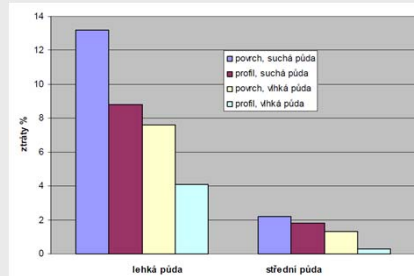
Formy dusíku

amidický N (močovina)

- významným zdrojem N
- není sorbován
- snadno rozpustná
- při nízkých teplotách půdy (pod 5°C) probíhá amonizace pomalu
- přijímána ve formě celých molekul listem i kořeny
- pozor na ztráty NH_3 volatilizací při nevhod. podmínkách



Ztráty dusíku po hnojení močovinou (těkání NH_3)



Žabčice – 2. března 2011

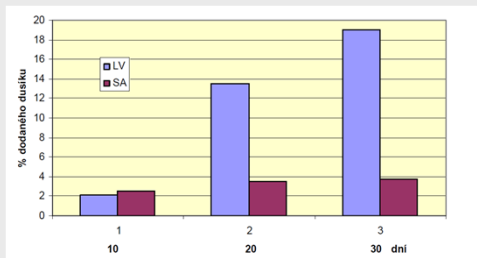


Regenerace – především ledky

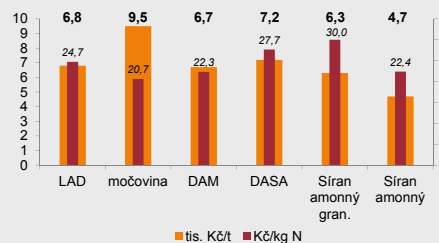
- po delší zimě – nastartovat porost ledkem
- teplá zima
 - možnost mineralizace org. hmoty
 - mohla by probíhat i nitrifikace
- nitráty v ledcích
 - nejen zdroj dusíku, ale i kyslíku (Doc. Benada)
 - zvyšuje redoxpotenciál
 - „provzdušňuje“ půdu



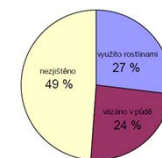
Ztráty denitrifikací za anaerobních podmínek



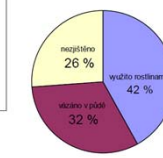
Ceny dusíkatých hnojiv - leden 2012



Bilance dusíku po základním hnojení ozimé pšenice



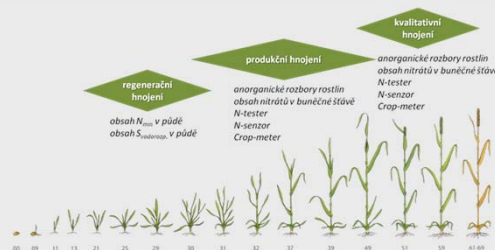
Bilance dusíku po hnojení ozimé pšenice během vegetace



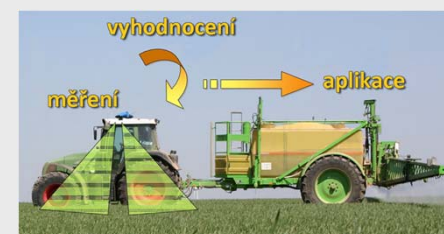
Distribuce dusíku hnojiv po hnojení (Machet et al., 1987)

	%
Využito rostlinami (nadzemní hmota)	40 – 60
Vázáno v organické hmotě v půdě	20 – 50
Minerální dusík	5 – 20
Ztráty denitrifikací atékáním (volatilizací)	2 – 30
Ztráty vyplavením	2 – 10

Přihnojení pšenice ozimé a korekce dávek



Online aplikace hnojiv podle N-senzoru



www.agricon.de

Využití kombinace dat N-senzoru a výnosových monitorů při aplikaci dusíku

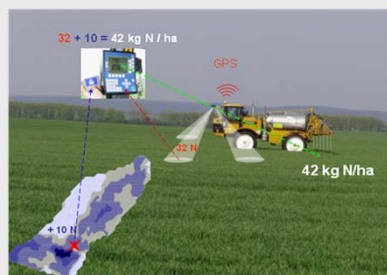
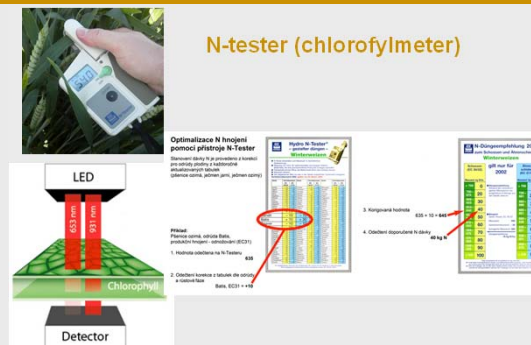


foto a schéma: M. Hruža

N-tester (chlorofylmeter)



Síra a pšenice ozimá

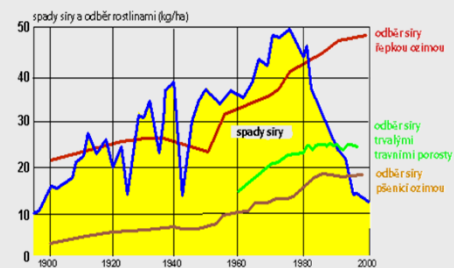


Lesní porosty Jizerských hor zasažené kyselými dešti



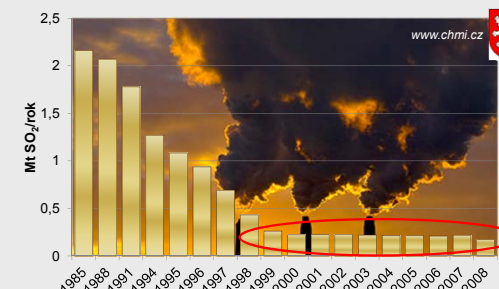
www.cs.wikipedia.org

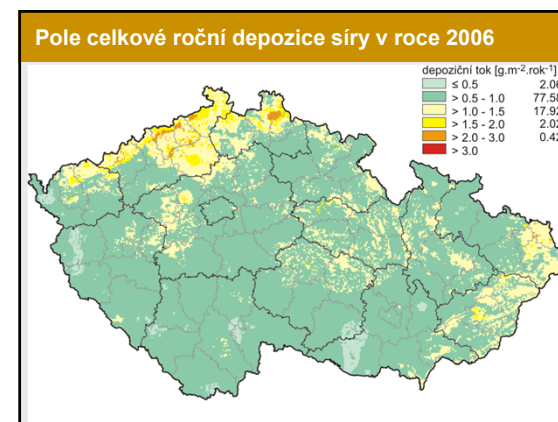
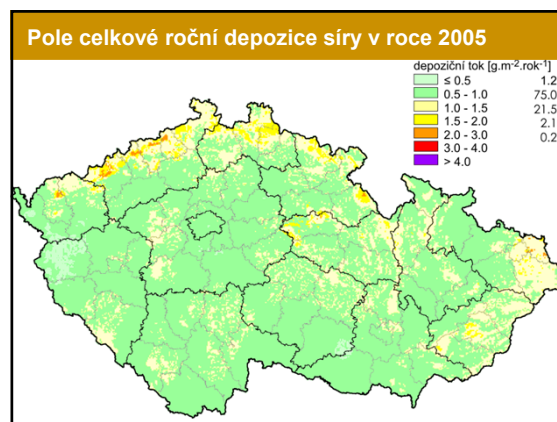
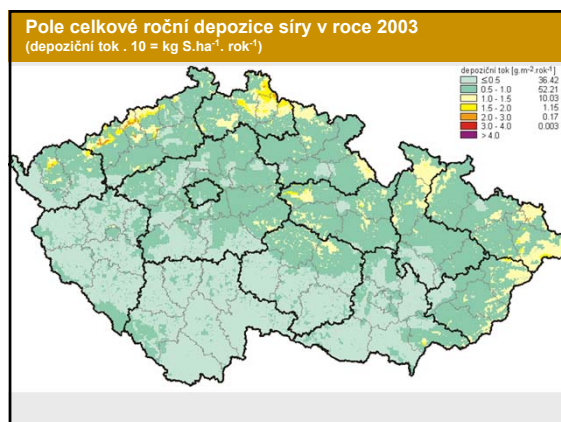
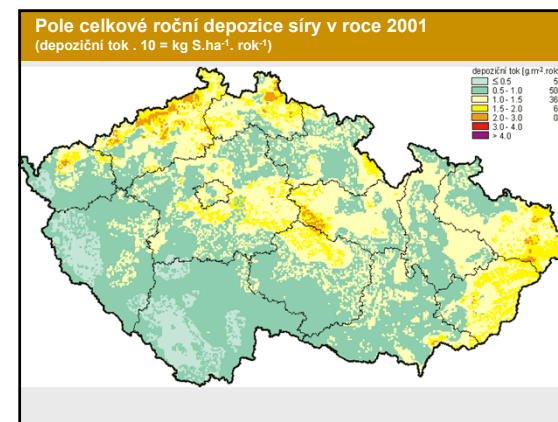
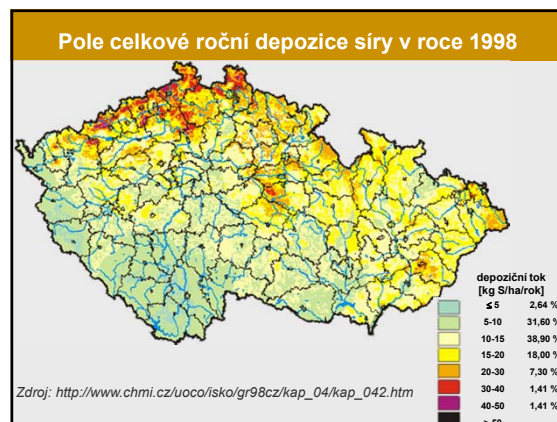
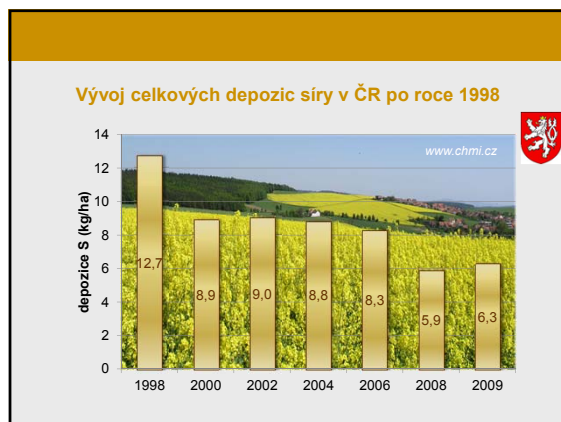
Vývoj mokré deponice síry a odběru síry rostlinami v Německu v letech 1890-2000

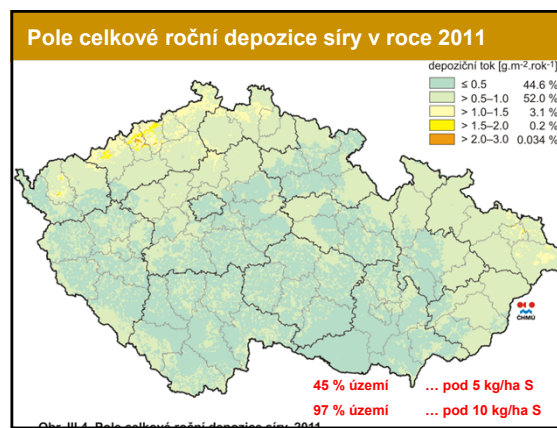
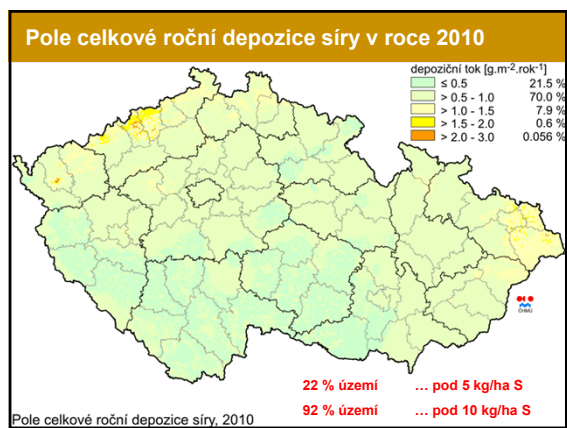
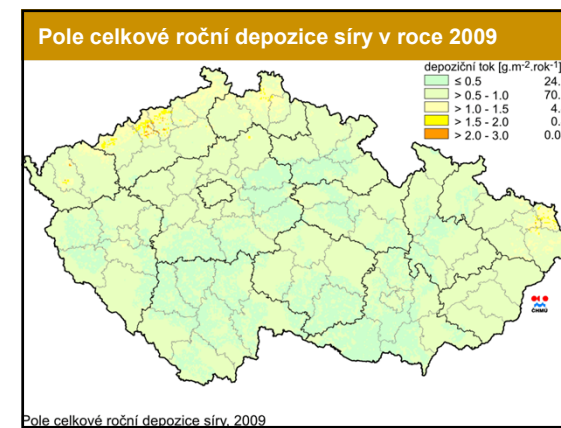
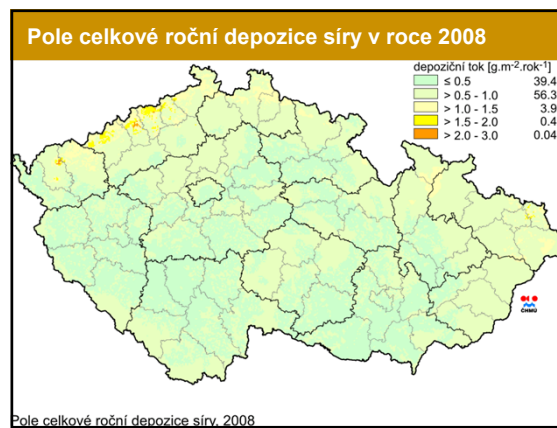
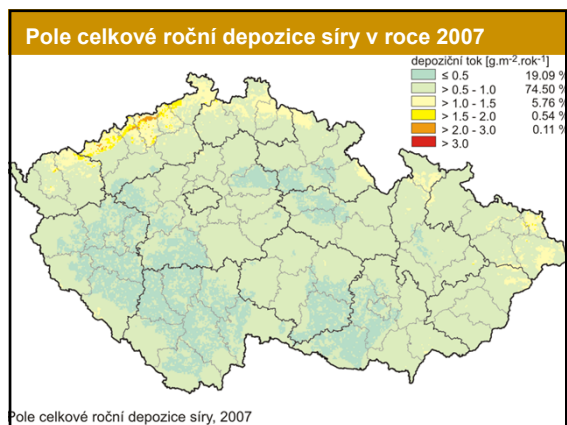


SCHNUG, 1993

Vývoj emisí SO₂ ze stacionárních zdrojů (REZZO 1-3) v ČR







Zdroj S – organická hnojiva

- obsah S
 - kejda – 0,029 – 0,050 %
 - chl. hnůj – 0,08 %

Zdroj S – organická hnojiva

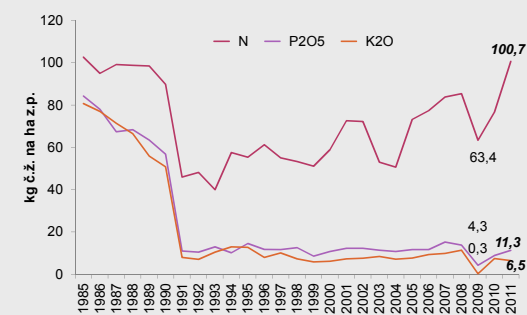
- obsah S
 - kejda – 0,029 – 0,050 %
 - chl. hnůj – 0,08 %
- pokles stavů hospodářských zvířat
 - ročně v chl. hnoji přijde **2,1 kg S na ha**

Uvolnitelnost S z organických hmot

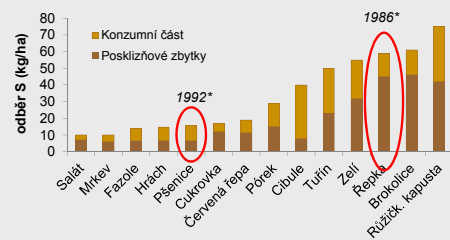
Organický materiál	Poměr C:S
Čistírenský kal	
surový	20
po digesti	35
Chlévský hnůj	
koňský	494
drůbeží	518
skotu	719
praset	735
Rostlinný materiál	
vojtěška	310
sójové zbytky	498
stěbla kukuřice	2 029
piliny	11 011

TABATABAI et CHAE, 1991

Průměrná spotřeba jednotlivých minerálních hnojiv



Odběr a distribuce síry u různých plodin



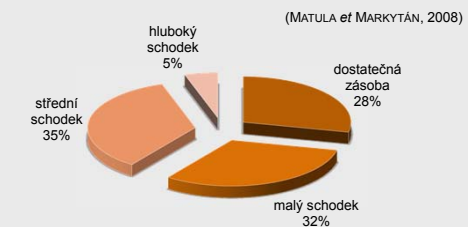
* - ročník rozšíření vizuálních symptomů deficitu S v Evropě

ZHAO et al., 2003

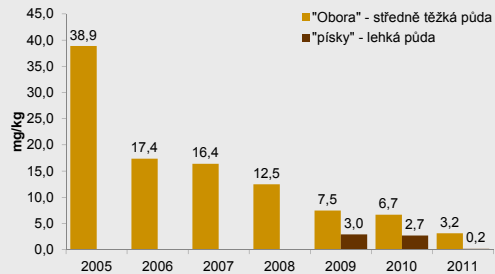
Nedostatek síry u pšenice ozimé v severním Německu

Haneklaus et al., 2004
Haneklaus et al., 2008; Goulding, 2009

Monitoring zásobenosti půd sírou (2001-2005)



Obsah S_{vdor.} v půdě - Žabčice



Síra – faktor výnosu pšenice



Výnosový efekt síry

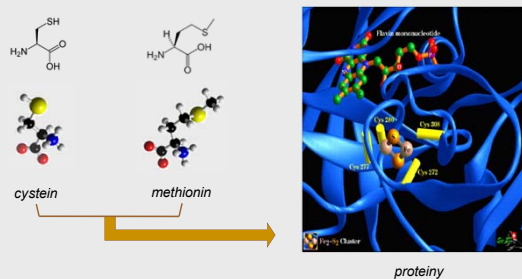
- **primární**
 - přímé působení síry na výnos
 - síra – součástí aminokyselin → proteinů
 - síra – složka enzymů, resp. kofaktorů (metaloproteiny)
- **sekundární**
 - nepřímé působení síry na výnos
 - síra – podporuje rezistenci rostlin proti environmentálnímu stresu (xenobiotika, choroby)



Síra – stavební součást bílkovin

součást aminokyselin a bílkovin

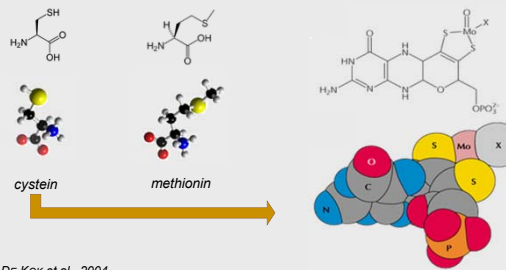
- součást aminokyselin (cystein a methionin), resp. proteinů (až 70 % celkové S)



Síra – složka enzymů

součást nitrátreduktázy

- cystein tvoří **metaloproteiny** – např. molybdenový kofaktor nitrátreduktázy

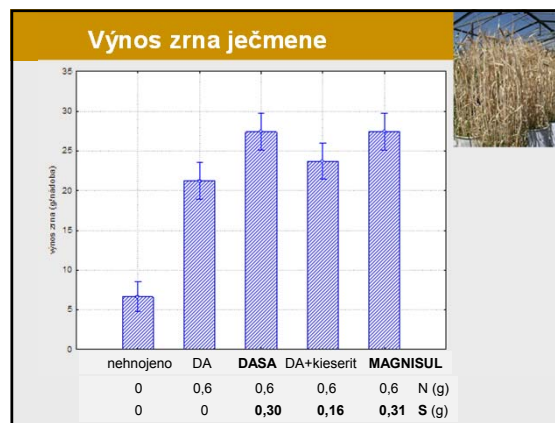
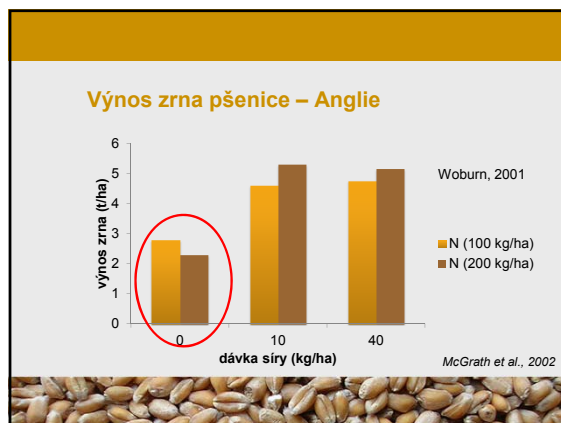


Vliv aplikace síry na utilizaci dusíku pšenice

	Odběr N (kg/ha)		Čistá využitelnost N-hnojiv (%)
	Zrno	Sláma	
Kontrola	151	45,8	59
Elementární síra	179	47,6	71
Síranová síra	180	56,3	75
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	27	6,6	12

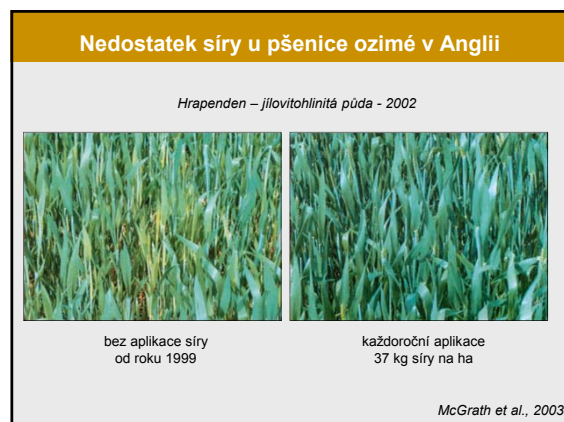
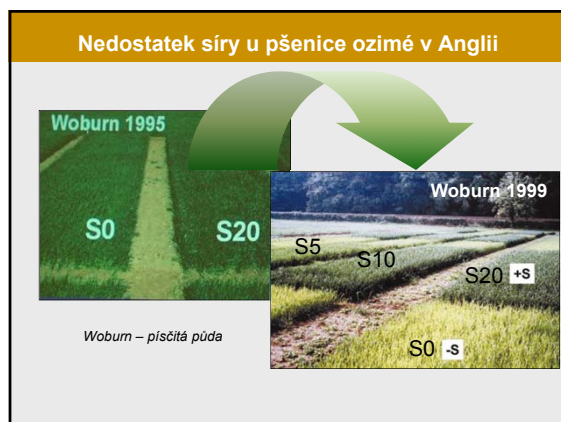
- **ekonomický efekt** – výnosová reakce
 - nedostatek síry → nízké využití dusíkatých hnojiv
- **environmentální efekt**
 - nedostatek síry → zvýšení ztrát N volatilizací a vyplavením do podzemních vod
 - na chybějící 1 kg S → do prostředí může unikat až 15 kg N

SCHNUG et al., 1993; BROWN et al., 2000



Výnosová reakce pšenice na aplikaci síry

země	podíl pokusů s pozitivní výnos. reakcí		nárůst výnosu	sledované období
	relativní	počet pokusů z celkového počtu		
Francie	49%	90/183	-	1986-1988
Velká Británie	28%	20/72	4-27 %	1987-2002
Německo	17%	3/18	5-24 %	1998-2002



Síra – faktor kvality pšenice



Pekařská kvalita

- při nedostatku S
→ pokles pekařské kvality dříve než výnosu
- síra ovlivňuje složení lepkových bílkovinných frakcí



Obsah cysteinu, methioninu a lysinu v bílkovinných frakcích pšeničného zrna (mol %)

	Cystein	Methionin	Cys + Met	Lysin
Albuminy	3,3	1,6	4,9	3,1
Globuliny	3,2 - 3,7	2,0 - 2,1	5,8	4,1
Gliadiny	1,8 - 2,2	1,1 - 1,4	2,9 - 3,6	0,8
deficit S → syntéza bílkovinných frakcí chudých na síru	α5-gliadiny	0	0	0,4 - 0,5
	ω1,2-gliadiny	0	0,0 - 0,3	0,3 - 0,6
	Gluteniny	1,4	1,3	2,7
	HMW-gluteniny	0,6 - 1,3	0,1 - 0,3	0,7 - 1,1
	LMW-gluteniny	1,9 - 2,6	1,2 - 1,6	3,1 - 4,2
			0,2 - 0,6	

Wieser et al., 1980, 1991

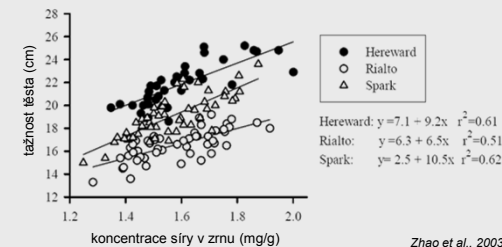


Pekařská kvalita

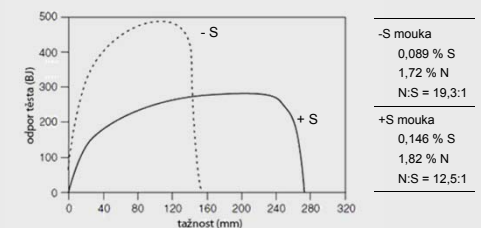
- při nedostatku S
→ pokles pekařské kvality dříve než výnosu
- síra ovlivňuje složení lepkových bílkovinných frakcí
- deficit S
→ snížení tažnosti a zvýšení elasticity těsta
(nižší produkce α a γ gliadinů a LMW gluteninů)

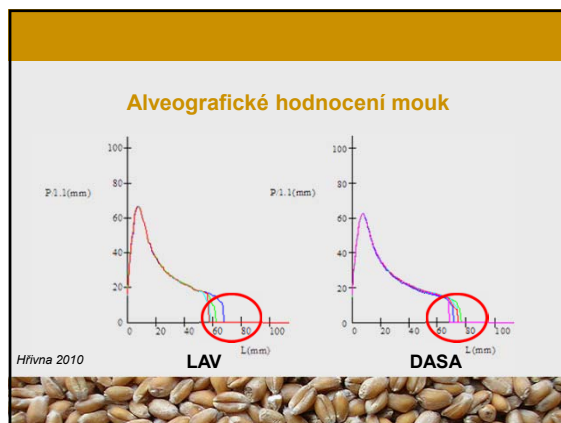


Vztah mezi obsahem síry v zrně a tažností těsta u tří odrůd pšenice v roce 1997



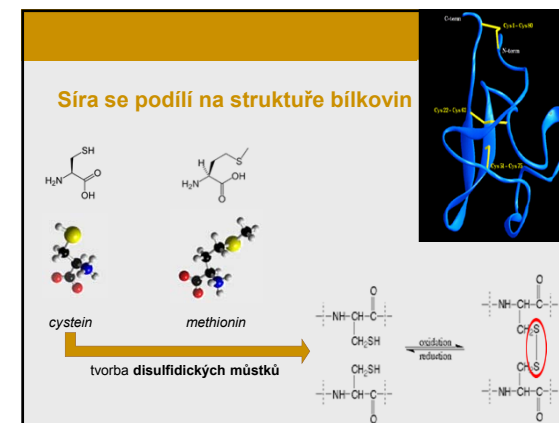
Extenzograf pro mouku s průměrným a nízkým obsahem S





Pekařská kvalita

- při nedostatku S
→ pokles pekařské kvality dříve než výnosu
- síra ovlivňuje složení lepkových bílkovinných frakcí
- deficit S
→ snížení tažnosti a zvýšení elasticity těsta
(nižší produkce α a γ gliadinů a LMW gluteninů)
- síra ovlivňuje kvalitu bílkovin → objem pečiva
– každá 0,01 % S → 40 - 50 ml objemu pečiva



Kvalita bílkovin (obsah S) a objem pečiva

BYERS et al., 1987

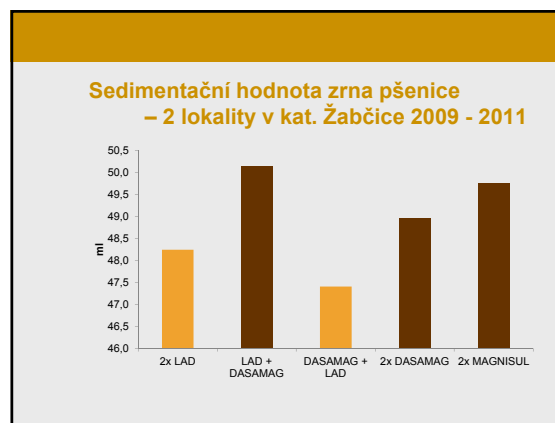
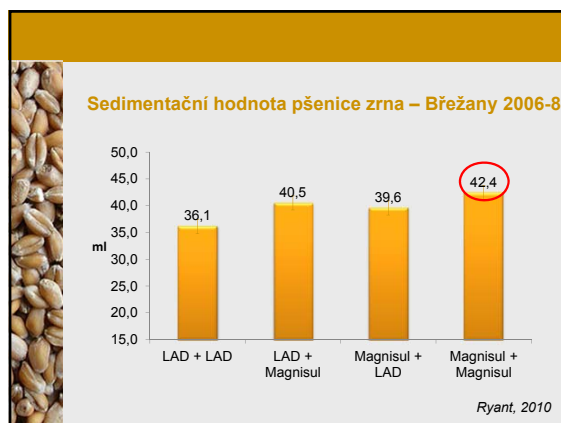
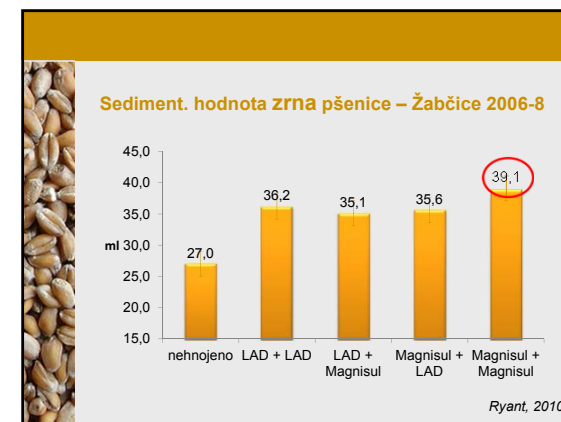
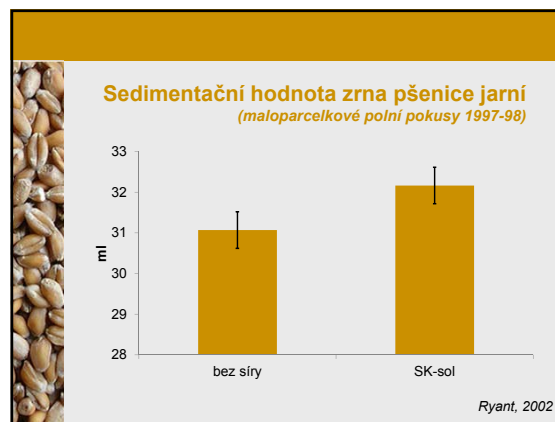
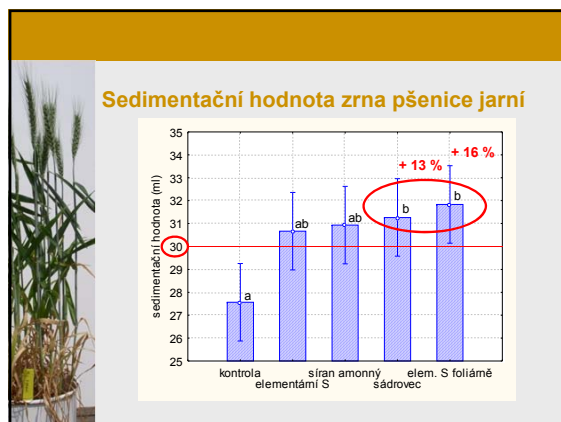
Obsah S v mouce (%)	0,19	0,17	0,08
Poměr N:S v mouce	15,9	16,9	30,9
Objem bochníku (ml)	1055	930	475

kvalita bílkovin je při výkupu částečně postižitelná sedimentační hodnotou

Pekařská kvalita

- při nedostatku S
→ pokles pekařské kvality dříve než výnosu
- síra ovlivňuje složení lepkových bílkovinných frakcí
- deficit S
→ snížení tažnosti a zvýšení elasticity těsta
(nižší produkce α a γ gliadinů a LMW gluteninů)
- síra ovlivňuje kvalitu bílkovin → objem pečiva
– každá 0,1 % S → 40 - 50 ml objemu pečiva
- nedostatek bílkovin může být částečně kompenzován sírou a opačně





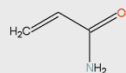
Síra a obsah akrylamidu v pečivu

- akrylamid** – popsán 2002
 - karcinogenní, neurotoxický
 - vzniká tzv. Maillardovou reakcí z cukrů při tepelné úpravě
 - uhlík a dusík v aminoskupině pochází z asparaginu

glukóza + asparagin → akrylamid

Síra a obsah akrylamidu v pečivu

- **akrylamid** – popsán 2002
 - karcinogenní, neurotoxický
 - vzniká tzv. Maillardovou reakcí z cukrů při tepelné úpravě
 - uhlík a dusík v aminoskupině pochází z asparaginu



- **nedostatek síry**
 - zvýšená produkce asparaginu, argininu, glutaminu
 - AMK s nižší nutriční hodnotou
 - sírou deficitní stanoviště
 - mouka obsahuje až 30x více asparaginu
 - pečivo až 6,3x více akrylamidů



MUTTUCUMARU et al. 2006; MOTTRAM et FRIEDMAN, 2008

Vliv hnojení ozimé pšenice sírou na kvalitu chleba



sírou nehnojeno

- silné zhnědnutí
- malý objem bochníku

síra aplikována v DASA

- optimální zhnědnutí
- dostatečný objem bochníku

www.fertiva.com

Barva kůrky chleba při různých hladinách sírné výživy



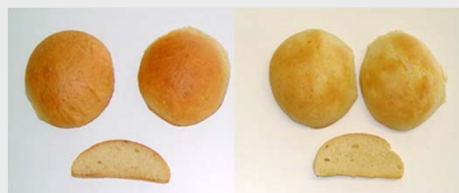
0 (LAV)

75 (DASA)

dávka S (kg/ha)

Hřivna 2010

Barva kůrky chleba při různých hladinách sírné výživy



0 (LAV + DAM)

47 (DASA + SAM)

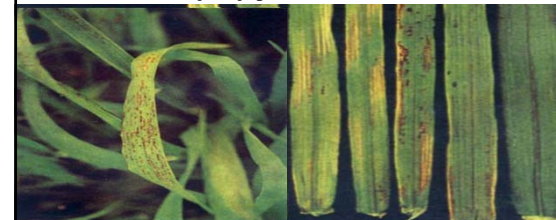
dávka S (kg/ha)

Hřivna 2010

Mikroelementy ve výživě pšenice

Mangan:

- omezuje fotosyntézu
- snižuje tvorbu bílkovin
- na listech dochází k nepravidelným nekrotickým, které se objevují po odnožování rostlin



Bór:**nadbytek:**

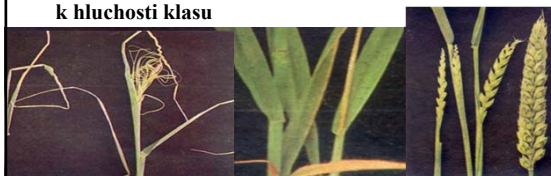
- listy mají hnědé drobné skvrnky, list postupně zasychá a odumírá

nedostatek

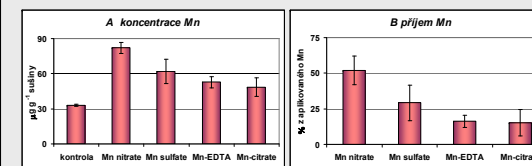
- ovlivňuje tvorbu generativních orgánů

**Měď:**

- nedostatek se objevuje na půdách neutrálních až zásaditých a na kyselých s vysokým obsahem org.látek
- projevem je světlá zeleň listů a zahnědnutí klasů
- klas může být zubatý – vrcholové části jsou hluché
- u ovsu dochází k deformaci lat, případně až k hluchosti klasu

**Význam formy aplikovaného Mn u pšenice jarní**

Trčková et al. 2009

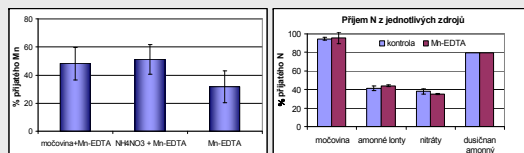


Obsah Mn v sušině 4. listu pšenice Munk 4 dny po lokální aplikaci (A)

a stanovené rozdíly v příjmu z použitých sloučenin (B)

Interakce v příjmu Mn a N při společné aplikaci

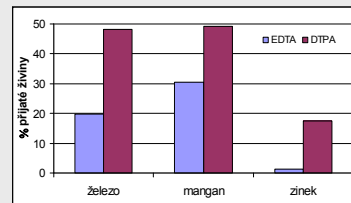
Trčková et al. 2009



Znárodnění interakcí v příjmu Mn a N při společné aplikaci 0,05% Mn-EDTA s 5% močovinou nebo s 6,5% dusičnanem amonným

Srovnání chelátů EDTA a DTPA

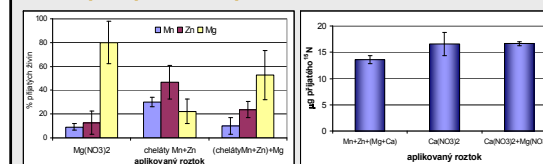
Trčková et al. 2009



Rozdíly v čistém příjmu stopových živin z chelátů s EDTA a DTPA do praporcového listu pšenice Granny

Interakce v příjmu Mg, Mn a Zn a N při společné aplikaci

Trčková et al. 2009

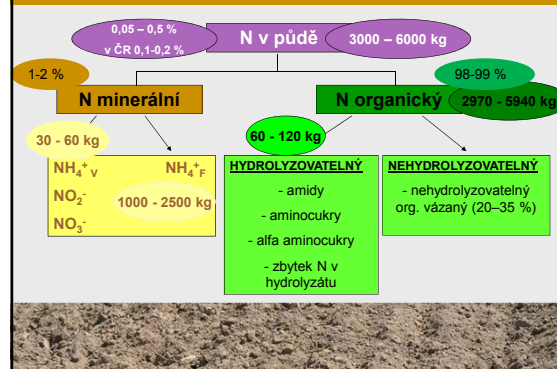
Interakce v příjmu Mg, stopových živin a N při společné aplikaci 5,3% roztoku Mg(NO₃)₂ · 6H₂O (= 0,5 % Mg) s 0,05% Zn-EDTA a Mn-EDTA

- přidavek 0,05 % Mn a Zn ve formě chelátů s EDTA snižoval příjem nitrátů asi o 20 %
- záměna vápníku hořčíkem příjem nitrátů neovlivnila

Korekce výživného stavu během vegetace

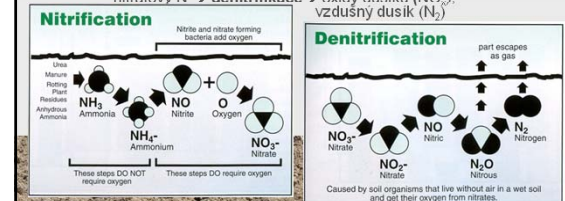
Obsah N_{\min} v půdě

Formy dusíkatých sloučenin v půdě



Přeměny dusíku v půdě

- organická hmota → mineralizace → amoniak
- amonný N → nitrifikace → nitrátový N
- nitrátový N → denitrifikace → oxidy dusíku (NO_x), vzdušný dusík (N_2)



Stanovení N_{\min} v půdě

N_{\min} ... součet obsahu N- NH_4^+ a N- NO_3^-

- N- NH_4^+ kolorimetricky
 - Nessler, Berthelot, indolfenol, ...
- N- NO_3^-
 - iontově selektivní elektroda
- výluh půdy 1% K_2SO_4

Orientační hodnocení obsahu N_{\min} v půdě ve vrstvě 0-30 cm (úzkýz)

Obsah N_{\min}	N_{\min} (mg/kg)
Velmi nízký	< 5
Nízký	5-15
Střední	16-30
Dobrý	31-45
Vysoký	> 45

- vhodné zohlednit také poměr forem dusíku N- NO_3^- / N- NH_4^+

Praktický přepočítání N_{\min}

obsah N_{\min} (0-30 cm) v mg/kg

* 4,5 = obsah N_{\min} (0-30 cm) v kg/ha

12 mg/kg ... 54 kg/ha

pšenice: na 6 t zrna třeba 150 kg N na ha


– mínus 54 → 96 kg/ha (40 regen. a 56 produkčně)



Doporučené dávky k regeneračnímu hnojení pšenice ozimé

Obsah N_{\min} ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Hnojení ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
do 5	60
5,1 – 9,0	45
9,1 – 13,0	30
13,1 – 17,0	15
nad 17,1	0


Zdroj: Bizík, 1989.



Korekce dávek dusíku na základě N_{\min} v půdě

Obsah N_{\min} v půdní vrstvě 0 – 0,3 m (mg N/kg)	Dávka dusíku se snižuje o kg N/ha			
	Podzimní hnojení (ozimý) První jarní přihnojení (ozimý)	Jarní předsetevé hnojení (jařmý) Druhé přihnojení (ozimý) Obsah N_{\min} v půdní vrstvě 0,3 – 0,6 m (mg N/kg)		
		pod 10	10 – 20	nad 20
pod 6	0	0	0	0
6 – 10	0	0	– 10	– 30
11 – 15	– 10	– 15	– 30	– 50
16 – 20	– 20	– 20	– 45	– 70
21 – 25	– 40	– 30	– 60	– 90
26 – 30	– 50	– 40	nehnojit	nehnojit
31 – 35	– 60	– 45	nehnojit	nehnojit
nad 35	nehnojit	nehnojit	nehnojit	nehnojit

Neuberg et al., 1995



Kritéria pro hnojení ječmene dusíkem podle obsahu půdního N_{\min} (podle Wickeho)

Výrobní oblast	Obsah N_{\min} ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Dávka N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
Bramborářská - obilnářská	méně než 12	60
	12-22	40
	více než 22	20
Řepařská - intenzivní	méně než 13	50
	13-23	30
	23-30	0
	více než 30	nepěstovat sladovnický ječmen

Korekce výživného stavu během vegetace

Anorganické rozborů rostlin




Diagnostické znaky deficitu živin v rostlinách

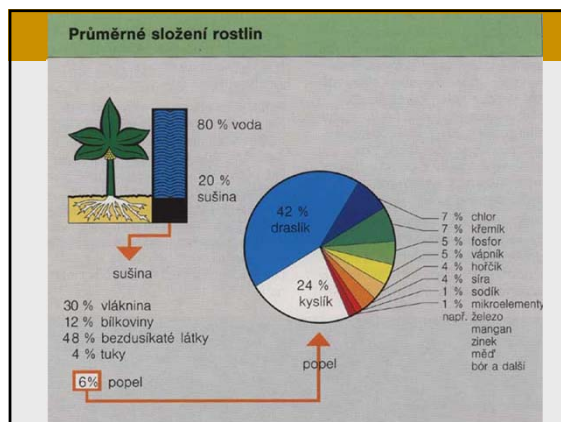
- vizuální příznaky
 - již silný deficit
 - bez možnosti úplné úpravy výživného stavu
- analýzy rostlin
 - indikace skrytého nedostatku
 - včasné odhalení
 - raná vegetační fáze, rychlá analýza
 - korekce případné disproporce

*obilniny – sloupkování až metání (kvetení)
řepka – doba prodlužovacího růstu až kvetení*

Anorganické rozborů rostlin

- určují obsah a vzájemné poměry makroživin a stopových prvků
- k posouzení okamžitého výživného stavu rostlin
- optimalizace výživného stavu, resp. hnojení, zejména dusíkem





Anorganické rozborby rostlin

- složení rostlinné hmoty - faktory
 - druh plodiny
 - orgán odebrané plodiny
 - stáří rostliny



Anorganické rozborby rostlin

- složení rostlinné hmoty - faktory
 - druhem plodiny
 - orgánem odebrané plodiny
 - stáří rostliny
- běžně stanovujeme
 - obsah N, P, K, Ca, Mg, S + vybrané ME
 - po mineralizaci rostlinné hmoty

Pšenice – konec odnožování

Živina	% v sušině
N	3,50 - 6,00
P	0,25 - 0,60
K	3,00 - 5,50
Ca	0,30 - 0,80
Mg	0,08 - 0,20

Baier et al., 1998

Optimální koncentrace živin ve fázi odnožování (% v sušině)

N	P	K	Ca	Mg	S
4,8 – 5,5	0,45	3,3 – 3,5	0,4 – 0,5	0,15	0,25 – 0,30

Richter, Hřivna, 2000

Poměr N/P a produkční dávka N	
Poměr živin N/P v sušině nadzemní biomasy na začátku 6. listu (ve 4. fázi Feekese)	Základní optimální dávka dusíku v $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$
> 14,5	-
12,6-14,4	30
11,1-12,5	40
10,1-11,0	50
9,3-10,0	60
8,6-9,2	70
8,0-8,5	80
7,5-7,9	90
7,1-7,4	100
< 7,1	110

Doporučené dávky N pro produkční hnojení				
N/P	Bez hlubokého nedostatku P nebo Ca nebo Mg		Při hlubokém nedostatku P nebo Ca nebo Mg	
	100 K/N ≤ 100	Při relativním nadbytku K 100 K/N > 100	100 K/N ≤ 100	Při relativním nadbytku K 100 K/N > 100
Dávky N pro produkční hnojení ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)				
14,5	0	0	0	0
12,6-14,5	30	(10)	(10)	0
11,1-12,5	40	20	20	0
10,1-11,0	50	30	30	(10)
9,3-10,0	60	40	40	20
8,6-9,2	70	50	50	30
8,0-8,5	80	60	60	40
7,5-7,9	90	70	70	50
7,5	100	80	80	60

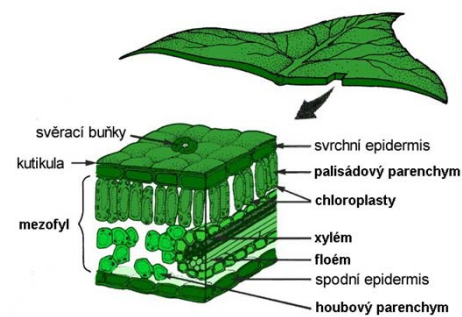
Baier et al., 1988

Další metody posouzení výživného stavu

- zjednodušení → nižší přesnost
→ vyšší rychlost
- chlorofylmetr (N-tester), N-senzor
- analýza buněčné šťávy na obsah nitrátů
- analýza pouze praporcového listu

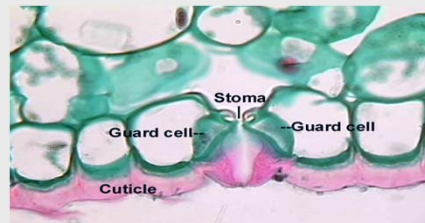


Stavba listu

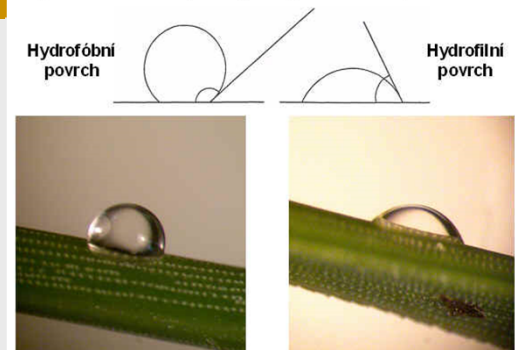


Kutikula

- nebuněčný útvar na povrchu epidermis
- překážkou vstupu živin do rostliny



Význam smáčedla (detergentu) při foliární výživě rostlin



Absorpce 50 % aplikované živiny

Živina	Doba absorpce	Velikost hydratovaného obalu
N (močovina)	1-4 hod	0,44 nm
Mg, Na	2-5 hod	0,45 nm
Zn	1 den	
K	1-3 dny	
Mn	2 dny	0,75 nm
Ca	4 dny	0,99 nm
P	5-10 dní	
S	7-8 dní	
Fe, Mo	10-12 dní	

Rozdíly v mobilitě živin ve floému

Vysoká mobilita	Střední mobilita	Nizká mobilita
Draslík	Železo	Vápník
Hořčík	Zinek	Mangan
Fosfor	Měď	
Síra	Bór	
Dusík	Molybden	
Chlór		
(Sodík)		

Alternativní ukazatele

- obsah S v rostlinné hmotě
- obsah S_{\min} v půdě
- obsah lehce hydrolyzovatelného N

Diagnostické znaky deficitu S v rostlinách

- obsah celkové síry (% S v sušině)
- obsah síranů
- poměry:
 - podíl síranů na obsahu celkové síry
 - poměr N/S
 - malát/sulfát

každá z metod - určitá úskalí

DUKSHOORN *et al.*, 1967;
FRENEY *et al.*, 1978;
SCHNUG *et al.*, 1998;
VANĚK *et al.*, 2000;
BLAKE-KALFF *et al.*, 2001, 2003;
VONG *et al.*, 2007;
MATHOT *et al.*, 2009

Diagnostické znaky deficitu S v rostlinách

- již Thomas *et al.*, 1950
 - uvádí optimum v průměru mezi 0,2-0,4 % S v suš. s výjimkou brukvovitých
 - kritická hranice nedostatku je pro většinu plodin 0,2 % S

Průměrné kritické hodnoty výživného stavu sírou

	% S v sušině	N/S	Obsah síranů (mg.kg ⁻¹)
Obilniny	0,17	16,0	150
Olejniny brukvovité	0,48	6-7	-
Olejniny ostatní	0,23	15,8	360
Leguminózy	0,27	15,5	1600
Okopaniny	0,30	11	400
Krmné plodiny/TTP	0,21	20	500
Zelenina brukvovitá	0,75	-	-
Zelenina ostatní	0,40	-	-

Haneklaus *et al.*, 2007

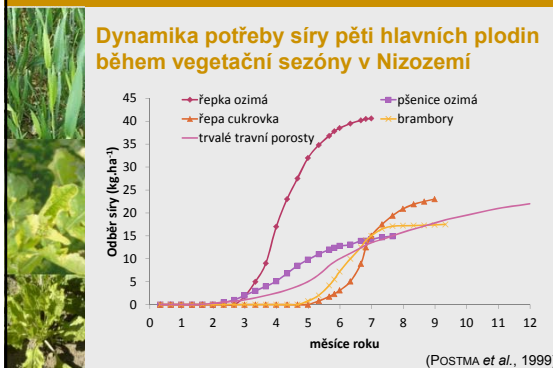
Kritické hodnoty obsahu síry u základních plodin

Ukazatel	Riziko deficitu S					
	nízké			vysoké		
Plodina	trávy	cukrovka	brambory	obilniny	řepka olejka	
Celkový příjem S (kg.ha ⁻¹)	~ 10	10 - 20	20 - 30	15 - 40	40 - 100	
Symptomatologická hodnota (% sušiny) ¹⁾	0,10 - 0,12	0,17 - 0,21	0,17 - 0,21	0,12	< 0,30 (0)	
Kritická hodnota pro max. výnos (% sušiny)	~ 0,30	0,35 - 0,40	~ 0,40	0,40	0,65	

¹⁾ – hraniční koncentrace pro výskyt symptomů deficitu

BLOEM *et al.*, 2000

Dynamika potřeby síry pěti hlavních plodin během vegetační sezóny v Nizozemí

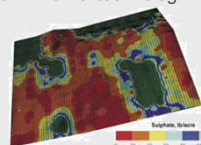


Stanovení přístupné síry v AZP?

- ÚKZÚZ - technicky možné
 - zeminy odebrané, možnost využít výluh Mehlich III
 - nízká vypovídací schopnost pro celý cyklus AZP
 - pouze aktuální stav v půdě
- síra v půdě (ČR)
 - především v organické hmotě
 - přístupná po mineralizaci a sulfurizaci – obdoba přeměn N
 - časová dynamika
 - nejvíce přístupné síry na jaře nebo na podzim
 - prostorová dynamika

Stanovení přístupné síry

- Lze využít jako jednu z diagnostických metod k upřesnění výživy rostlin sírou
 - jako N_{min} v jarních měsících
- výsledky využitelné také k diferencovanému přístupu k jednotlivým zónám v rámci technologií precizního zemědělství

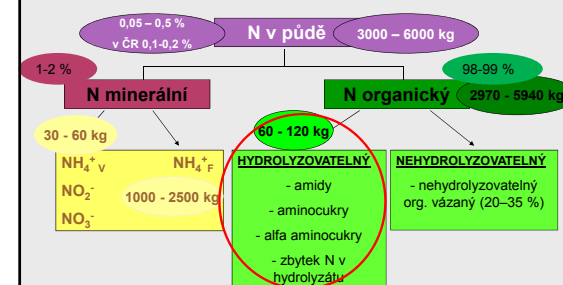


Limitní obsahy vodorozpustné síry v půdě indukující potřebu přihnojení sírou

Půdní druh		
lehká	střední	těžká
Limitní obsahy S (mg.kg ⁻¹)		
16 (18)	13 (14)	10 (10)

Zdroj: Balík a kol., 2007; Kouřáček, 2008.

Formy dusíkatých sloučenin v půdě



Obsah lehce hydrolyzovatelného N

• inkubační metoda

- po vysušení půdních vzorků při 40 °C
- v jemnozemi N_{\min} před inkubací
- zemina 1:1 s pískem, ovlhčena na 60 % MVK a inkubována 7 dní při 28 °C
- N_{\min} po inkubaci
- rozdíl N_{\min} před a po inkubaci
→ obsah lehce hydrolyzovatelného dusíku

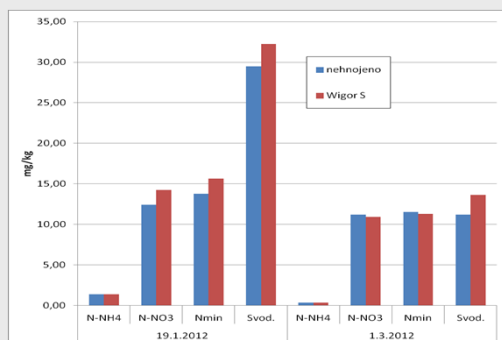
Obsah lehce hydrolyzovatelného N

• použití slabých vyluhovadel

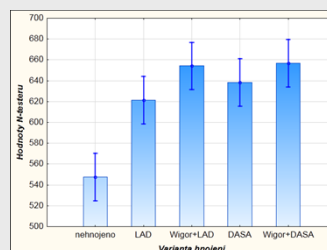
- ve vyluhu obsah N_{\min} a N celkový
- rozdíl obsahů = obsah N lehce hydrolyzovatelného

Výsledky pokusů

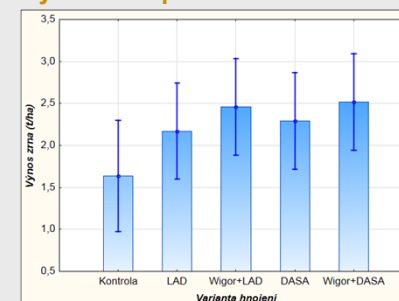
Obsah $S_{\text{vodor.}}$ po podzimní aplikaci elementární S



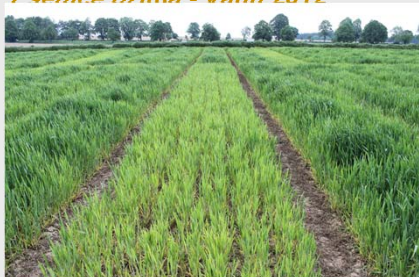
Hodnoty N-testeru porostu pšenice ozimé (24. 5. 2012 – DC 57)



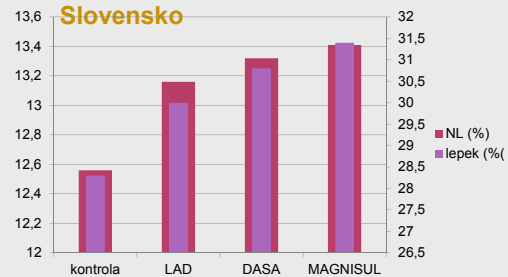
Výnos zrna pšenice ozimé



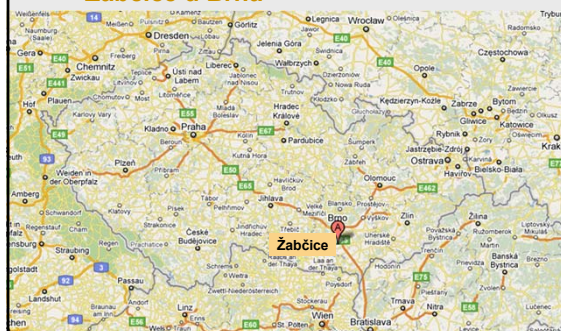
Pšenice ozimá - Vatin 2012



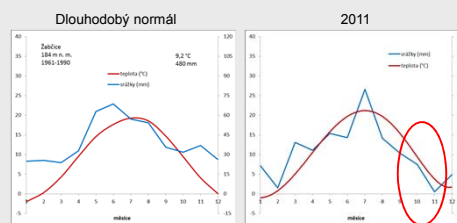
NL (%) a lepek (%) – jižní Slovensko

Dusík a síra v půdě
- situace v předjaří 2012

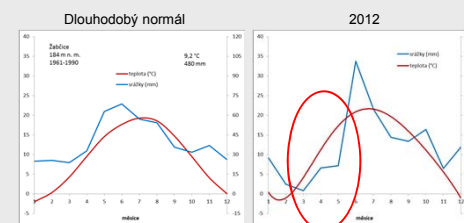
Žabčice u Brna



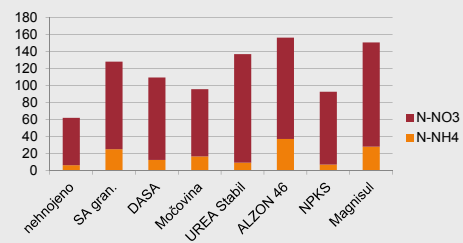
Žabčice – počasí



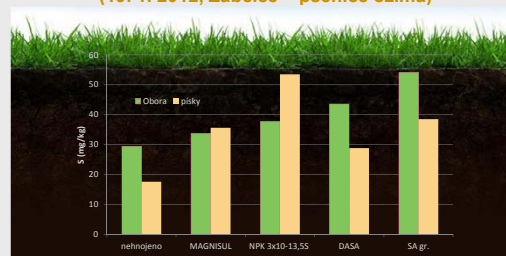
Žabčice – počasí



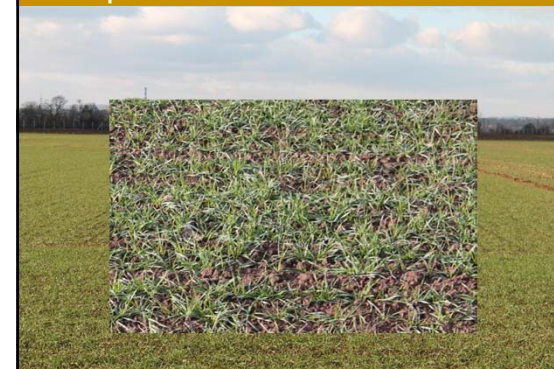
Obsah minerálního dusíku v půdě (kg/ha)
– Žabčice – 19. 1. 2012



Obsah vodorozpuštěné síry v 0-30 cm
(19. 1. 2012, Žabčice – pšenice ozimá)



Porost pšenice ozimé – Žabčice Obora - 25. 1. 2012



Pšenice – Žabčice Obora – 13. února 2012



Pšenice – Žabčice - písky – 13. února 2012



Děkuji za pozornost!

