



Mendelova
univerzita
v Brně



Agronomická
fakulta

Racionální výživou polních plodin ke stabilitě výnosu - výživa a hnojení obilnin



Obilninami osetá plocha ve výši 1 352 tis. ha = 54,9 % os. ploch

Rok	Osevní plocha celkem	z toho					
		Obilniny celkem	z toho				
			pšenice	žito	ječmen	oves	kukuřice na zrno
2000	3 020 564	1 647 507	972 711	44 178	496 382	50 950	39 317
2010	2 495 859	1 459 505	833 577	30 249	388 925	52 278	99 945
2011	2 488 141	1 468 129	863 132	24 985	372 780	45 236	109 651
2012	2 480 655	1 444 668	815 381	30 557	382 330	50 770	109 565
2013	2 476 922	1 428 171	829 393	37 498	348 992	43 559	111 931
2014	2 468 700	1 411 314	835 941	25 137	350 518	42 289	100 453
2015	2 457 465	1 403 430	829 820	21 980	365 946	42 395	93 575
2016	2 463 854	1 351 910	839 710	20 951	325 725	37 566	79 303

Pšenice = 34,1 %, Ječmen = 13,2 %, Oves = 1,5 %, Žito = 0,9 %
Kukuřice = 3,2 %



Výnos hlavního produktu obilnin je dán výnosotvornými prvky:

- počtem klasů (lat) na jednotku plochy
- počtem zrn v klase (v latě)
- hmotností tisíce zrn nebo semen

Kvalita produkce

- rozdíly mezi druhy – způsob využití

Obilniny jsou středně náročné na živiny.

V praxi se nedoceňuje úprava obsahu živin v půdě

Potřebné živiny pro pšenici a řepku

N P K Ca Mg S B Cu Fe Mn Mo Zn



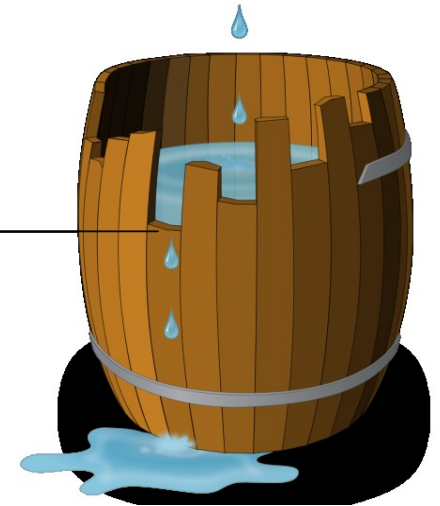
N P K Ca Mg S B Cu Fe Mn Mo Zn



Liebigův zákon minima

Plodina poskytne takový výnos, jaký jí dovolí živina, která je v minimu.

Minimum



Průměrná spotřeba čistých živin na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy se odčerpá

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	

Vývoj ploch a sklizní zemědělských plodin v letech 2010 – 2015

Plodina	MJ	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ZRNINY celkem	P [ha]	1 494 154	1 501 801	1 474 612	1 430 994	1 429 780	1 422 967
	S [t]	6 935 757	8 348 370	6 634 638	7 550 888	8 833 096	8 279 419
	V [t/ha]	4,64	5,56	4,50	5,28	6,18	5,82
OBILOVINY celkem	P [ha]	1 462 836	1 479 484	1 454 435	1 413 143	1 409 610	1 389 827
	S [t]	6 877 619	8 284 806	6 595 493	7 512 612	8 779 299	8 183 512
	V [t/ha]	4,70	5,60	4,53	5,32	6,23	5,89
Pšenice ozimá	P [ha]	785 491	805 779	746 002	788 422	790 690	778 200
	S [t]	3 992 965	4 660 196	3 234 859	4 530 773	5 222 695	5 054 568
	V [t/ha]	5,08	5,78	4,34	5,75	6,61	6,50
Pšenice jarní	P [ha]	48 086	57 353	69 379	40 970	45 251	51 620
	S [t]	168 588	252 851	284 037	169 923	219 653	219 704
	V [t/ha]	3,51	4,41	4,09	4,15	4,85	4,26
Žito	P [ha]	30 249	24 985	30 557	37 498	25 137	21 980
	S [t]	118 233	118 456	146 962	176 278	129 059	107 874
	V [t/ha]	3,91	4,74	4,81	4,70	5,13	4,91
Ječmen ozimý	P [ha]	110 207	100 809	98 004	106 265	102 927	104 540
	S [t]	495 786	467 740	390 385	474 699	590 689	570 973
	V [t/ha]	4,50	4,64	3,98	4,47	5,74	5,46
Ječmen jarní	P [ha]	278 718	271 972	284 326	242 727	247 590	261 406
	S [t]	1 088 670	1 345 940	1 226 082	1 119 061	1 376 360	1 420 443
	V [t/ha]	3,91	4,95	4,31	4,61	5,56	5,43
Oves	P [ha]	52 278	45 236	50 770	43 559	42 289	42 395
	S [t]	138 244	164 248	171 976	139 120	152 232	154 576
	V [t/ha]	2,64	3,63	3,39	3,19	3,60	3,65
Kukuřice na zrno	P [ha]	103 276	121 006	119 333	96 902	98 749	79 972
	S [t]	692 589	1 063 736	928 147	675 380	832 235	442 709
	V [t/ha]	6,71	8,79	7,78	6,97	8,43	5,54

Potřeba živin pro tvorbu výnosu

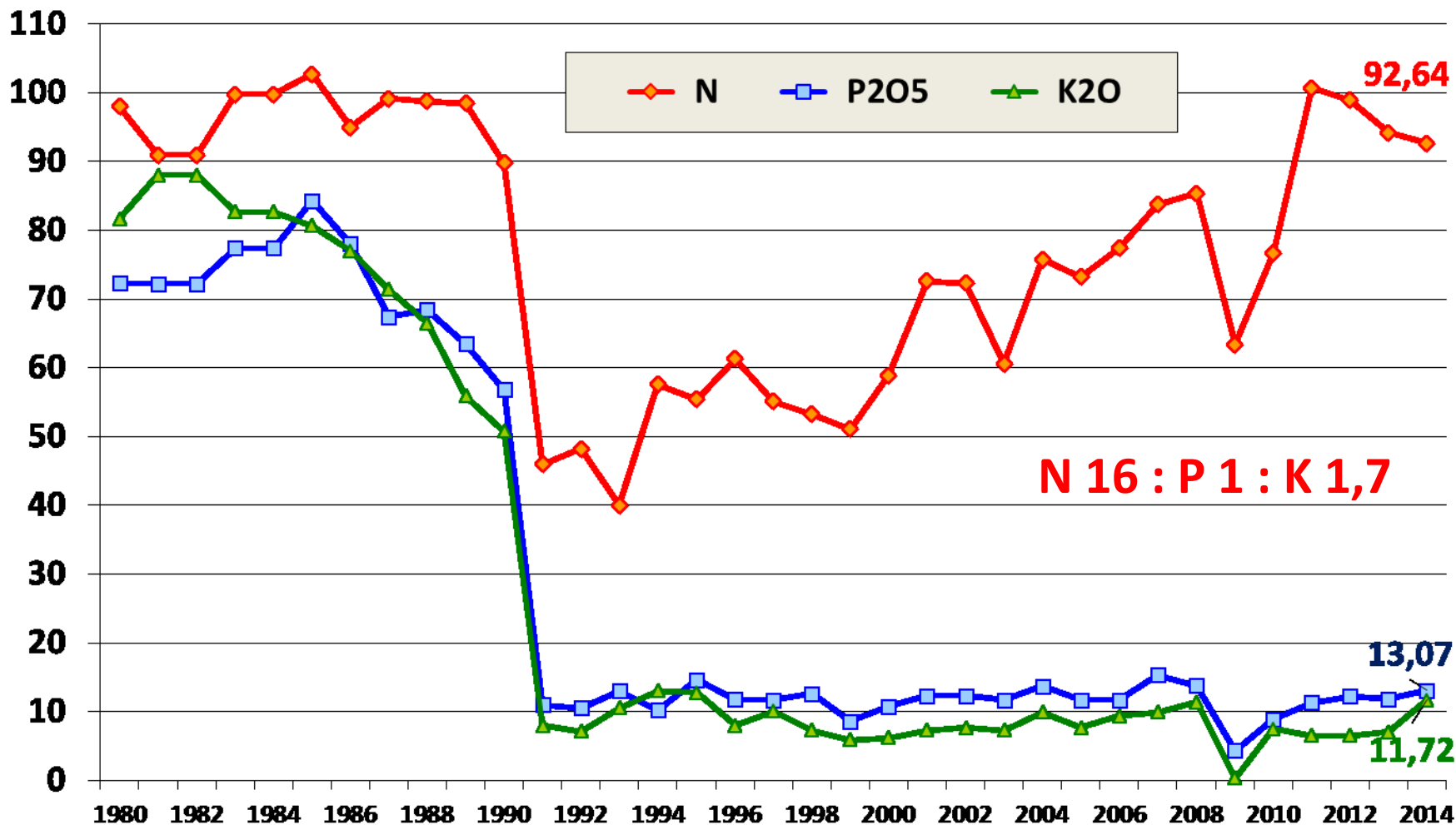
Bilanční princip

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 na zr.	8	215	40	185	40	25

5 : 1 : 4 : 0,5

Průměrná spotřeba minerálních a organických hnojiv v ČR

(v přepočtu na kg čistých živin na 1 hektar zemědělské půdy – zdroj MZe)

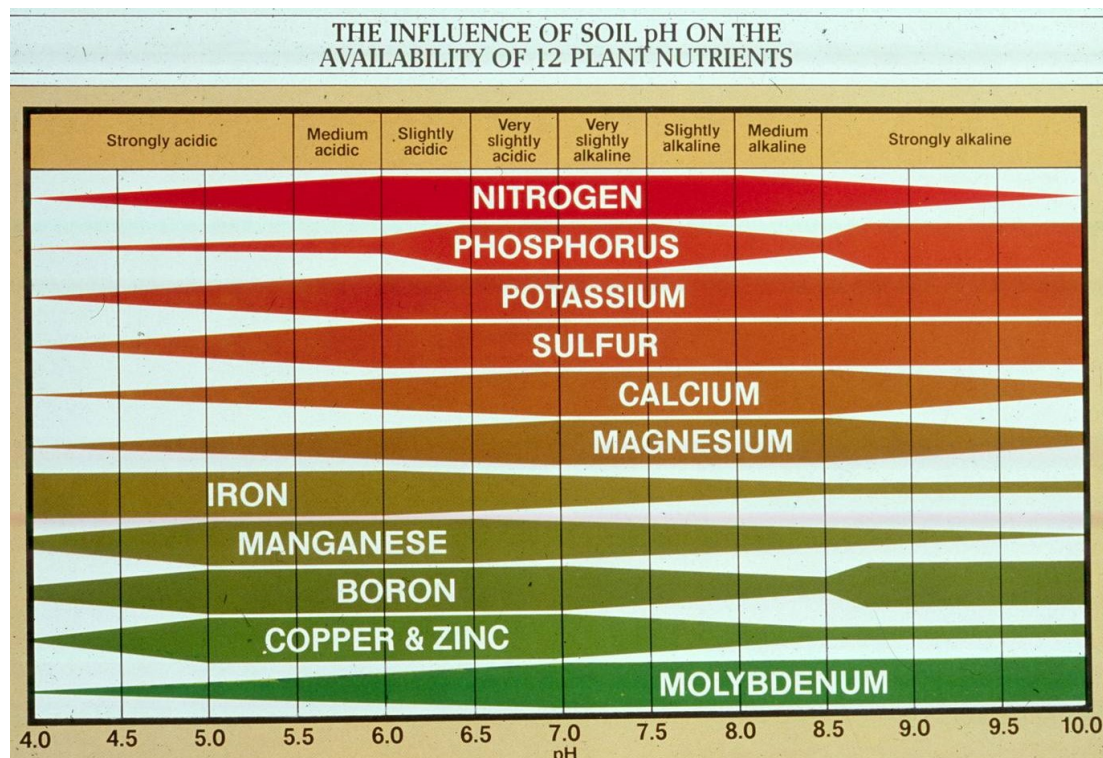


pH půdy

Zajištění živin pro rostlinu
vyžaduje zhodnocení pH

Extrémní pH snižuje
využití živin.

Půdní druh	Orná půda	
	Optim. pH	Žádoucí pH
Písčitá půda	5,5	5,3-5,7
Hlinitopísčitá	6,0	5,8-6,2
Písčitohlinitá	6,5	6,3-6,7
Hlinitá, jílovitá	7,0	6,5-7,5



Vliv změny pH na výnos zrna u vybraných obilnin

pH/KCl výměnné	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

půdní reakce	pH	výnos (t.ha ⁻¹)
kyselá	5,1 – 5,5	4,34
sl. kyselá	5,6 – 6,0	4,82
sl. kyselá	6,1 – 6,5	5,24
neutrální	6,6 – 7,1	4,91
alkalická	7,2 – 7,7	4,51

Vliv pH na výnos zrna jarního ječmene

Deficience DUSÍKU

- omezuje tvorbu a růst listů
- listy od spodu žloutnou
- redukuje se počet odnoží
- odnože zasychají
- klas má malý počet vřeten
- snižuje se obsah bílkovin v zrně (pšenice, žito, oves)



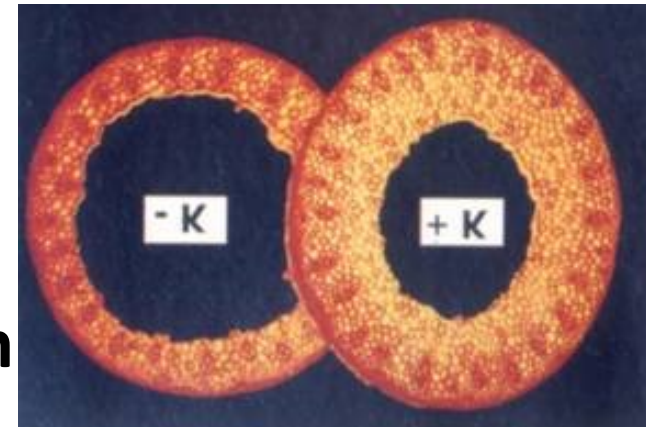
Deficience FOSFORU

- deficit se projevuje zejména na počátku vegetace, kdy je v důsledku chladného a suchého počasí ztížen příjem
- omezuje odnožování a tvorbu kořenového systému
- vyšší tvorba anthokyanů v pletivech – červenofialové zbarvení listů a stébel
- ovlivňuje tvorbu škrobu v zrně a klíčení



Deficience DRASLÍKU

- porosty špatně přezimují
- listy zasychají od okrajů – nekrózy
- zavadání listů v důsledku špatného hospodaření s vodou
- zvyšuje se nebezpečí poléhání obilnin
- omezuje se využití N na tvorbu bílkovin (pšenice) a škrobu (ječmen)

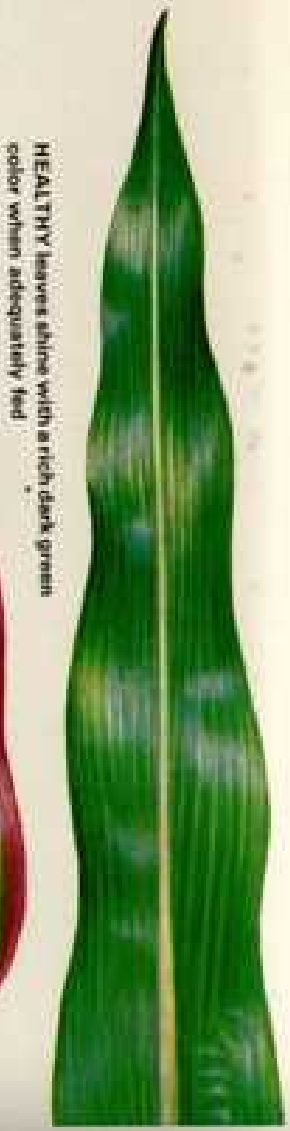


Deficience HOŘČÍKU

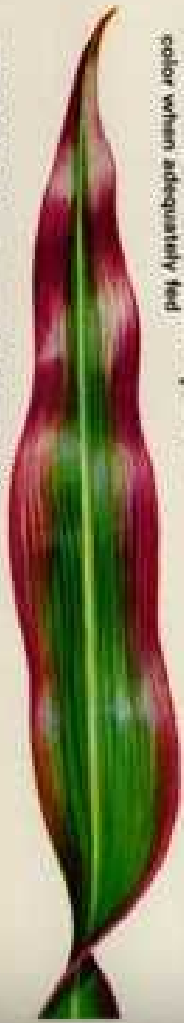
- snižuje tvorbu chlorofylu
- rostliny se opožďují ve vývoji (později metají)
- dochází ke korálkovité mozaice nebo pruhovitosti listů
- snižuje se zabudování N do bílkovin



Guide to Nutrient Deficiency Symptoms



HEALTHY leaves show with a rich, dark green color when adequately fed.



PHOSPHATE shortage marks leaves with reddish-purple, particularly on young plants.



POTASH deficiency appears as a tingy or drying along the tips and edges of lowest leaves.



NITROGEN hunger sign is yellowing that starts at tip and moves along middle of leaf.



MAGNESIUM deficiency causes whitish strips along the veins and often a purplish color on the underside of the lower leaves.



DROUGHT causes the corn to have a grayish-green color and the leaves roll up nearly to the size of a pencil.

Drawings: Maynard Preece



DISEASE, *Helminthosporium blight*, starts in small spots, gradually spreads across leaf.



CHEMICALS may sometimes burn tips, edges of leaves and at other contacts. Tissue dies, leaf becomes whitencap.

Deficience VÁPŇÍKU

- ovlivňuje tvorbu kořenového vlášení
- zvyšuje propustnost membrán – příjem živin
- ovlivňuje fertilitu pylu
- zvyšuje pevnost stébla



Deficience SÍRY

- snižuje využití dusíku
- redukuje se počet odnoží
- redukuje se počet zrn v klase
- snižuje se počet disulfidických můstků a tím je snížena odolnost proti suchu



Deficience MANGANU

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



Deficience BÓRU

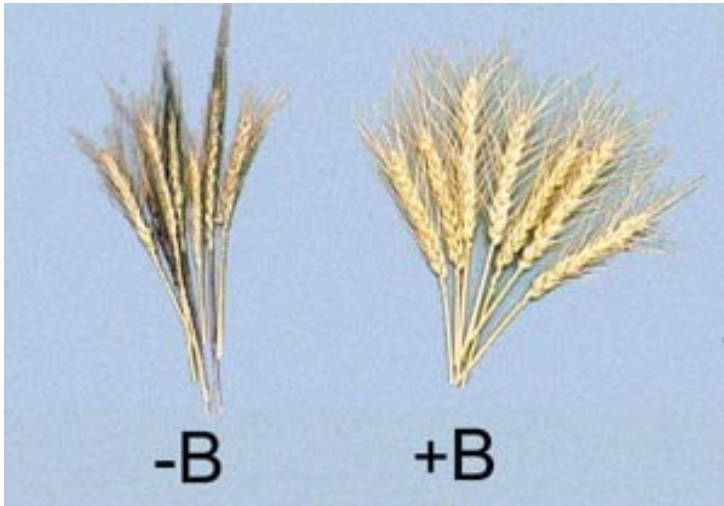
Nadbytek:

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



Nedostatek:

- ovlivňuje tvorbu generativních orgánů



Deficience MĚDI

- 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 ovesa dochází k deformaci lat, případně až k hluchosti klasu



Výživa ozimých obilnin P, K, Mg

Obsah	Obsah P(mg/kg)
Nízký	do 50
Vyhovující	51 – 80
Dobrý	80 - 115
Vysoký	116-185
Velmi vysoký	nad 185

Obsah	Půda		
	lehká	střední	Těžká
	Draslík(mg.kg ⁻¹)		
Nízký	do 100	do 105	do 170
Vyhovující	101 - 160	106 - 170	171 – 260
Dobrý	161 - 275	171 – 310	261 – 350
Vysoký	276 - 380	311 – 420	351 – 510
Velmi vysoký	nad 380	nad 420	nad 510

Obsah	Půda		
	lehká	střední	Těžká
	Hořčík(mg.kg ⁻¹)		
Nízký	do 80	do 105	do 120
Vyhovující	81 - 135	106 - 160	121 – 220
Dobrý	136 - 200	161 - 265	221 – 330
Vysoký	201 - 285	266 - 330	331 – 460
Velmi vysoký	nad 285	nad 330	nad 460

Kultura	Cyklus zkoušení	Výměra	pH	P	K	Mg	Ca	K:Mg
		(ha)		mg.kg ⁻¹				
orná půda	A: 1990 - 1992	2 727 315	6,4	108	279	178	3216	1,57
	B: 1993 - 1998	2 235 838	6,4	101	253	186	3238	1,36
	C: 1999 - 2004	2 535 519	6,3	95	225	184	3031	1,22
	D: 2005 - 2010	2 696 398	6,2	90	239	185	2999	1,29
	rozdíl D - A	- 30 917	- 0,2	- 18	- 40	7	- 217	- 0,28
chmelnice	A: 1990 - 1992	7 699	7	230	569	253	4300	2,25
	B: 1993 - 1998	6 343	6,9	229	573	274	4354	2,09
	C: 1999 - 2004	6 887	6,9	251	471	279	3981	1,69
	D: 2005 - 2010	5 210	6,5	282	500	301	3721	1,66
	rozdíl D - A	- 2 489	- 0,5	52	- 69	48	- 579	- 0,59
vinice	A: 1990 - 1992	10 157	7,3	129	414	357	7794	1,16
	B: 1993 - 1998	6 861	7,3	111	360	349	8029	1,03
	C: 1999 - 2004	8 318	7,3	102	323	349	8673	0,93
	D: 2005 - 2010	10 487	7,3	97	303	356	9387	0,85
	rozdíl D - A	330	0	- 32	- 111	- 1	1593	- 0,31
ovocné sady	A: 1990 - 1992	21 417	6,7	143	428	266	4621	1,61
	B: 1993 - 1998	14 021	6,8	126	390	287	4803	1,36
	C: 1999 - 2004	14 506	6,7	124	353	274	4528	1,29
	D: 2005 - 2010	17 146	6,5	115	352	259	4219	1,36
	rozdíl D - A	- 4 271	- 0,2	- 28	- 76	- 7	- 402	- 0,25
louky a pastviny	A: 1990 - 1992	348 529	6	77	213	213	2874	1
	B: 1993 - 1998	162 435	5,9	76	190	223	2817	0,85
	C: 1999 - 2004	490 808	5,7	77	209	212	2311	0,99
	D: 2005 - 2010	789 440	5,6	78	231	198	2146	1,17
	rozdíl D - A	440 911	- 0,4	1	18	- 15	- 728	0,17

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

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nízká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení normativ + 25 - 50 %	mírné dosycení normativ + 10 - 25 %	normativ	nehnojit
Draslík				
Hořčík				

Vliv změny obsahu půdního P (mehlich 3) 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

Vliv deficitu vody na výnos a kvalitu ozimé 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



Zásady výživy ozimých obilnin dusíkem

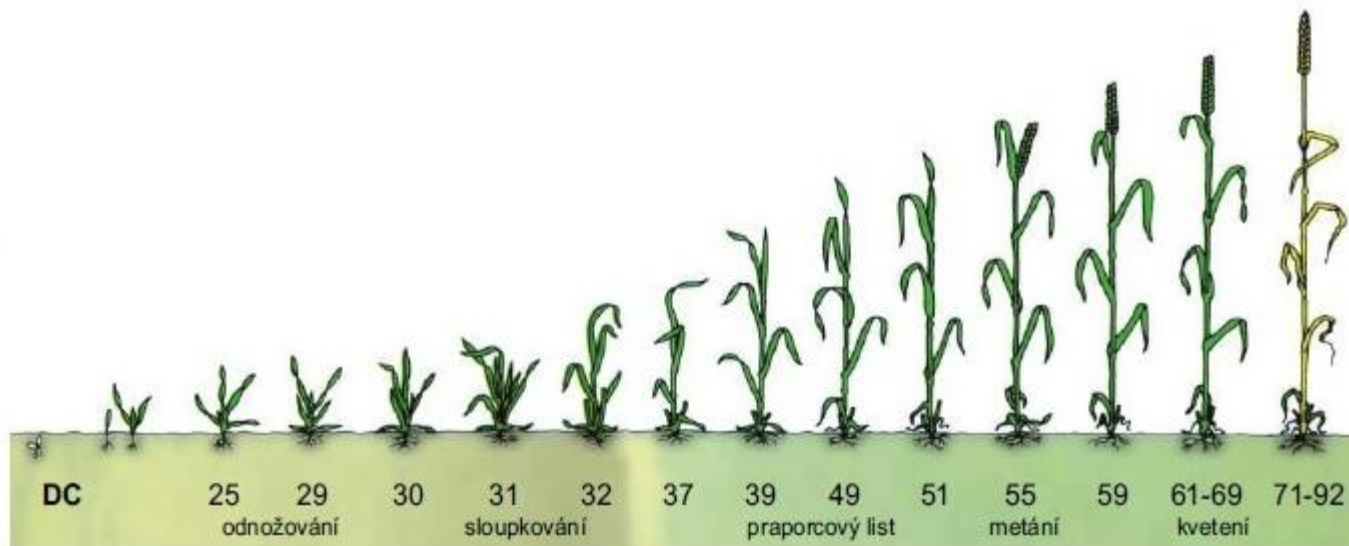
1. hnojení **základní (předsetové)**:

2. hnojení během vegetace:

A) **regenerační** hnojení

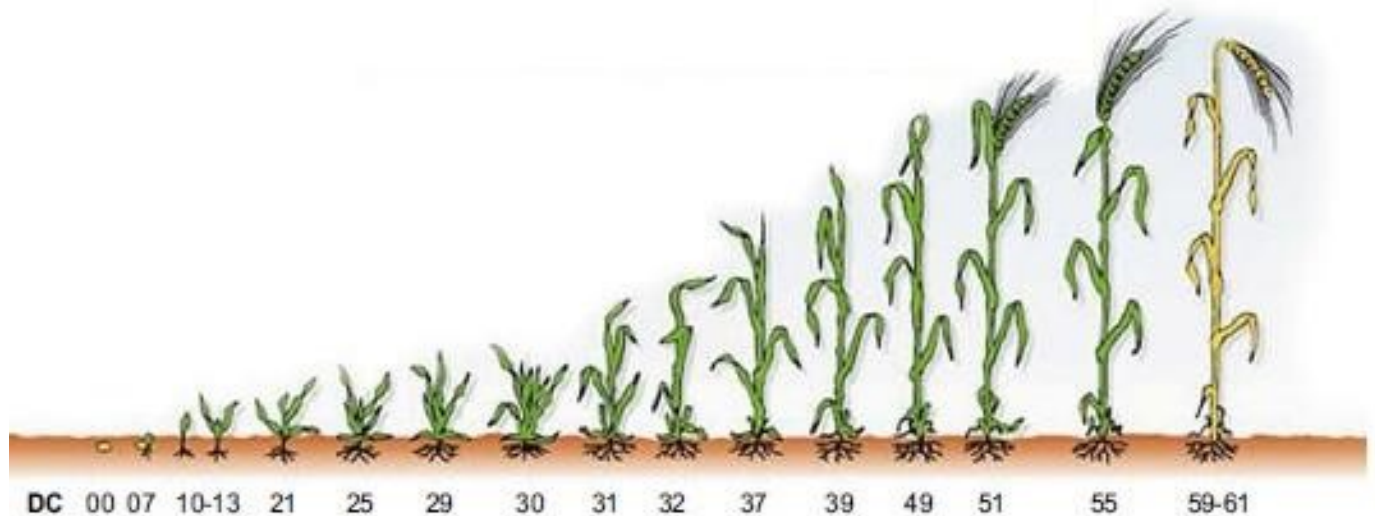
B) **produkční** hnojení (přihnojení)

C) pozdní přihnojení - **kvalitativní**



Zásady výživy jarních obilnin dusíkem

1. hnojení **základní (předsetové)**:
2. **produkční** hnojení
3. **kvalitativní** hnojení



Pšenice ozimá

2015

778 tis. ha

6,5 t/ha



Požadavky ozimé pšenice na půdu:

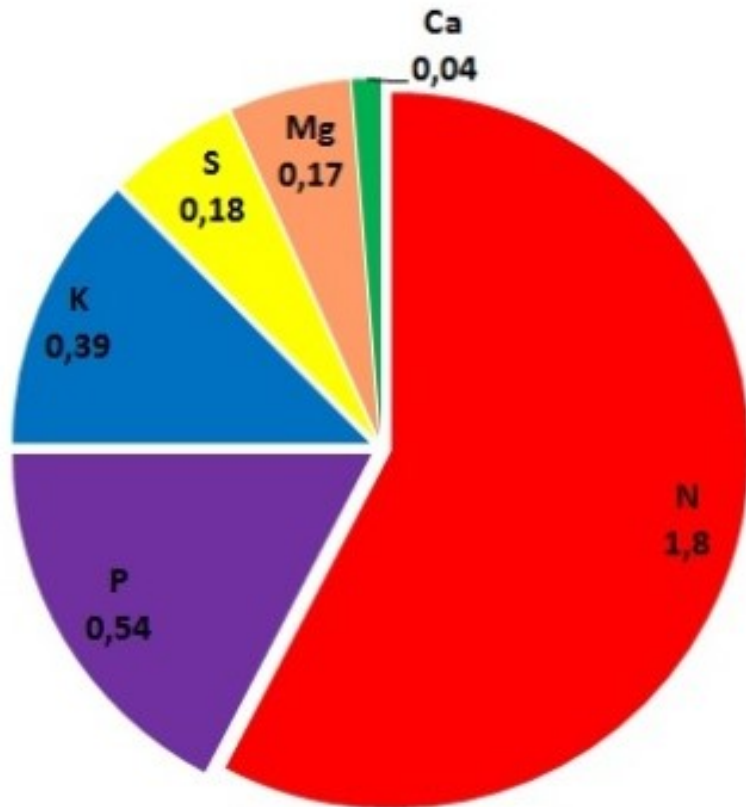
- vyžaduje půdy střední až těžké
- hlinité až jílovité
- slabě kyselou až neutrální reakci (6,0 – 7,2)
- s dobrou schopností poutat vodu a živiny

Zajištění živin vyžaduje:

- zhodnocení pH
- extrémní pH
snižuje využití
živin

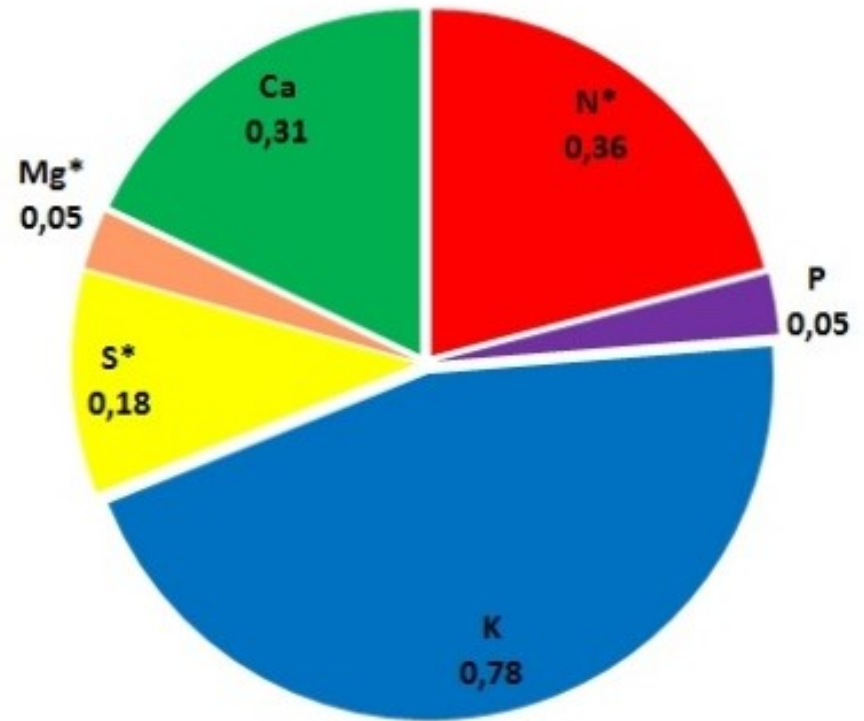
Půdní druh	Orná půda	
	Optim. pH	Žádoucí pH
Písčítá půda	5,5	5,3-5,7
Hlinitopísčítá	6,0	5,8-6,2
Písčitohlinitá	6,5	6,3-6,7
Hlinitá, jílovitá	7,0	6,5-7,5

Zrno odčerpá : N, P, Mg, S



Průměrný obsah jednotlivých živin v zrně ozimé pšenice (%)

Sláma odčerpá : K, Ca



Průměrný obsah jednotlivých živin ve slámě ozimé pšenice (%)

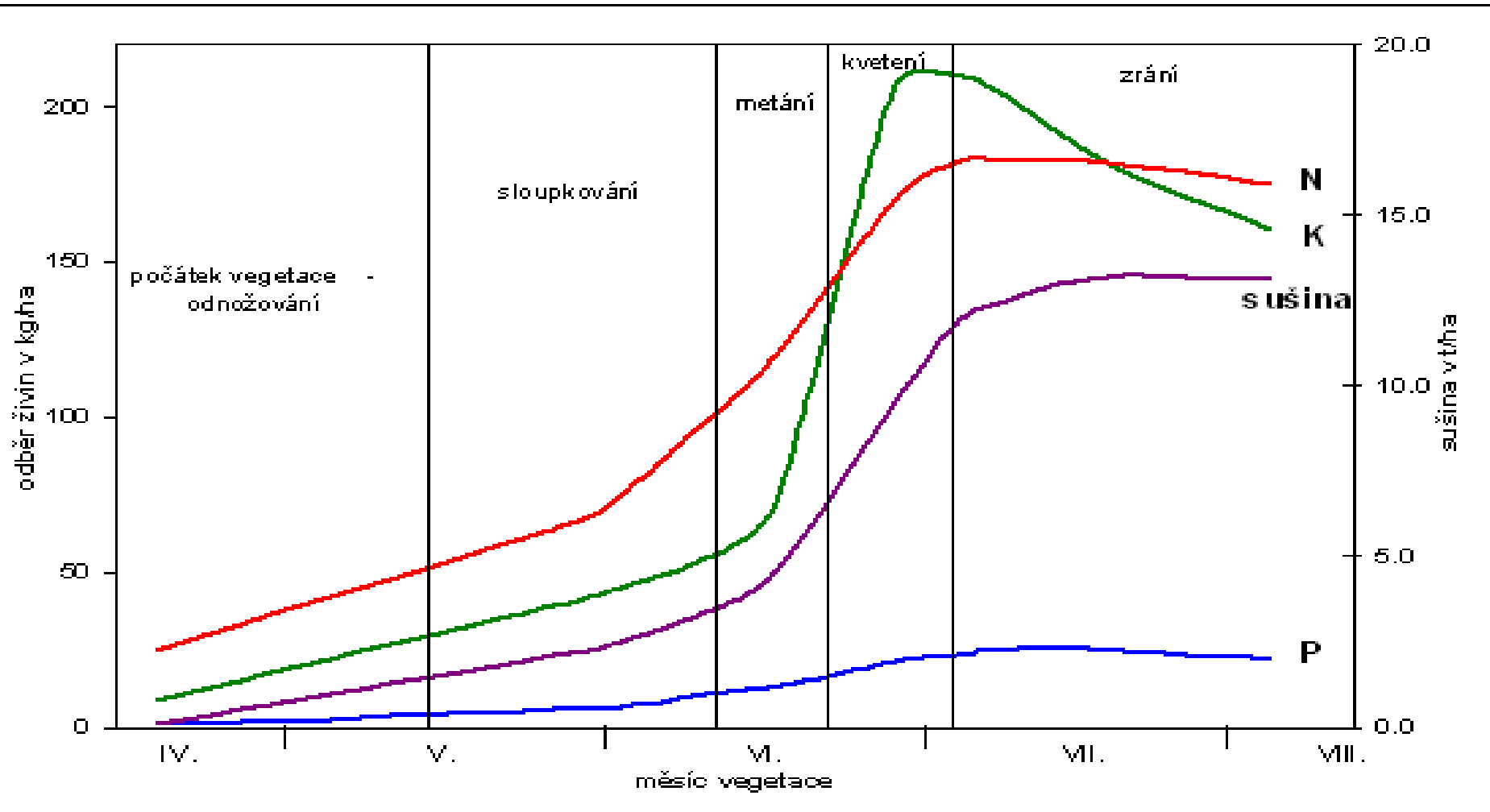
ozimá pšenice má střední osvojovací schopnost pro živiny

Průměrná spotřeba čistých živin na výnos hlavního produktu

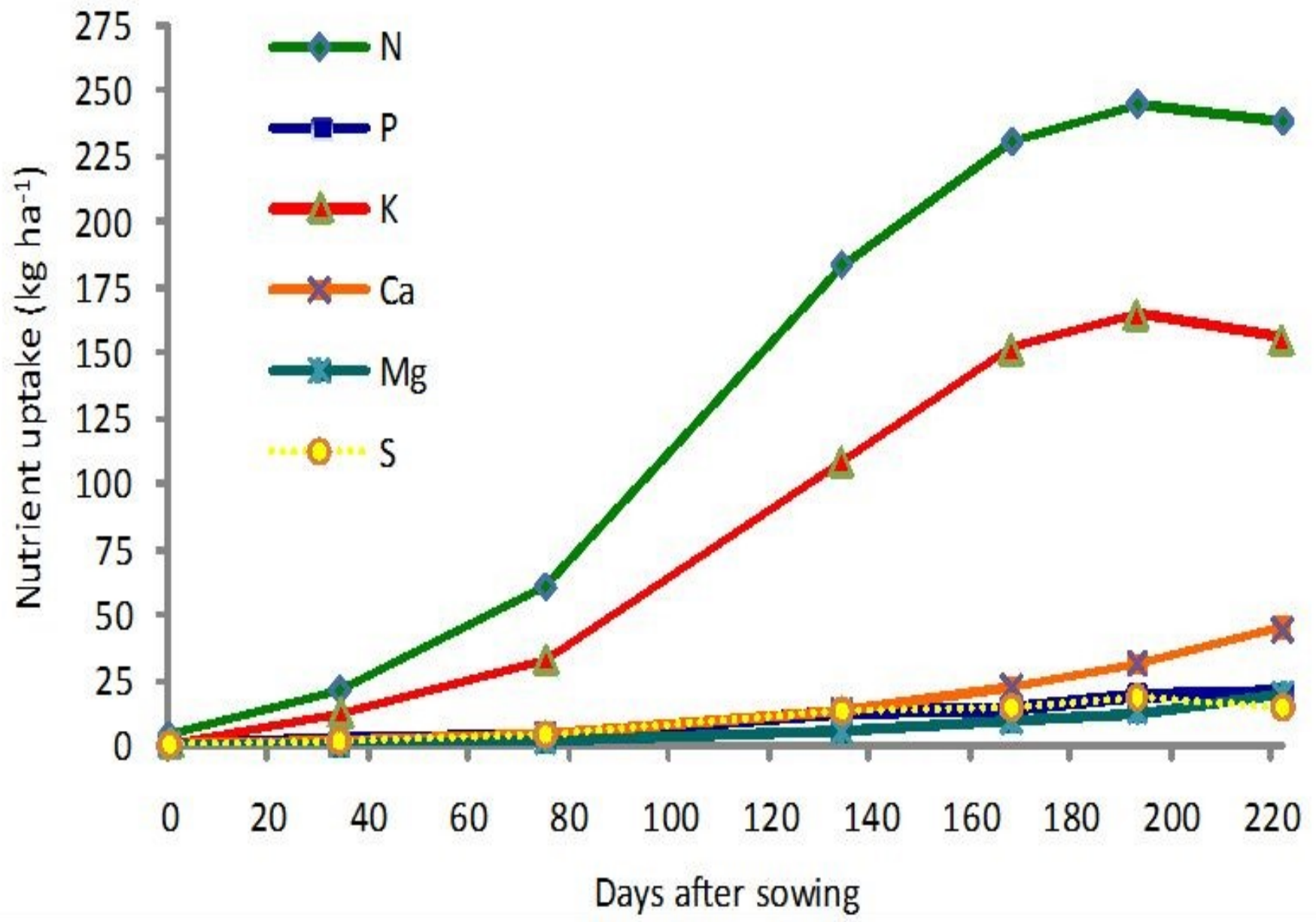
Obilniny	Odběr živin výnosem zrna $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$					
	N	P	K	Mg	Ca	S
Pšenice ozimá	25	5,0	20,0	2,4	4,2	5,0



Dynamika odběru živin ozimou pšenicí a nárůst sušiny (zpracováno dle Aignera et al., 1988)



Na podzim odčerpá porost 10-12% z celkové potřeby N – není potřeba N základní hnojení N při obsahu N_{min} na úrovni 20 - 30 kg N/ha



Hnojení fosforem

- vliv fosforu na **podporu odnožování** – nedostatek snižuje tvorbu odnoží, redukuje listovou plochu
- významný v dalších fázích vývoje -ovlivňuje **zakládání generativních orgánů - klasů a klásků** (při nedostatku P se oddaluje kvetení)
- odrůdy, které tvoří výnos počtem zrn v klasu, jsou méně ovlivněny nedostatkem P, než odrůdy, které tvoří výnos počtem klasů na rostlinu

- nejvhodnější je aplikovat P hnojiva již před setím ozimé pšenice – zohlednit obsah v půdě
- zapravení do půdy - ideální je zapravení hnojiva rovnoměrně v celém orničním profilu
- zohlednit pH půdy
- potřebu P u ozimé pšenice nelze řešit listovou výživou (pomalý vstup do rostlin a především velká potřeba 20–30 kg P/ha)

Fosfor v rostlině

Fosfor je součástí mnoha sloučenin důležitých pro metabolismus rostlin:

- fosfolipidy (složky membrán), ribonukleová a deoxyribonukleová kyselina,
- adenyláty (NAD^+ , NADP^+), nukleotidy (ADP, ATP)

Zabezpečuje přenos signálů na vnitrobuněčné i mezibuněčné úrovni

Z P hnojiv můžeme použít

například:

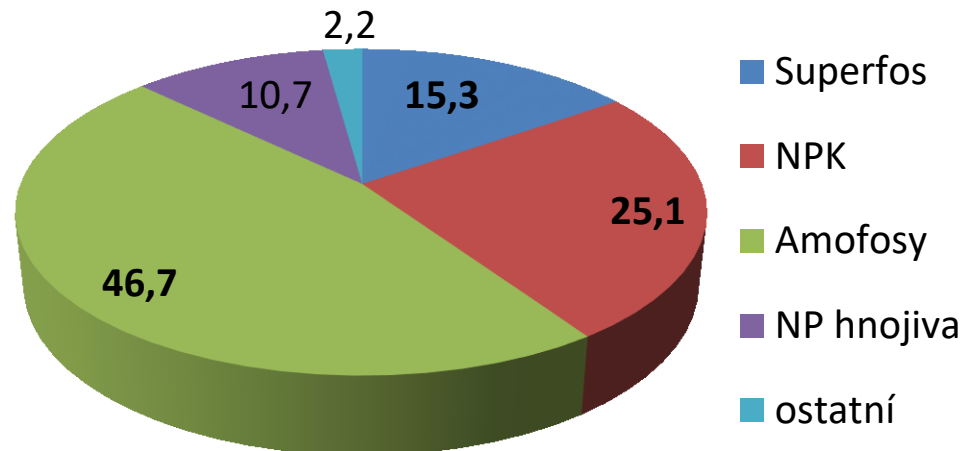
superfosfát jednoduchý (17 – 19 % P_2O_5),

superfosfát trojitý (45 – 48 % P_2O_5),

Amofos (12 % N a 52 % P_2O_5),

případně NP(K) hnojiva a další.

Podíl jednotlivých druhů fosforečných hnojiv (%)
na jejich spotřebě v ČR (2014 -2015)



Přístupný P (Mehlich III) – AZZP 2010 - 2015

Tab. 3: Přístupný fosfor, extrakt Mehlich III - zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota P (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd v %	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Středočeský	91	29,62	23,25
Jihočeský	86	28,13	26,68
Plzeňský	72	36,20	17,95
Karlovarský	84	29,13	27,56
Ústecký	97	27,20	27,70
Liberecký	111	12,02	41,21
Královéhradecký	95	16,74	27,79
Pardubický	86	21,93	21,77
Vysočina	98	16,06	30,75
Jihomoravský	91	26,56	21,20
Olomoucký	93	19,33	24,50
Zlínský	77	29,91	17,22
Moravskoslezský	77	24,51	16,98
Česká republika	88	25,61	24,14

kultura	obsah přístupného FOSFORU (v % výměry)				
	N	VH	D	V	VV
orná půda	26,72	28,29	21,46	16,67	6,84

Agrochemické zkoušení zemědělských půd 2009 - 2014

Agrochemical soil testing 2009 - 2014

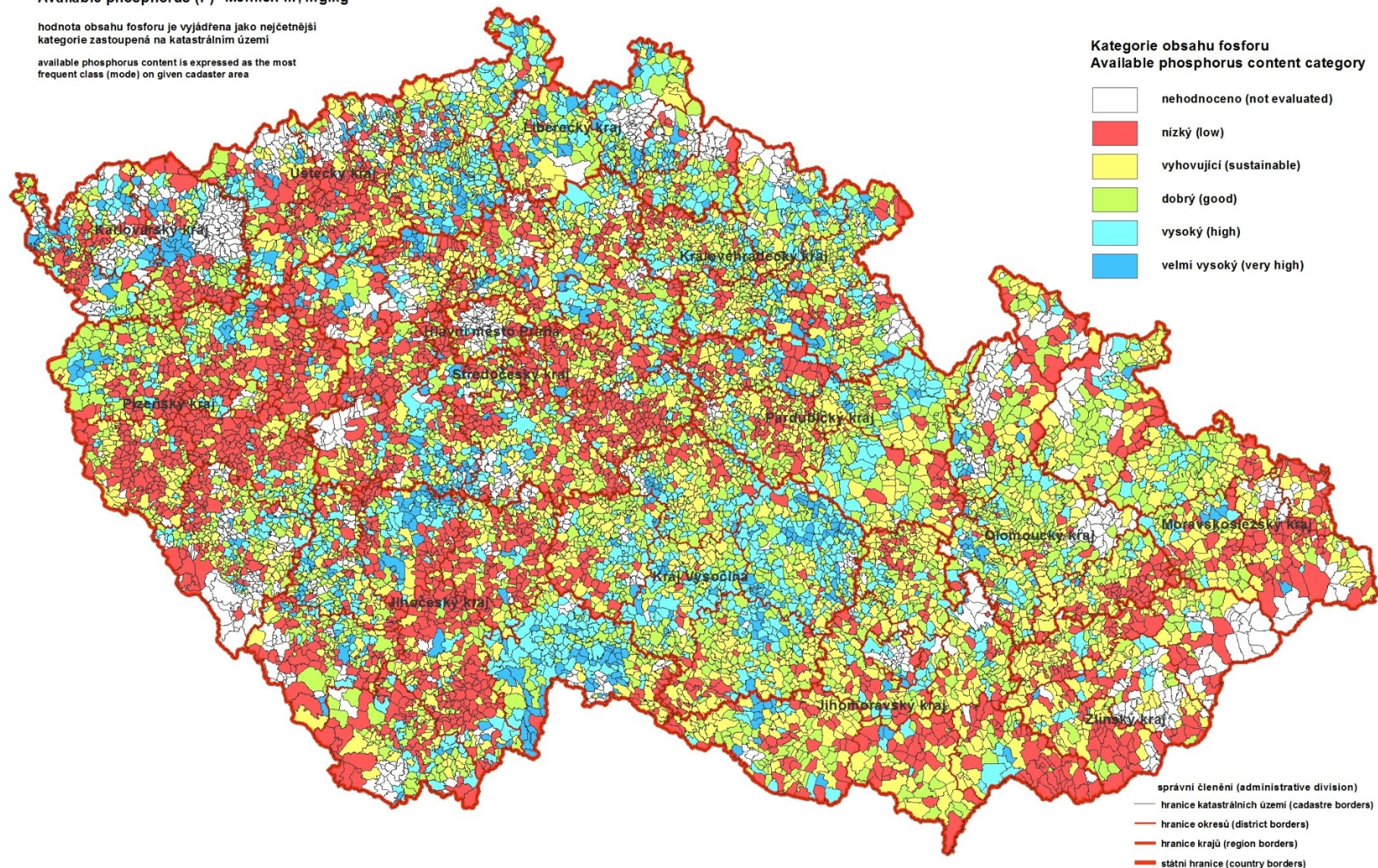
Fosfor (P) Mehlich III, mg.kg^{-1}

Available phosphorus (P) Mehlich III, mg.kg^{-1}

hodnota obsahu fosforu je vyjádřena jako nejčastější
kategorie zastoupená na katastrálním území

available phosphorus content is expressed as the most
frequent class (mode) on given cadaster area

P



Hnojení draslíkem

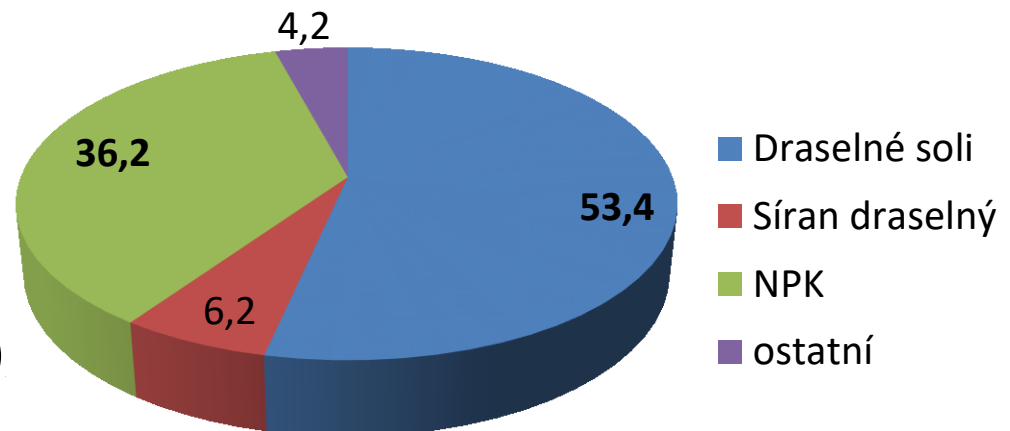
- **vliv K na transport asimilátů v rostlině, a to nejen z listů do semen, ale také do kořenů**
- **tvorba kořenové soustavy, lepší přezimování rostlin**
- **význam draslíku pro hospodaření s vodou**
- **ovlivňuje pevnost stébel a zvyšuje odolnost proti poléhání**

- **oproti fosforu je výrazně vyšší celkový odběr draslíku porostem (100 – 150 kg K/ha)**
- **v porovnání s fosforem je draslík v půdě více pohyblivý**
- **minerální draselná hnojiva - draselné soli, případně další draselná hnojiva s obsahem Mg či S - Korn-Kali (Kamex), síran draselný**
- **zapracovat do půdy při základním nebo předseťovém zpracování půdy – zohlednit obsah v půdě**

Draslík v rostlině

- ovlivňuje metabolismus cukrů v rostlině
- působí na vodní provoz rostlin
- rostliny lépe překonávají stresové situace ze sucha
- snižuje se riziko poléhání a lámání stonku
- pozitivně ovlivňuje výnos, zejména v podmínkách zvýšeného stresu

Podíl jednotlivých druhů draselných hnojiv (%)
na jejich spotřebě v ČR (2014 -2015)



Z K hnojiv můžeme použít například:

Draselnou sůl (60 % K_2O),
Kamex (40 % K_2O , 5 % MgO),
Síran draselný (50 % K_2O , 17- 18 % S)
případně NPK hnojiva a další.

Přístupný K (Mehlich III) – AZZP 2010 - 2015

Tab. 4: Přístupný draslík, extrakt Mehlich III - zemědělská půda

Kraj	Průměrná hodnota K (mg.kg ⁻¹)	Podíl půd v %	
		Nízký obsah	Vysoký a velmi vysoký obsah
Středočeský	274	7,23	27,11
Jihočeský	203	14,98	15,88
Plzeňský	214	11,23	16,95
Karlovarský	316	4,86	42,86
Ústecký	438	2,29	61,27
Liberecký	219	9,92	18,16
Královéhradecký	250	8,04	22,84
Pardubický	197	11,24	9,52
Vysočina	206	7,93	13,12
Jihomoravský	282	2,63	28,90
Olomoucký	237	6,65	18,99
Zlínský	271	6,16	26,15
Moravskoslezský	202	9,59	13,34
Česká republika	249	8,36	22,88

kultura	obsah přístupného DRASLÍKU (v % výměry)				
	N	VH	D	V	VV
orná půda	7,87	27,71	42,91	12,17	9,35

Agrochemické zkoušení zemědělských půd 2009 - 2014

Agrochemical soil testing 2009 - 2014

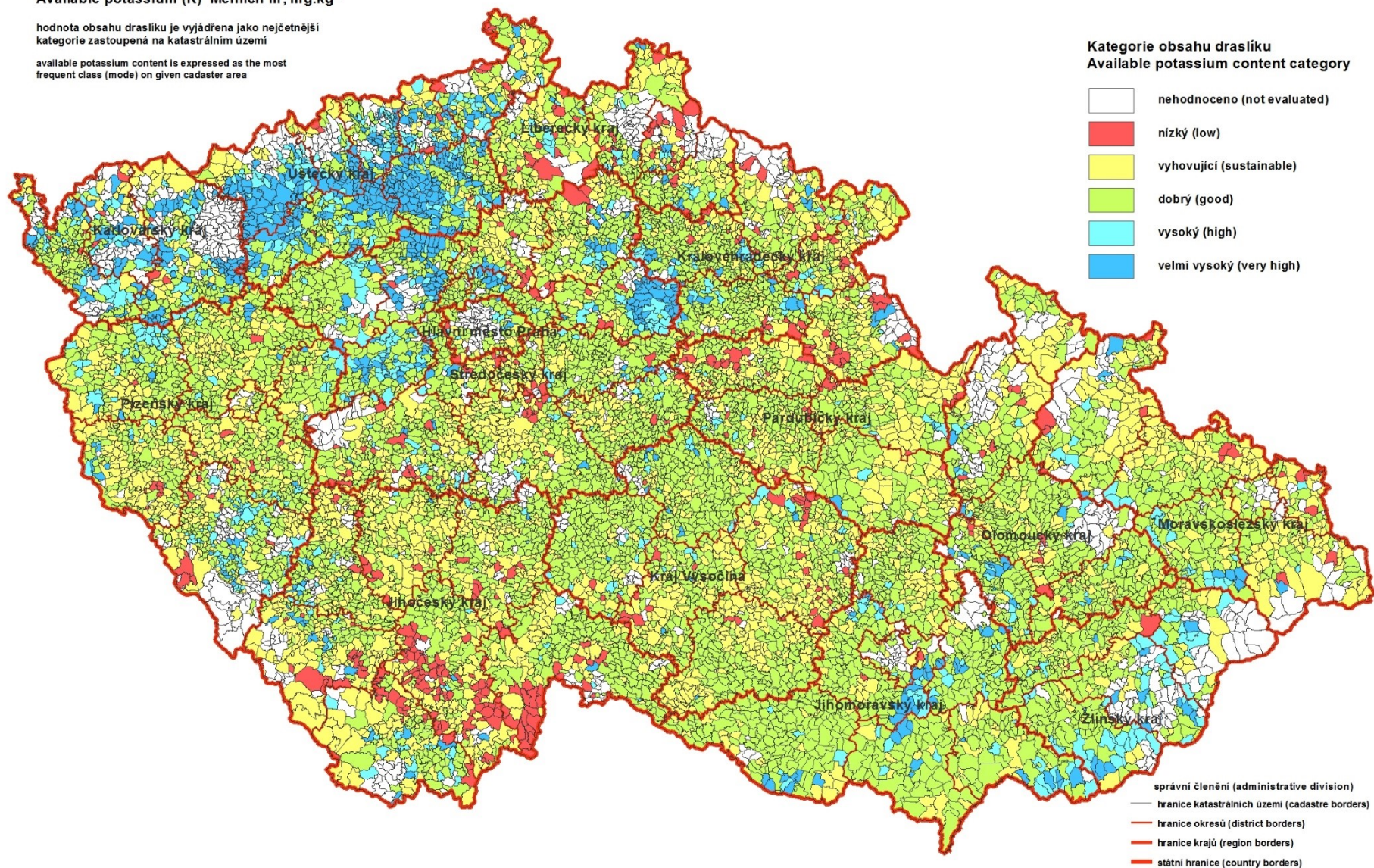
K

Draslík (K) Mehlich III, mg.kg⁻¹

Available potassium (K) Mehlich III, mg.kg⁻¹

hodnota obsahu draslíku je vyjádřena jako nejčastější
kategorie zastoupená na katastrálním území

available potassium content is expressed as the most
frequent class (mode) on given cadaster area



Hnojení hořčíkem

- důležitá jak ve vztahu k fyziologickým procesům v rostlině, fotosyntéze, a také z důvodu kvality produkce
- nedostatek Mg inhibuje transport látek (především sacharózy)
- působí na využití N rostlinami - při nedostatku Mg se snižuje kvalita zrna, zvláště obsah bílkovin

- celkový odběr Mg je cca 10 – 15 kg/ha
- zdroj Mg – vápnění (dolomit)
- s ohledem na vyšší pohyblivost Mg v půdě (lehké půdy) – aplikace Mg ve 2 dávkách – zohlednit obsah v půdě
 - na podzim - draselná hnojiva (kamex, kainit apod.)
 - v jarním období společně s N (LAD, MAGNISUL, DASAMAG apod.).

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

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nízká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení normativ + 25 - 50 %	mírné dosycení normativ + 10 - 25 %	normativ	nehnojit
Draslík				
Hořčík				

Hnojení sírou

**Celková potřeba síry je od 15 až do 30 kg S/ha
pokles spadů síry (nyní většinou do 10 kg/ha/rok)**

**hnojení sírou v podzimním období - rozbor půdy na obsah
vodorozpustných forem S (SO_4^{2-}).**

**při obsahu v půdě do 10 ppm vhodné,
při obsahu do 5 ppm nutné**

**Na rozdíl od P a K (Mg) není možné podzimní aplikací S zajistit
výživu pro celé období růstu ozimé pšenice - značná pohyblivost
přístupných forem síry v půdě**

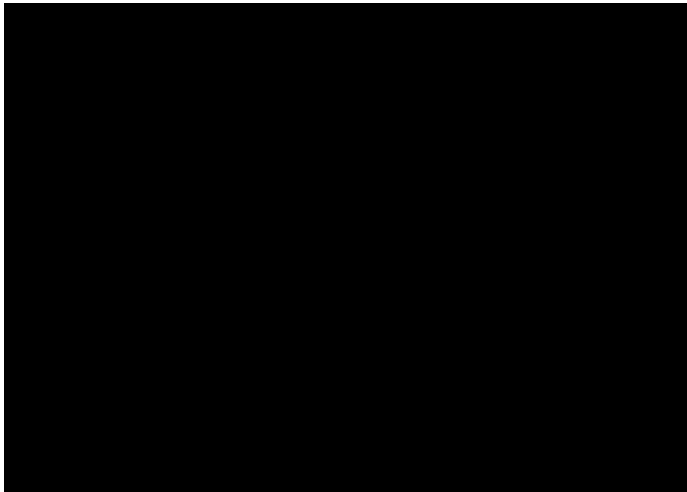
dávky rozdělit a podobně jako u N

- při základním hnojení - draselná nebo hořečnatá hnojiva s obsahem síry,**
- ve vegetaci – použití dusíkatých hnojiv se sírou**

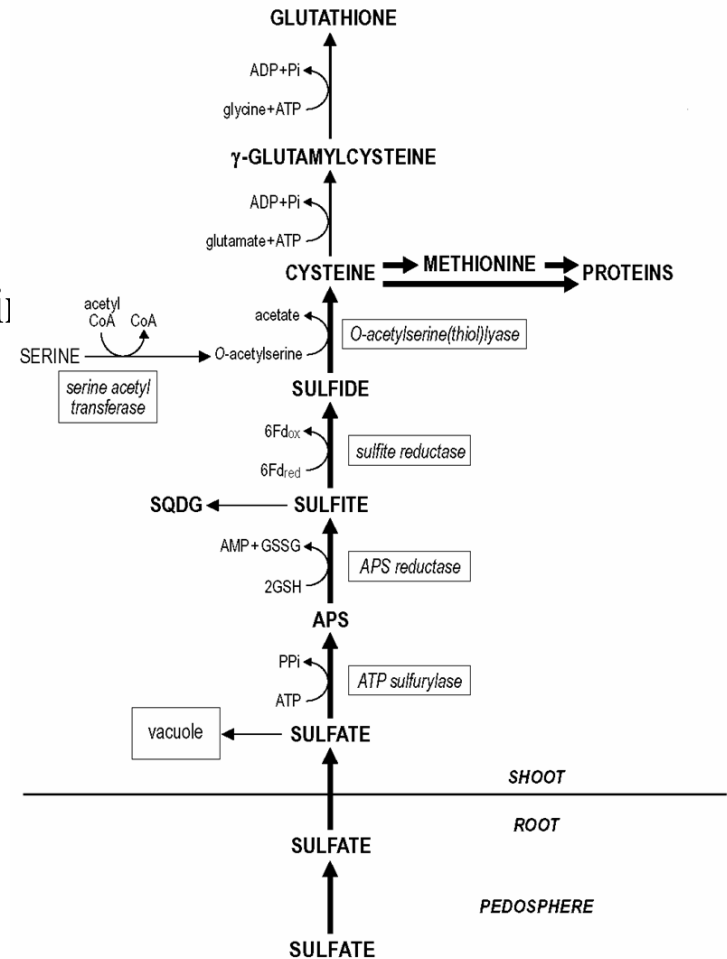
Nejvýznamnější aplikace v jarním období

Síra v rostlině

- stavební funkce v rostlině
- součástí sirných aminokyselin (bílkovin),
- síra je součástí enzymů, které se podílejí na metabolismu rostlin:
 - produkci chlorofylu,
 - produkci a utilizaci sacharidů,
 - asimilaci dusíku.
- Tvorba sekundárních sirných produktů rostlin (glukosinoláty)



Chemická struktura glukosinolátů



Deficit síry

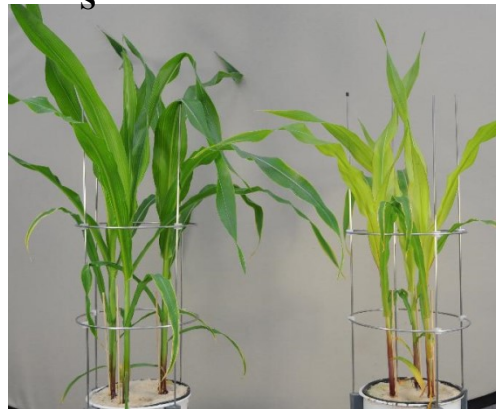
- Příznaky hlavně u mladých částí rostlin (listy/stonky)
- Světle zelené/ žluté zbarvení okrajů listů
- Deformace mladých listů (lžice)
- Listová žilnatina zůstává déle zelená
- Červené zbarvení díky akumulaci antokyanů
- Světle žluté až bílé květy u řepky
- Inhibice syntézy proteinů a akumulace rozpustného minerálního N



+N +S - N - S
S



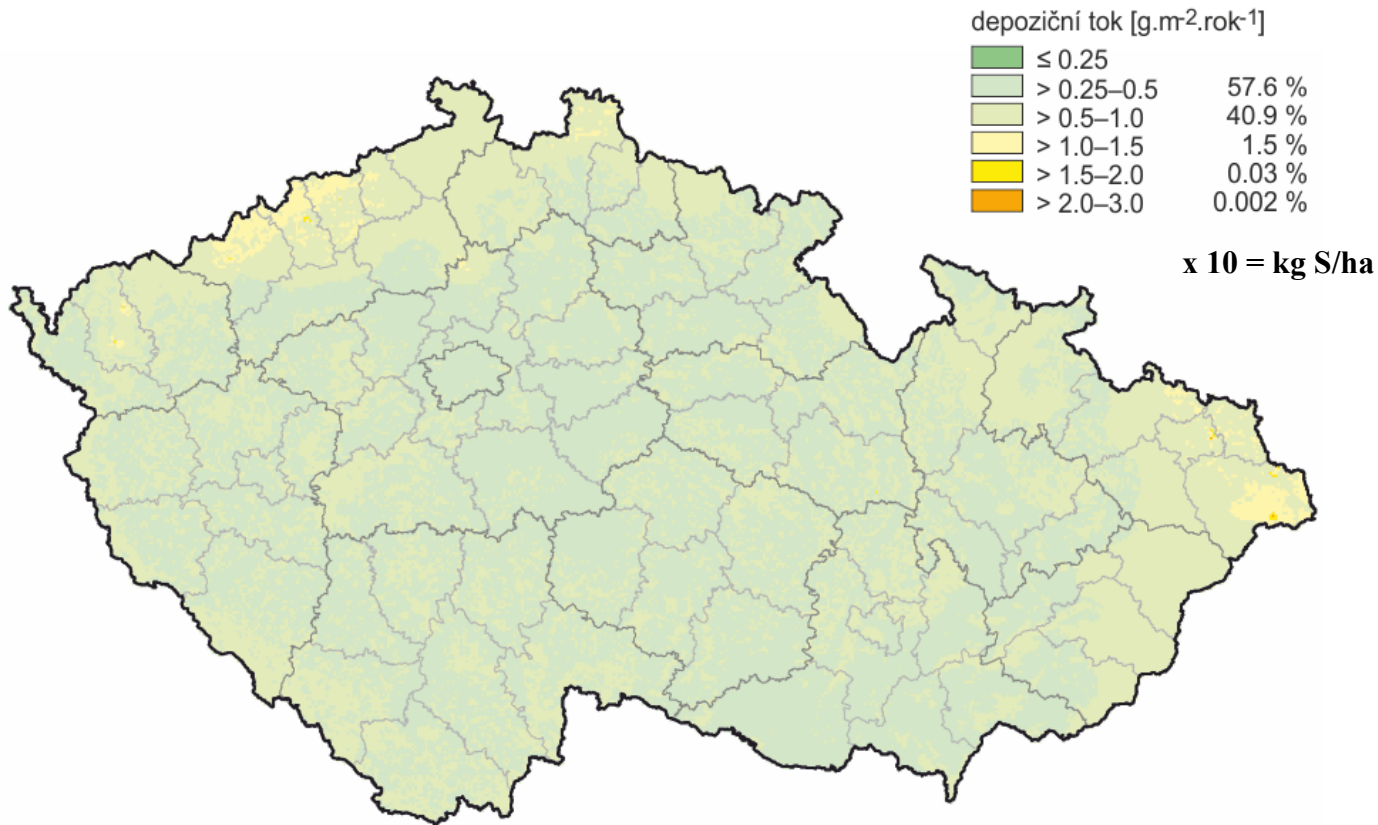
+ S -



+ S - S
S

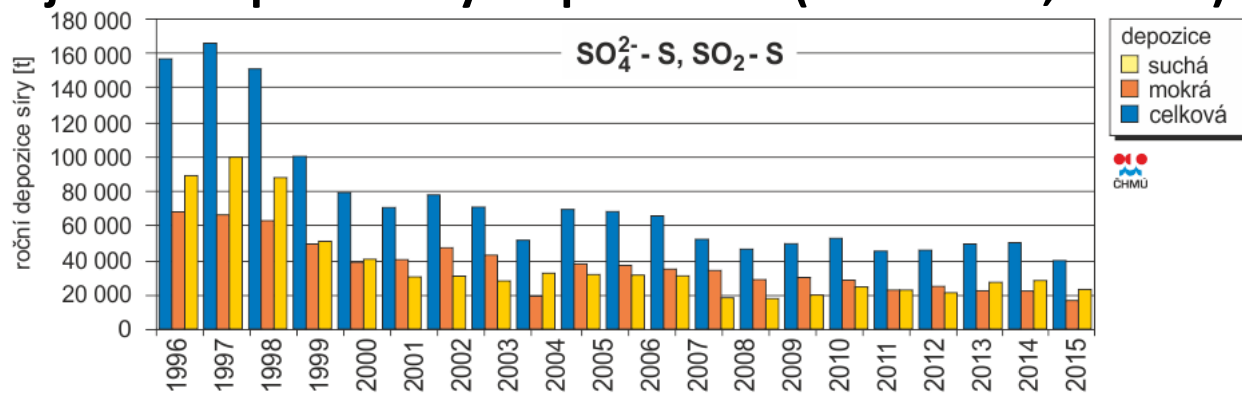


+ S -

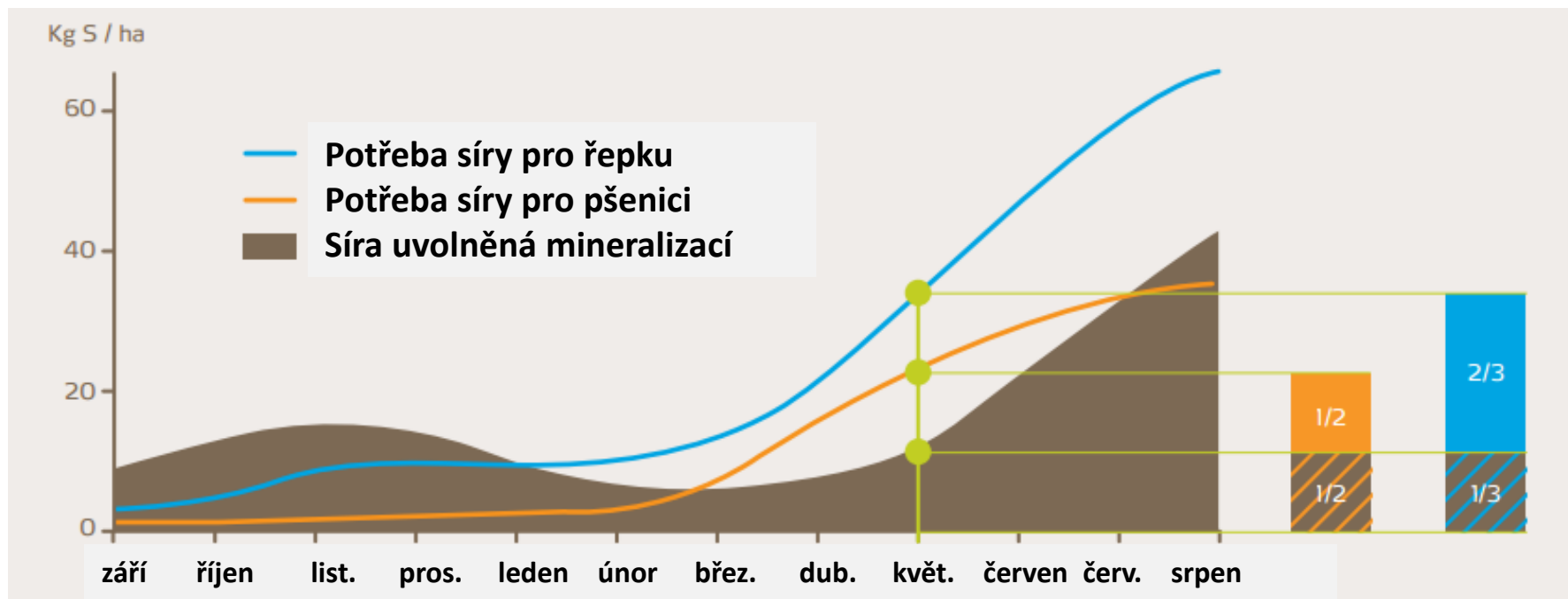


Roční depozice síry v ČR (<10 kg S /ha a rok)

Vývoj roční depozice síry na plochu ČR (1995-2015, ČHMÚ)



Potřeba síry pro řepku a pšenici



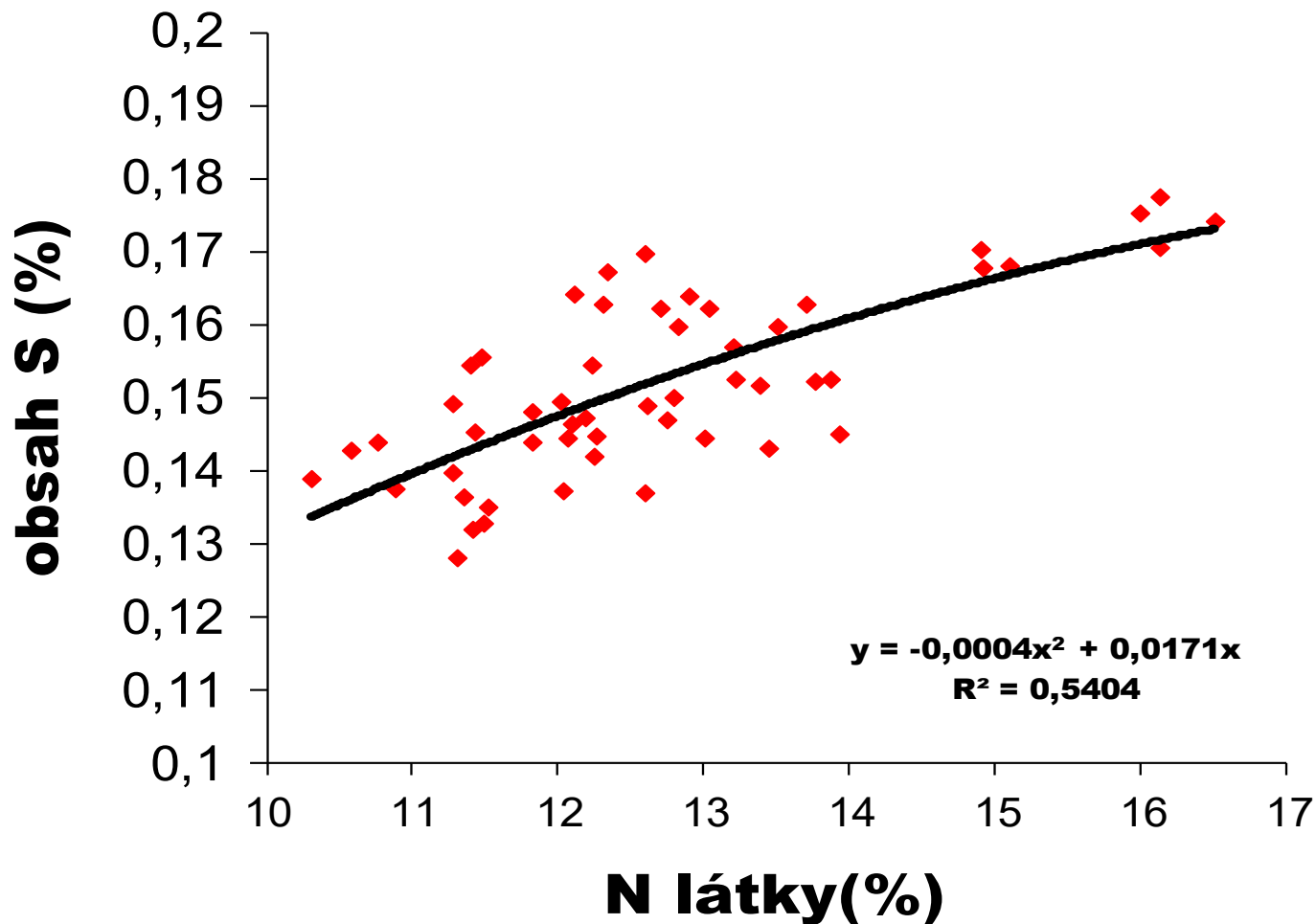
Kategorizace zásobenosti půd sírou pro potřeby hnojení na základě půdního testu KVK-UF a extrakce půdy vodou

Půdní test (ICP S-stanovení)		Kategorizace zásoby síry v půdě (0–30 cm)
KVK-UF S-index	Extrakce vodou (1:5) S-index	
> 25	> 23	dostatečný obsah – hnojení S není nutné
22–25	20–23	malý nedostatek – hnojení S pouze u náročných plodin
14–21	11–19	střední nedostatek – výrazná potřeba hnojení sírou
< 14	< 11	hluboký nedostatek

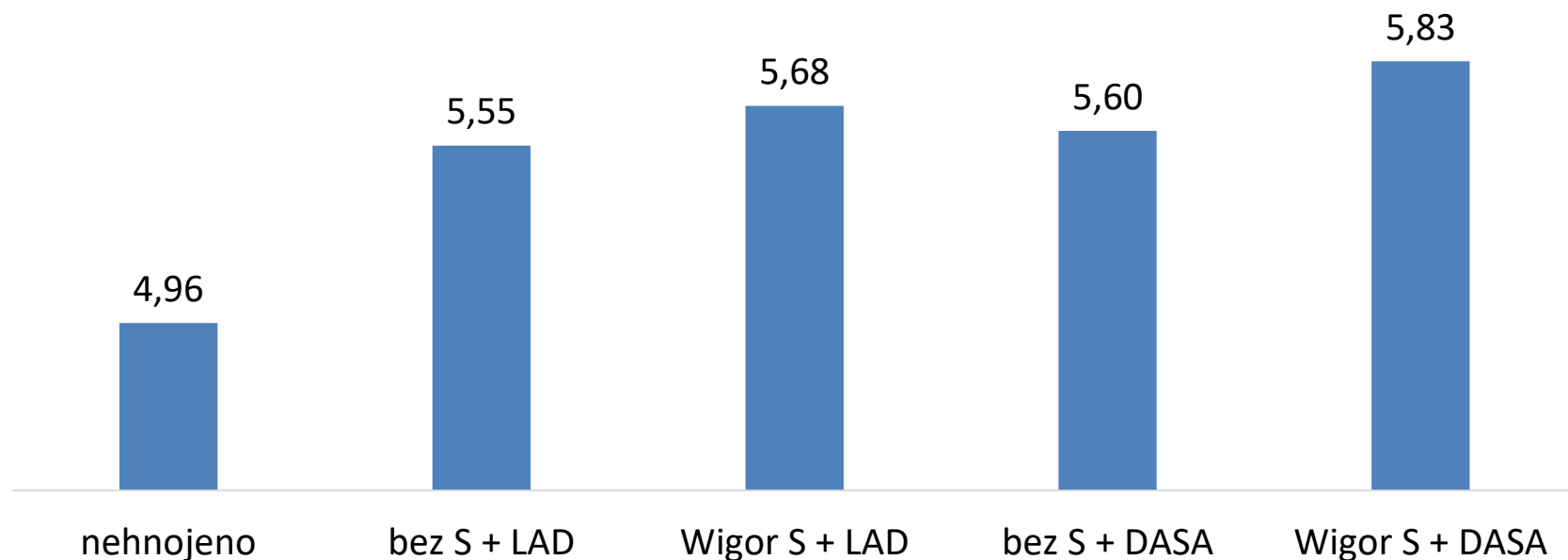
Vliv aplikace síry na utilizaci dusíku (Schnug et al., 1993)

Plodina	pšenice ozimá			pšenice jarní		
	odběr N (kg.ha ⁻¹)		čistá využitel nost N- hnojiv (%)	odběr N (kg.ha ⁻¹)		čistá využitel nost N- hnojiv (%)
Varianta hnojení	zrno	sláma		zrno	sláma	
kontrola	151	45,8	59	107	26,4	31
elem. síra	179	47,6	71	114	28,5	36
síranová síra	180	56,3	75	125	31,1	43

Závislost mezi obsahem N-látek a obsahem síry v zrně pšenice ozimé



Výnos zrna pšenice ozimé (t/ha) po podzimní aplikaci elementární síry v hnojivu Wigor S (průměr let 2012 a 2013)



Wigor S:

- granulované hnojivo tvořené 90 % **elementární S** a 10 % bentonitu,
- v uvedeném pokusu aplikováno bezprostředně po zasetí v dávce 30 kg/ha

Hnojení dusíkem

Rozdělení **dávek N** během vegetace a stanovení dávky N **vlastnosti jednotlivých odrůd pšenic a jejich využití.**

Pekárenské odrůdy

1. Klasové odrůdy (odrůdy - klasové, počet zrn)

- tvoří výnos produktivitou klasu,
- mají vysokou HTZ,
- nejvyšší výnosy dávají při hustotě 450 – 500 klasů/m²
- **Hnojení dusíkem při 1. a 2. produkčním hnojení.**

2. Odrůdy tvořící výnos hustotou porostu (odnoživé odrůdy)

max. výnos při vyšší hustotě klasů.

- optimum se pohybuje mezi 550 – 700 klasy/m²
- **posílení regeneračního, případně základního hnojení N**

3. Odrůdy kompenzační

korekce výnosu počtem zrn/klas nebo hodnotou HTZ, popř. oběma faktory najednou.

Optimální hustota mezi 1. a 2. skupinou - 500-600 klasů/m²

U odrůd tvořící výnos hustotou porostu a počtem zrn v klasu - největší pozornost věnovat **regeneračnímu a 1. produkčnímu hnojení N.**

Kvalitativní hnojení by mělo být bez ohledu na odrůdu samozřejmostí. V oblastech trpících přísuškou je nutné jej směřovat do dřívějších vývojových fází.

Pečivárenské odrůdy (sušenky, oplatky)

přesouváme aplikaci N do jedné případně dvou dávek v první polovině vegetace. Musíme rovněž pečlivě dodržovat specifika jednotlivých odrůd a jejich zařazení do skupin dle užití (E, A, B, C).

Škrobárenské nebo případně lihovarské

výrazně vyšší dávka dusíku již v první polovině vegetace.

Rozdělení pšenic podle výnosových typů

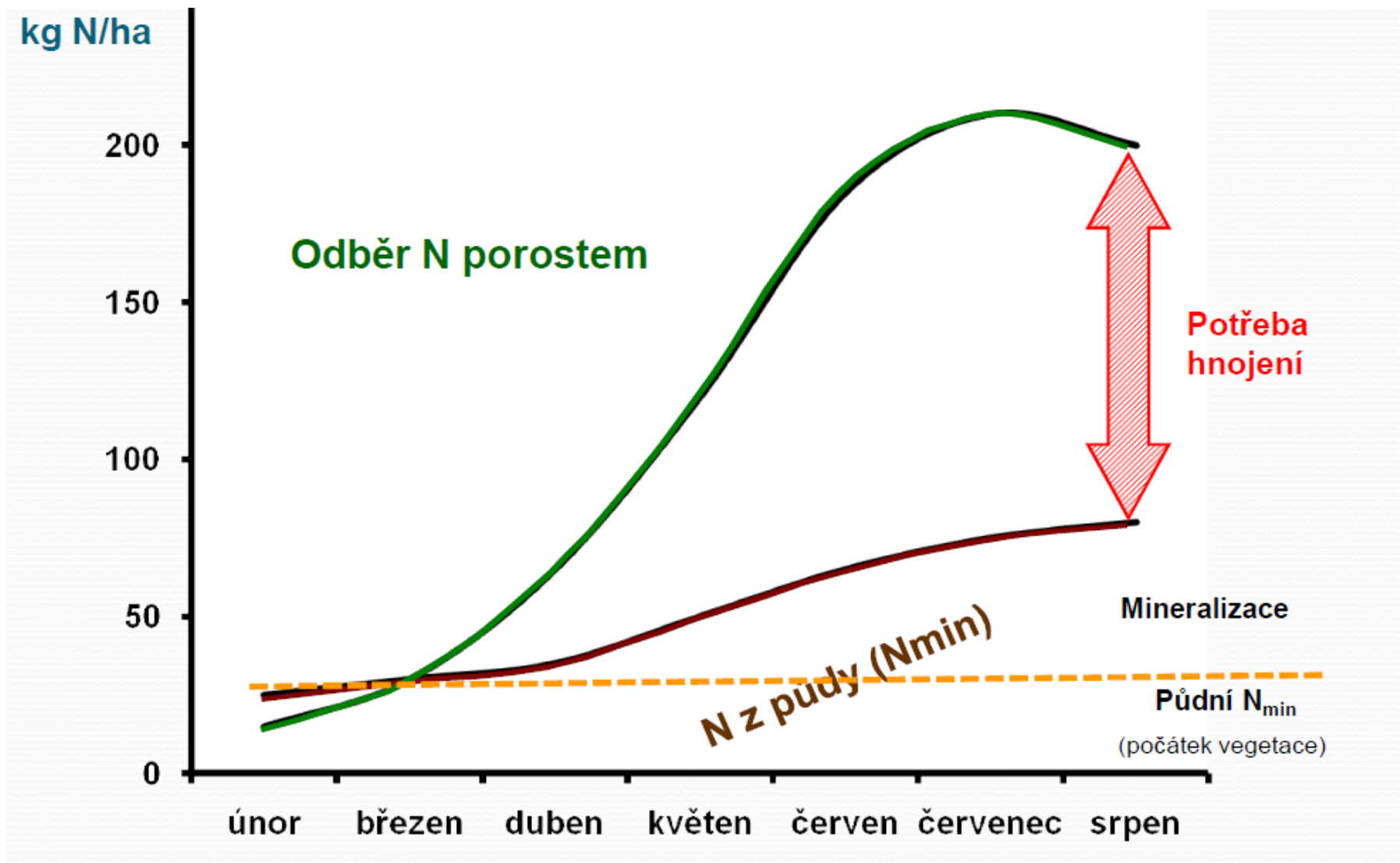
Typ	Odrůdy
Odnoživý	MANAGER, APPACHE, MEGAS, CLEVER, BILL (hustota porostů)
Kompenzační	MERITO, SULAMIT, BANQUET, ALANA, ILIAS, SIMILA, KODEX EUROFIT, RADUZA, BARRYTON, SULTAN, JINDRA, GRAINDOR DRIFTER, SAMANTA, MERITO, HEDVIKA, BARROKO, FERIA SAILOR, A LTIGO
Klasový	JB ASSANO, VLASTA, PITBUL, NIKOL, SALUT, ETELA, ALADIN, AKTER, LUDWIG, MAGISTER, COMPLET, DARWIN, BOHEMIA, HELMUT, KAROLINUM, ORLANDO, RHEIA, BEDUIN, GOLEM, TURANDOT,

Typ	Odrůdy
Odnoživý	Apache, Clever, Bill, Megas
Kompenzační	Sulamit, Meritto, Simila, Eurofit, Sultan, Jindra
Klasový	Rheia, Etela, Ludwig, Akteur, Bohemia, JB Asano, Orlando, Seladon, Magister, Bediun

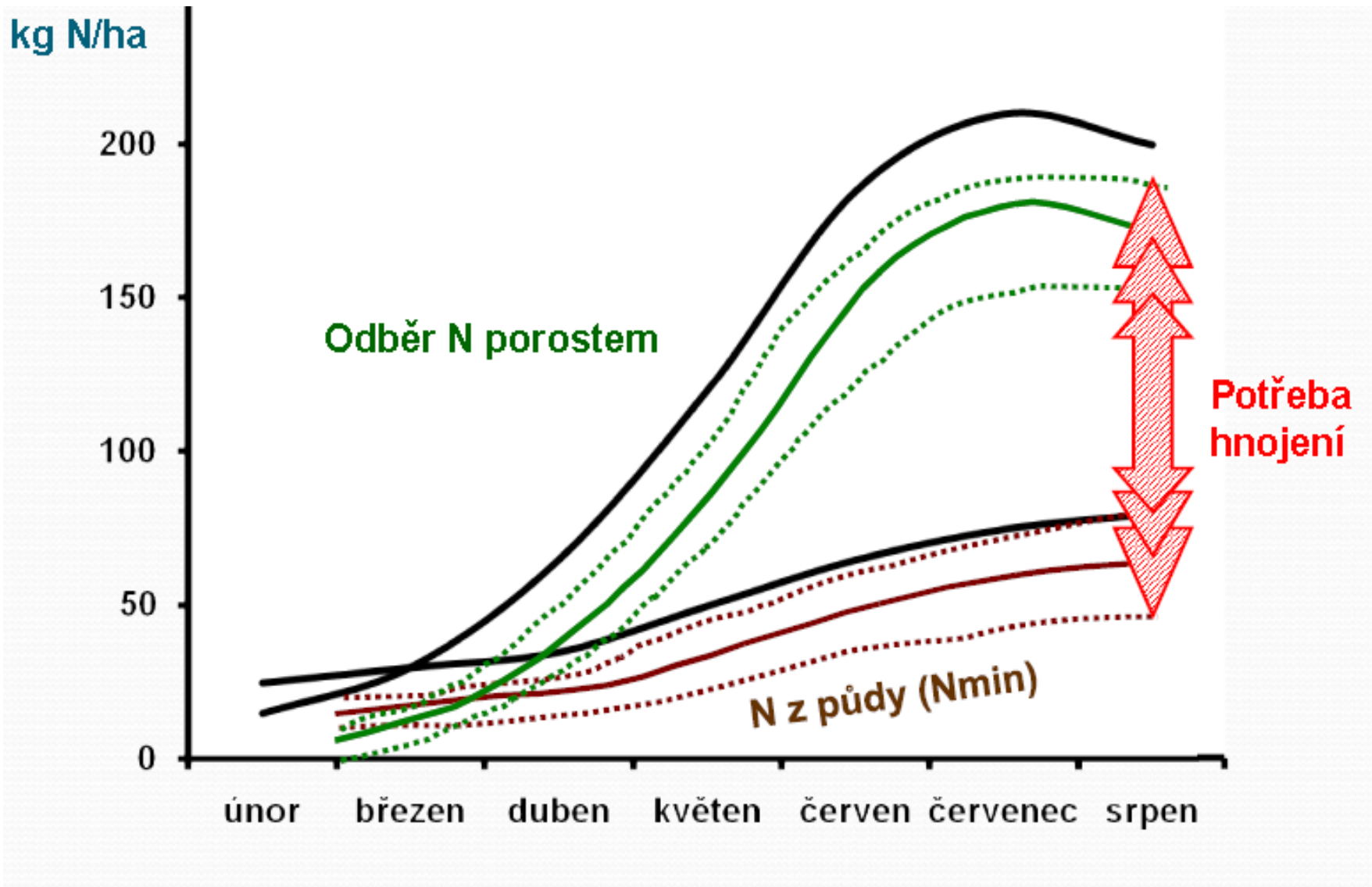
Dávky N pro pšenici dle výnosových typů

Typ	Dávky N kg/ha		
	regenerační	produkční	kvalitativní
Odnoživý PPK - počet produktivních klasů	50	30	20
Kompenzační KT – kompenzační typ	40	30	30
Klasový HZK - hmotnost zrna klasu	30	30	40

Potřeba hnojení N

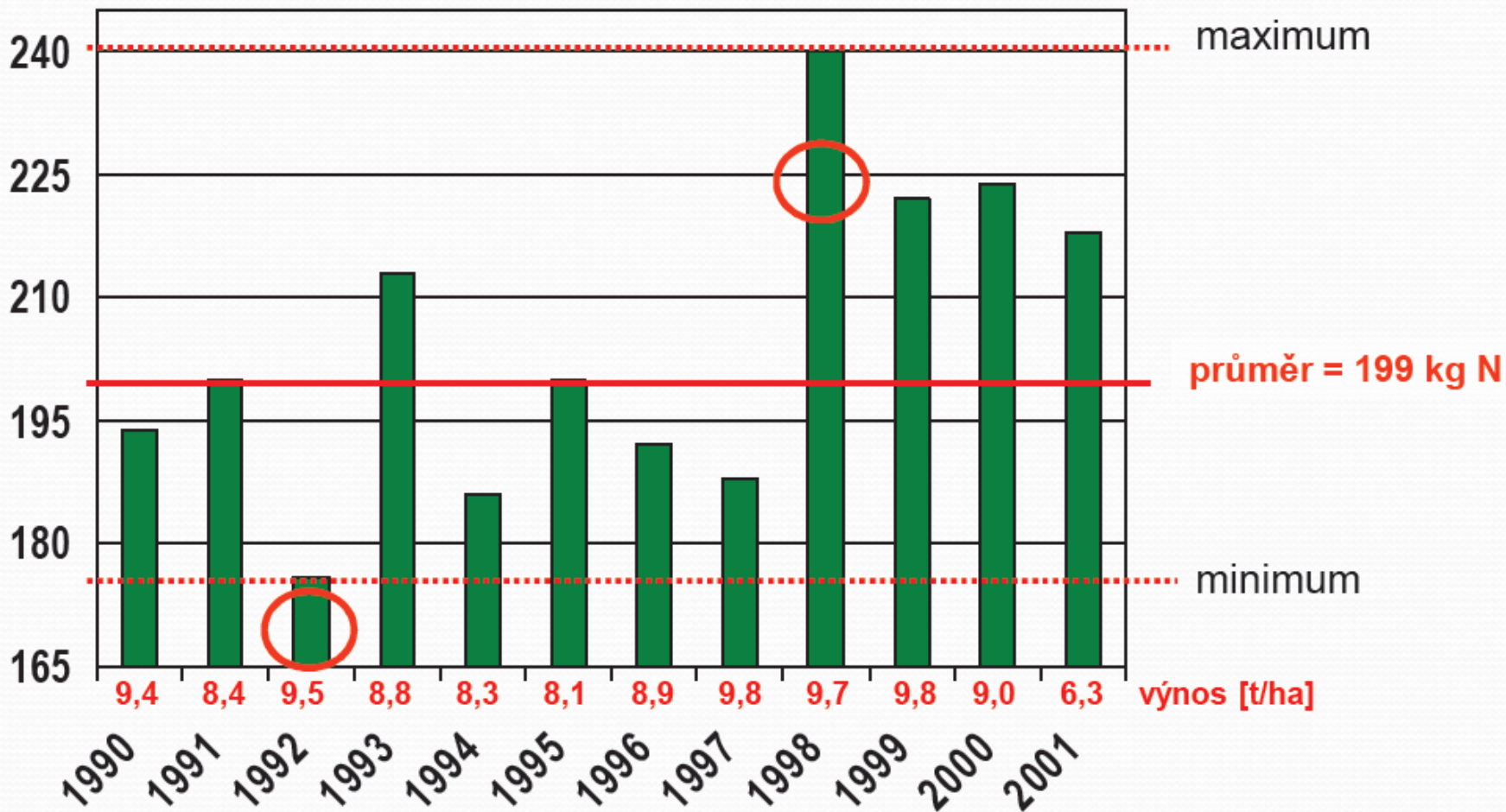


Potřeba hnojení N



Hnojení N u pšenice ozimé

Optimální dávka N [kg/ha]

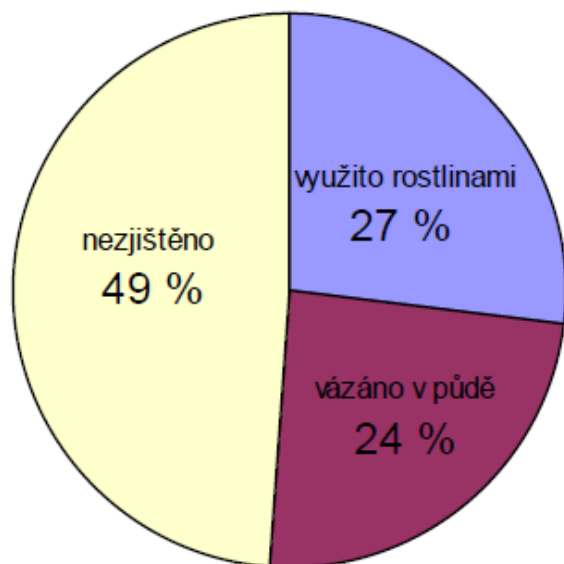


Oz. pšenice (předplodina brambory),

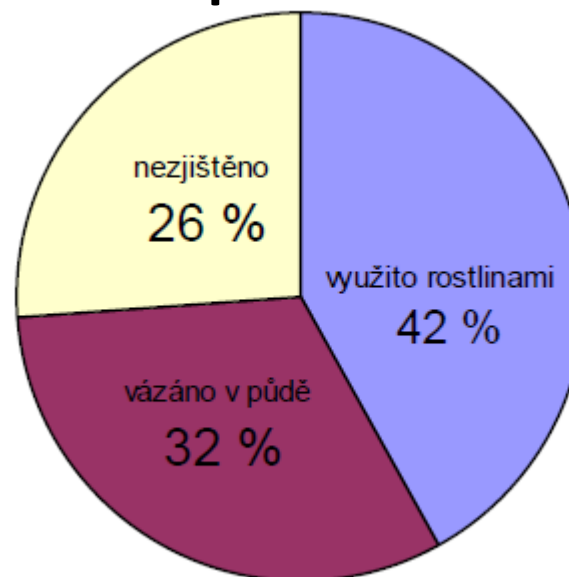
Rothamsted, England

Využití N z hnojiv

**Bilance dusíku po
základním hnojení
ozimé pšenice**



**Bilance dusíku po hnojení
během vegetace u ozimé
pšenice**



Dusík v rostlině

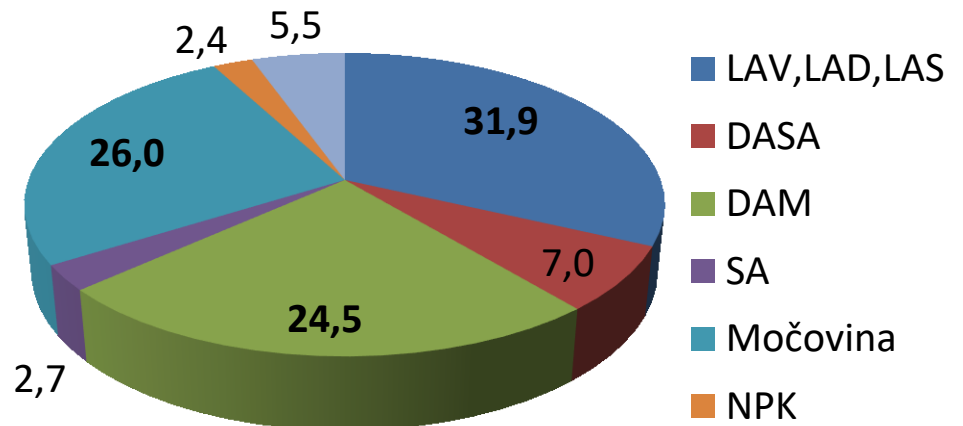
- stavební funkce v rostlině
- součástí řady látek:
 - aminokyselin, bílkovin,
 - pyrimidinových, purinových bází, nukleových kyselin,
 - chlorofylu, amidů, enzymů a dalších biologicky aktivních látek.
- významně ovlivňuje produkci nadzemní hmoty a výnos semene

Z N hnojiv můžeme použít

například:

LAV, LAD (27 % N),
DAM (30 % N), SAM (27 % N)
Močoviny (46 % N),
a další.

Podíl jednotlivých druhů dusíkatých hnojiv (%)
na jejich spotřebě v ČR (2014 -2015)



- **Úprava nevhodného poměru C:N u posklizňových zbytků předplodiny**
- doporučená dávka N se pohybuje v rozmezí 8 - 10 kg na 1 tunu slámy.
- **Způsob užití N hnojivých látek na orné půdě ve zranitelných oblastech**
č. 262/2012 Sb. (Nitrátová směrnice) a jeho novely č. 235/2016 v
tabulce č. 6.

Maximální celková dávka dusíku v období po sklizni hlavních plodin

Způsob hnojení	I. aplikační pásmo		II. aplikační pásmo		III. aplikační pásma			
					a) půdy se středním rizikem infiltrace		b) půdy s vysokým rizikem infiltrace	
	A*	B*	A*	B*	A*	B*	A*	B*
1. K ozimé plodině následující po obilnině	60	120	50	100	40	80	20**	0
2. K ozimé plodině následující po jiné předplodině než je obilnina	40	80	30	60	15**	0	15**	0

Omezení dávek dusíku na orné půdě v období po sklizni hlavní plodiny,
které je stanoveno v tabulce č. 6 v příloze č. 2 k tomuto nařízení,

- a) se vztahuje k období od 15. června příslušného kalendářního roku do začátku období zákazu hnojení uvedeného v tabulce č. 1 v příloze č. 2 k tomuto nařízení

Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na zemědělském pozemku

Období zákazu používání dusíkatých hnojivých látek na orné půdě a trvalých travních porostech

Klimatický region*	Minerální dusíkatá hnojiva	Hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem	Hnojiva s pomalu uvolnitelným dusíkem***
0 – 5	1. 11. – 15. 2. (1. 11. – 31. 1.**)	15. 11. – 15. 2. (15. 11. – 31. 1.**)	15. 12. – 15. 2.
6 – 9	15. 10. – 28. 2. (15. 10. – 15. 2.**)	5. 11. – 28. 2. (5. 11. – 15. 2.**)	15. 12. – 28. 2.

* první číslice kódu bonitované půdně ekologické jednotky.

** platí na zemědělských pozemcích s průměrnou sklonitostí nepřevyšující 5 stupňů a s porostem pšenice ozimé nebo řepky.

*** platí i pro upravené kaly; pokud nedojde k následnému pěstování ozimých plodin je zakázáno hnojení také v období od 1. června do 31. července.

Tabulka č. 4

Výnosy plodin a limity přívodu dusíku pro jednotlivé výnosové hladiny

Plodina	Výnosové hladiny					
	1		2		3	
	t/ha	kg N/ha	t/ha	kg N/ha	t/ha	kg N/ha
Pšenice ozimá potravinářská	do 6,0	170	6,0 - 8,0	200	nad 8,0	230
Pšenice ozimá krmná	do 6,0	160	6,0 - 8,0	180	nad 8,0	200
Pšenice jarní	do 4,0	100	4,0 - 6,0	130	nad 6,0	145
Žito	do 4,5	100	4,5 - 6,0	120	nad 6,0	140
Ječmen ozimý	do 5,0	130	5,0 - 7,0	150	nad 7,0	170
Ječmen jarní sladovnický	do 5,0	90	5,0 - 6,5	110	nad 6,5	130
Ječmen jarní krmný	do 5,0	110	5,0 - 6,5	130	nad 6,5	150

Tabulka č. 5

Limity přívodu dusíku k jednotlivým plodinám nebo kulturám bez ohledu na výnosové hladiny

Plodina/kultura	Limit přívodu dusíku (kg N/ha)
Řepka	230
Luskoviny	40
Jetel, vojtěška*	40
Trávy na orné půdě	200
Trvalé travní porosty	160
Jahody	100

Základní hnojení N

- Při deficitu N v půdě, na půdách méně úrodných, po špatných předplodinách
- Je nutné zohlednit poměr NH_4^+ a NO_3^-
- Pokud je třeba aplikuje se 30 – 40 kg N/ha
- z hnojiv používáme:

LAV (na kyselých půdách)

SA (na alkalických půdách)

Důvody aplikace dusíkatých hnojiv na podzim:

- po špatné předplodině s množstvím posklizňových zbytků
- v suchých podmínkách
- při nízkém obsahu N_{\min} v půdě (pod 10 mg/kg) zjištěného analýzou horní vrstvy půdy (0-30 cm) cca 10 dnů před setím

Doporučené aplikační dávky N k základnímu hnojení pšenice ozimé (Fecenko a kol., 1991)

Obsah N_{\min} v půdě (mg/kg)	Dávka dusíku (kg/ha)
do 5,0	45
5,1-9,0	30
9,1-13,0	15
nad 13,0	0

- u pozdě setých či z jiného důvodu řídkých porostů pšenice

V uvedených případech doporučená dávka 20-40 kg N.ha⁻¹.

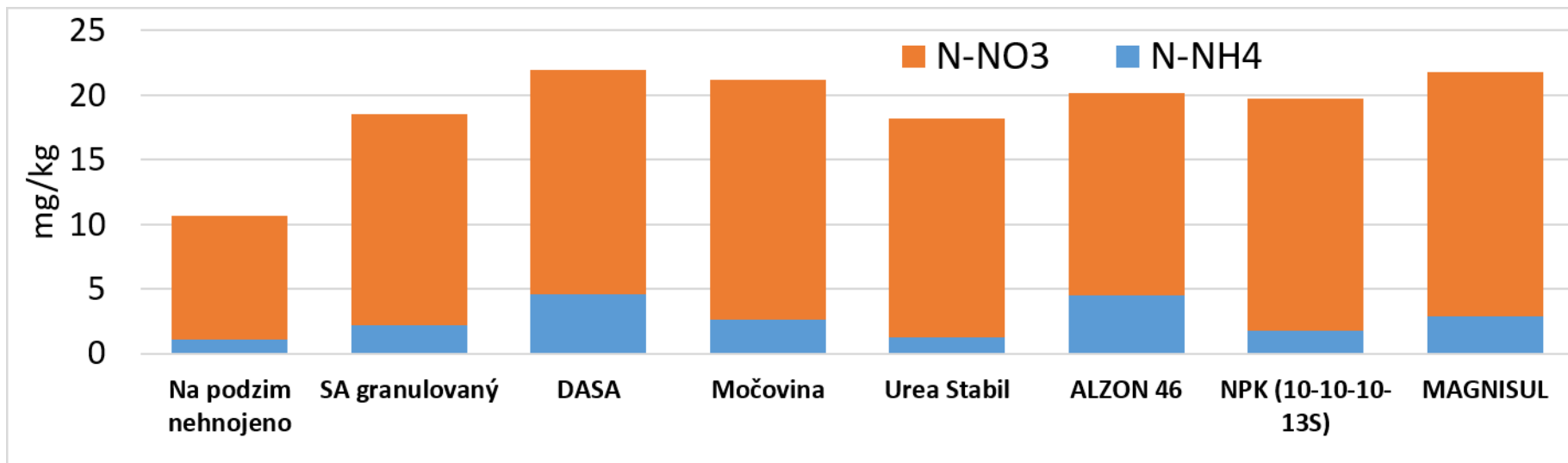
Vzhledem k současným osevním sledům (absence jetelovin, častá předplodina obilnina) je však hnojení N na podzim stále opodstatněnější.

Výnos zrna pšenice ozimé v maloparcelkovém polním pokusu

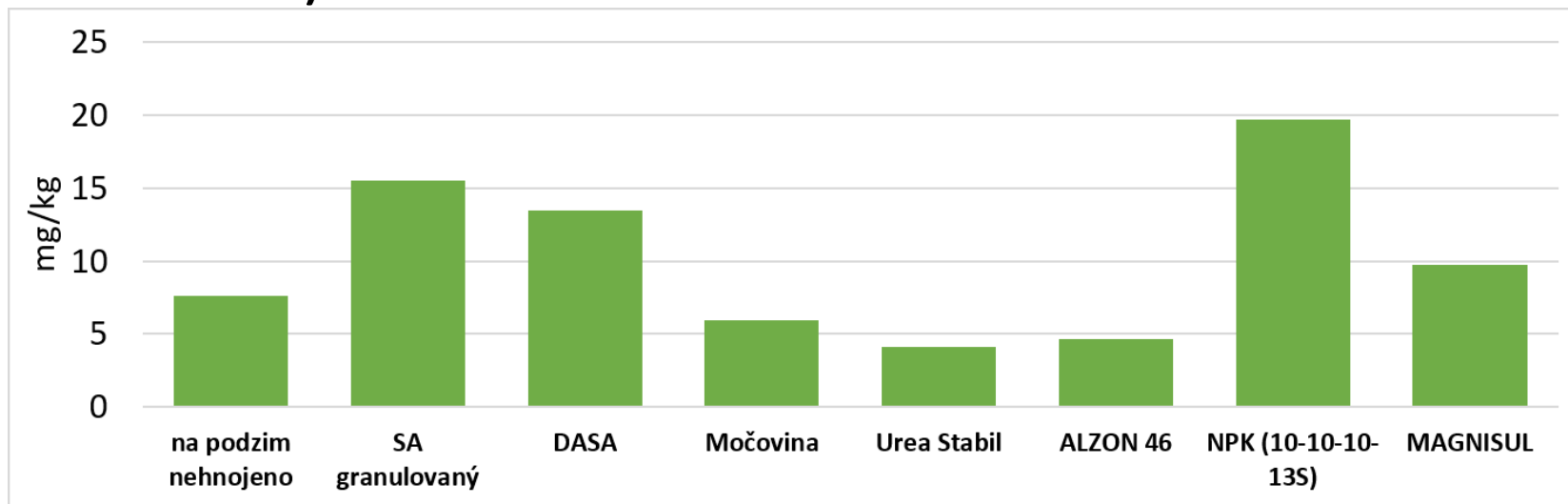
var. č.	varianta hnojení*	výnos zrna (t/ha)		
		2011	2013	průměr
1	nehnojeno na podzim	10,08	8,87	9,48
2	SA granulovaný	10,34	8,91	9,63
3	DASA	10,30	9,21	9,76
4	Močovina	10,37	9,12	9,75
5	UREA Stabil	10,34	8,81	9,58
6	ALZON 46	10,28	9,38	9,83
7	NPKS (10-10-10-13S)	10,98	9,14	10,06
8	MAGNISUL	10,41	9,19	9,80

*Dávky hnojiv na úrovni 40 kg N.ha⁻¹, regenerační a produkční hnojení bylo na var. 2-8 shodné – v sumě 140 kg N.

Obsah minerálního dusíku v půdě na jaře před regeneračním hnojením (průměr z let 2011-2013)



Obsah vodorozpustné síry v půdě na jaře před regeneračním hnojením (průměr z let 2011-2013)



Vhodné použít při předsetové přípravě půdy hnojiva se sírou

- dusíkatá hnojiva se sírou,
- superfosfáty,
- sádrovec (Pregips H),
- draselná i hořečnatá hnojiva s obsahem síry,
- elementární síra.

Význam podzimního hnojení sírou se zvyšuje především tam, kde je do půdy zapravováno větší množství slamnatých posklizňových zbytků.

podobně jako široký poměr C:N i poměr C:S se mnohdy stává limitujícím faktorem, který prodlužuje délku jejich rozkladu v půdě, což se může negativně odrážet v příjmu této živiny a limitovat také využití dusíku rostlinami.

Výnos zrna pšenice ozimé v maloparcelkovém polním pokusu

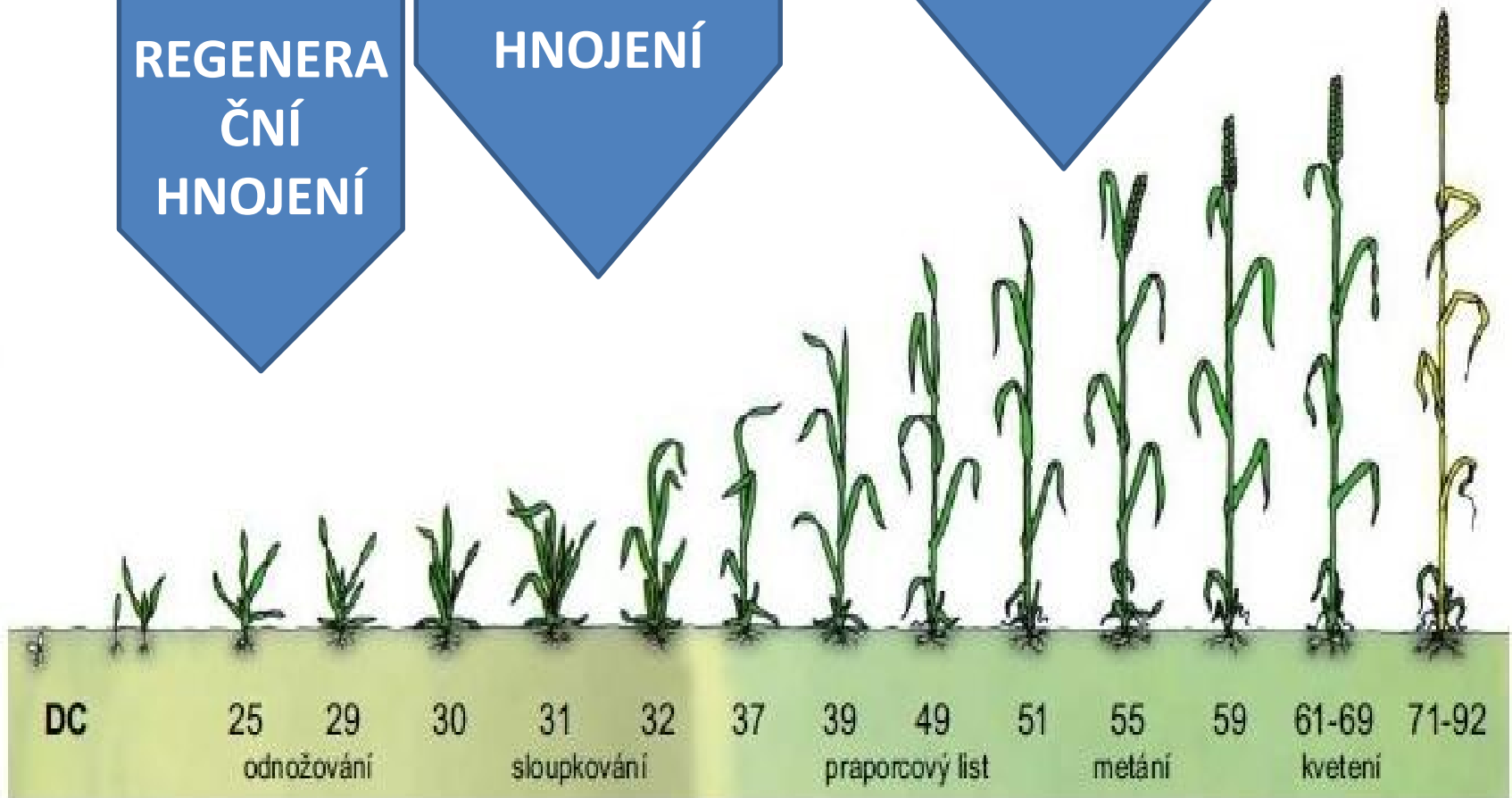
var. č.	Varianta	Podzimní hnojení sírou		Výnos zrna	
		kg/ha	hnojivo	(t/ha)	%
1	Nehnojeno	0	-	1,64	100
2	LAD	0	-	2,17	133
3	Wigor S + LAD	30	Wigor S	2,46	150
4	DASA	0	-	2,29	140
5	Wigor S + DASA	30	Wigor S	2,52	154

Pozitivní účinek aplikace síry při podzimním hnojení prezentují výsledky polního pokusu z roku 2012 s aplikací této živiny v elementární podobě v dávce 30 kg.ha⁻¹

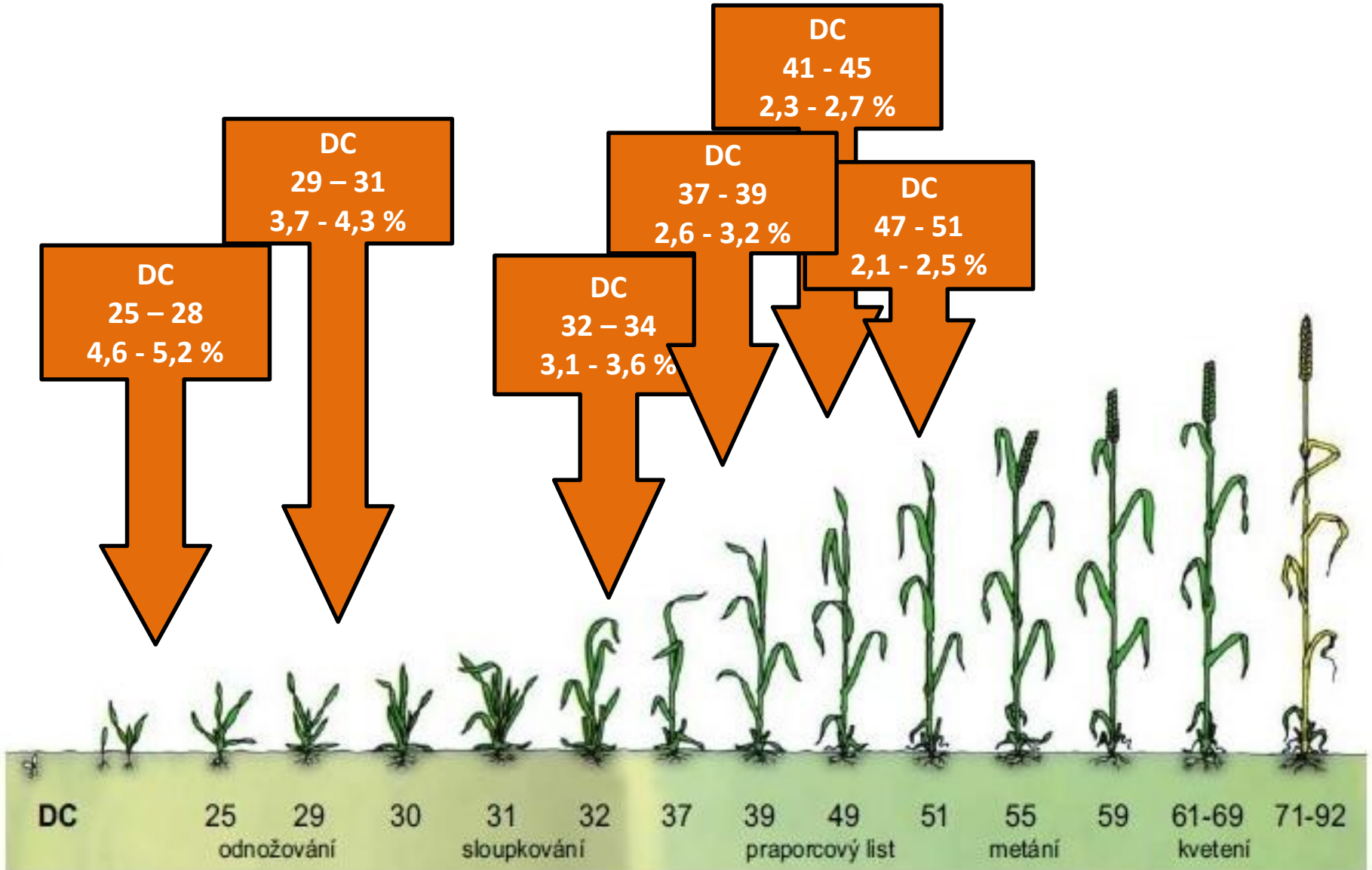
REGENERA
ČNÍ
HNOJENÍ

PRODUKČNÍ
HNOJENÍ

KVALITATIVNÍ
HNOJENÍ



Optimální obsah živin v % sušiny (výnos cca 7 – 8 t pšenice oz./ha)



A) Regenerační hnojení:

- obnovit biomasu u zimou zesláblých porostů
- provádíme dle **N_{\min} v půdě, stavu porostu, odrůdy**
30 – 50 kg N/ha
- u odrůd silně a středně odnoživých dávku N snížíme o cca $15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ – čím více rostlin tím méně N
- u odrůd s nízkou odnožovací schopností dávku N zvýšíme
- z hnojiv používáme:
 - LA, LAD, LAV,
 - SA, DASA, ENSIN, SAM (19+5), LOVOSAN (24+3), YaraBela SULFAN, Sulfammo, aj. – hnojiva se sírou
 - **pozor na DAM 390 nebo SAM 240**

Při regeneračním hnojení platí zásady:

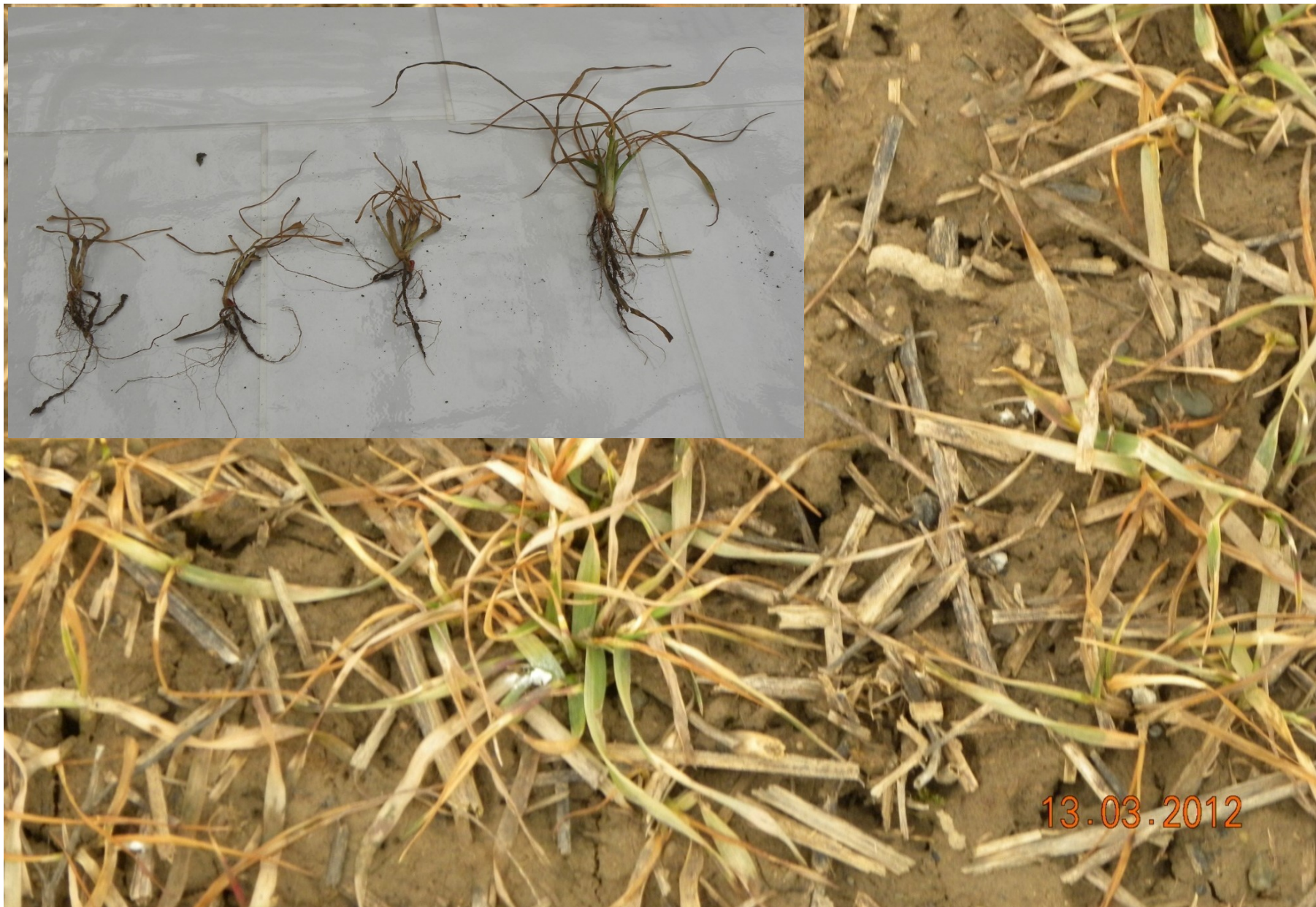
- čím dříve začínáme s hnojením, tím vhodnější je použití hnojiva s amonnou a amidickou formou dusíku (DASA, Ensin, močovina, UREAstabil, Alzon)
- při pozdějším a rychlém nástupu jara má nezastupitelnou úlohu nitrátový dusík, který nejčastěji dodáváme v ledkových typech hnojiv (LAD, LAV).
- ledky preferujeme pro slabší porosty, u kterých potřebujeme podpořit odnožování.
- pro již dostatečně odnožené rostliny se 2 – 3 silnými odnožemi, v případě že nechceme podpořit další odnožování používáme hnojiva nejlépe s amidickou formou dusíku.
- v aridních oblastech s častým výskytem pozdějších přisušků je časné jaro vhodným obdobím pro aplikaci vyšších dávek (70 – 90 kg N/ha) – vhodná je k tomu močovina.

Poškozené rostliny ozimé pšenice mrazem



21.03.2012

Poškozené rostliny ozimé pšenice mrazem



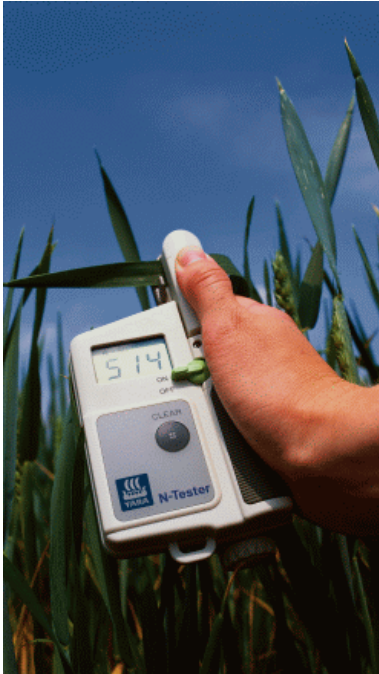
13.03.2012

Poškozené rostliny ozimé pšenice mrazem



B) Produkční hnojení: I. (II.)

- provádíme ve fázi DC 29 při odnožení do počátku sloupkování
- ovlivňuje: **diferenciaci stébel, klasového vřetene a tím hustotu porostu a produktivitu klasu**
- provádíme ho podle: **Nmin v půdě,**
N v rostlině N testery
N sensory
ARR



B) Produkční hnojení: I. (II.)

- z hnojiv používáme:

DAM – 390, LAD, LAV, močovina

**SA, DASA, ENSIN, SAM (19+5), LOVOSAN (24+3), YaraBela
SULFAN, Sulfammo, aj. – hnojiva se sírou**



Vliv aplikace síry na utilizaci dusíku (Schnug et al., 1993a)

Plodina	pšenice ozimá			pšenice jarní		
	odběr N (kg.ha ⁻¹)		čistá využitel nost N- hnojiv (%)	odběr N (kg.ha ⁻¹)		čistá využitel nost N- hnojiv (%)
Varianta hnojení	zrno	sláma		zrno	sláma	
kontrola	151	45,8	59	107	26,4	31
elem. síra	179	47,6	71	114	28,5	36
síranová síra	180	56,3	75	125	31,1	43

C) Kvalitativní pozdní přihnojení

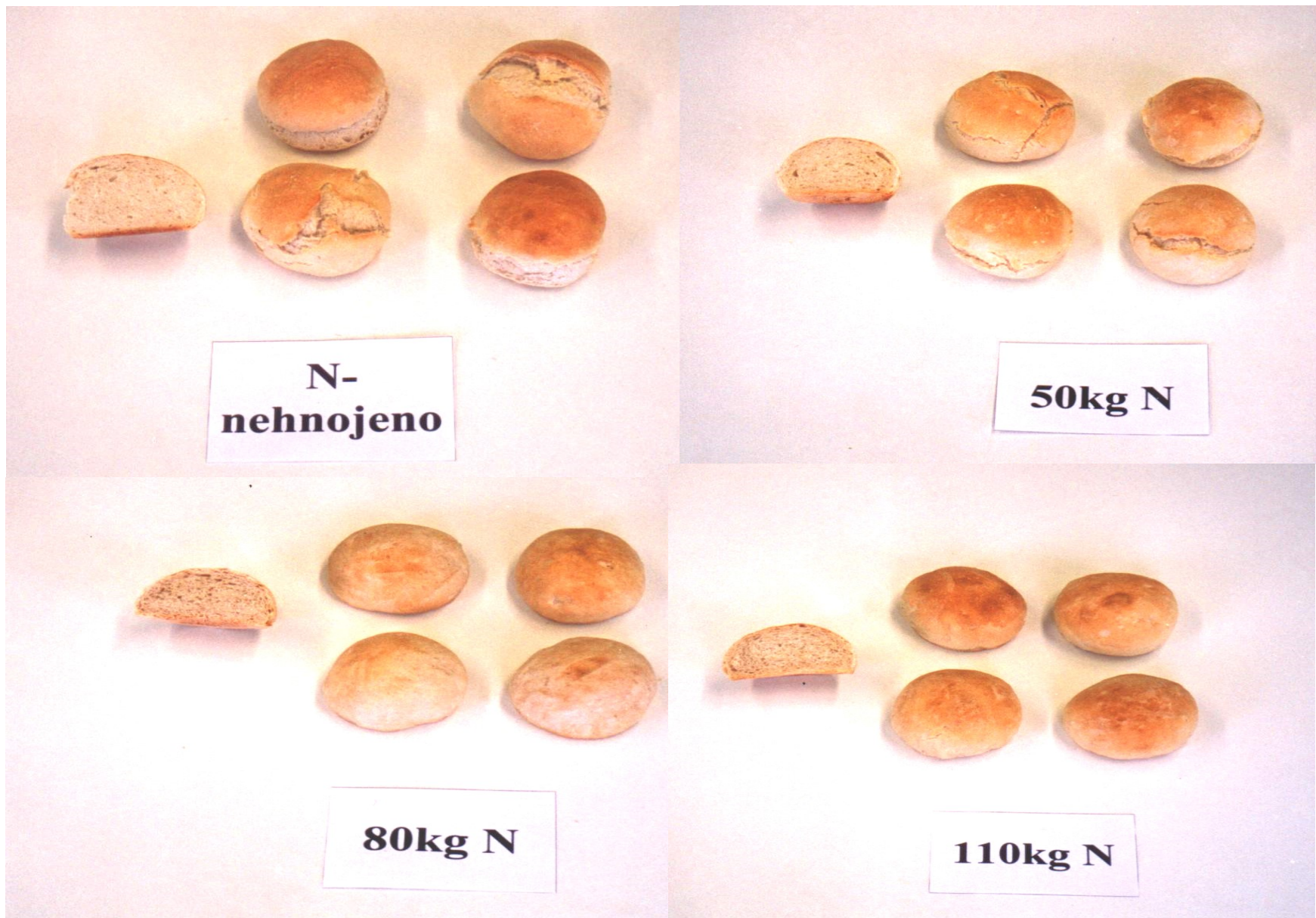
- provádíme v období **před metáním do začátku kvetení**
- ovlivňuje: **hmotnost obilek a obsah N-látek v obilkách**
- účinnost pozdního přihnojení je závislá na dobrém zdravotním stavu porostu a na příznivých vláhových poměrech
- z hnojiv používáme: **DAM 390, močovina, SAM**



Pekárenská a pečivárenská kvalita

Jakostní ukazatele	pšenice	
	pekárenská	pečivárenská
Vlhkost	nejvýše 14	nejvýše 14
Objemová hmotnost (kg/hl)	nejméně 76	nejméně 76
Obsah N-látek v sušině	nejméně 11,5	nejvýše 11,5
Sedimentační hodnota(ml)	nejméně 30	nejvýše 25
Číslo poklesu (7g) v s	nejméně 220	nejméně 220

Vliv dávky N na kvalitu výrobku

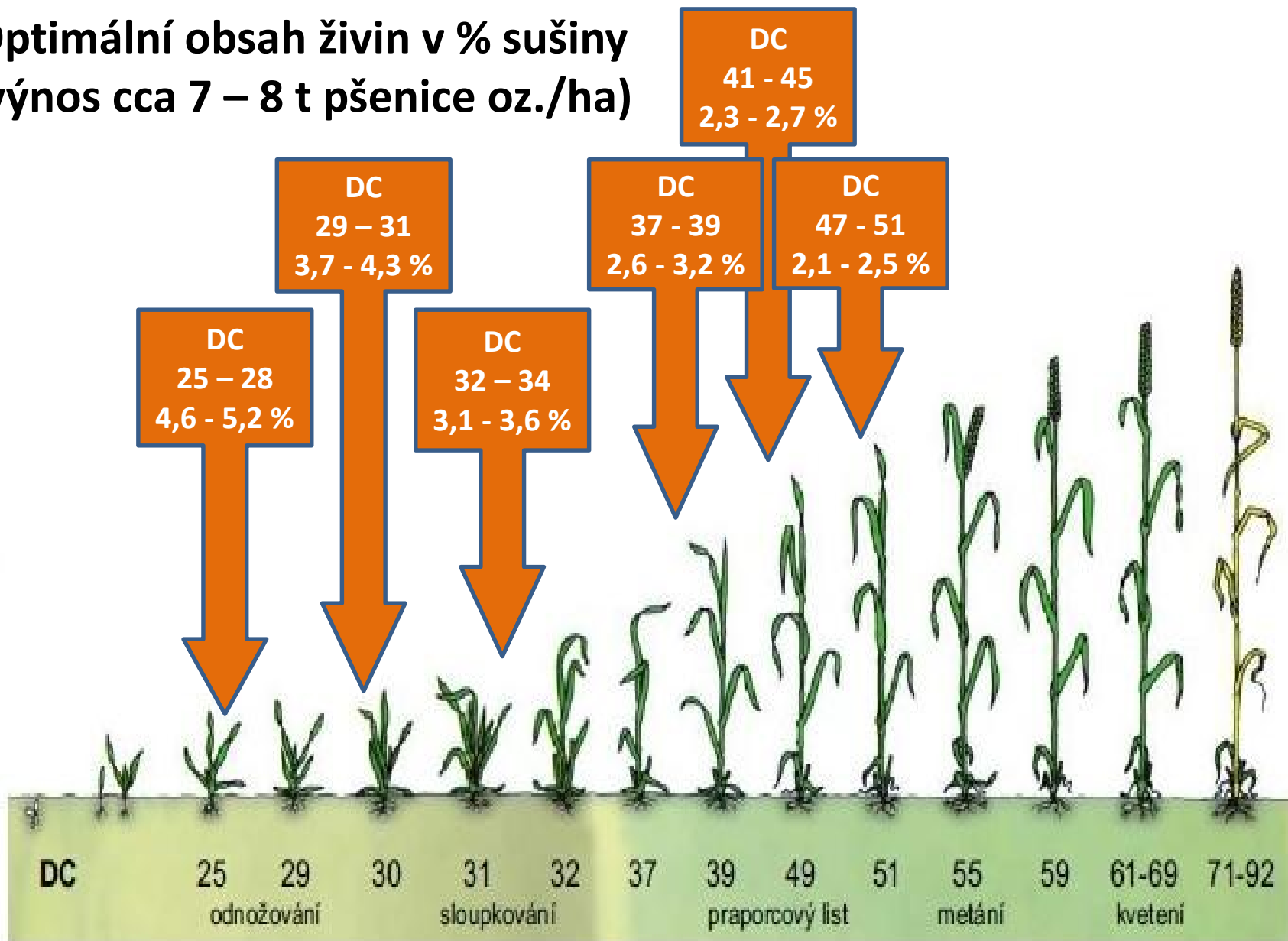


Vliv síry na kvalitu pekařských výrobků



Metodika hnojení pšenice ozimé

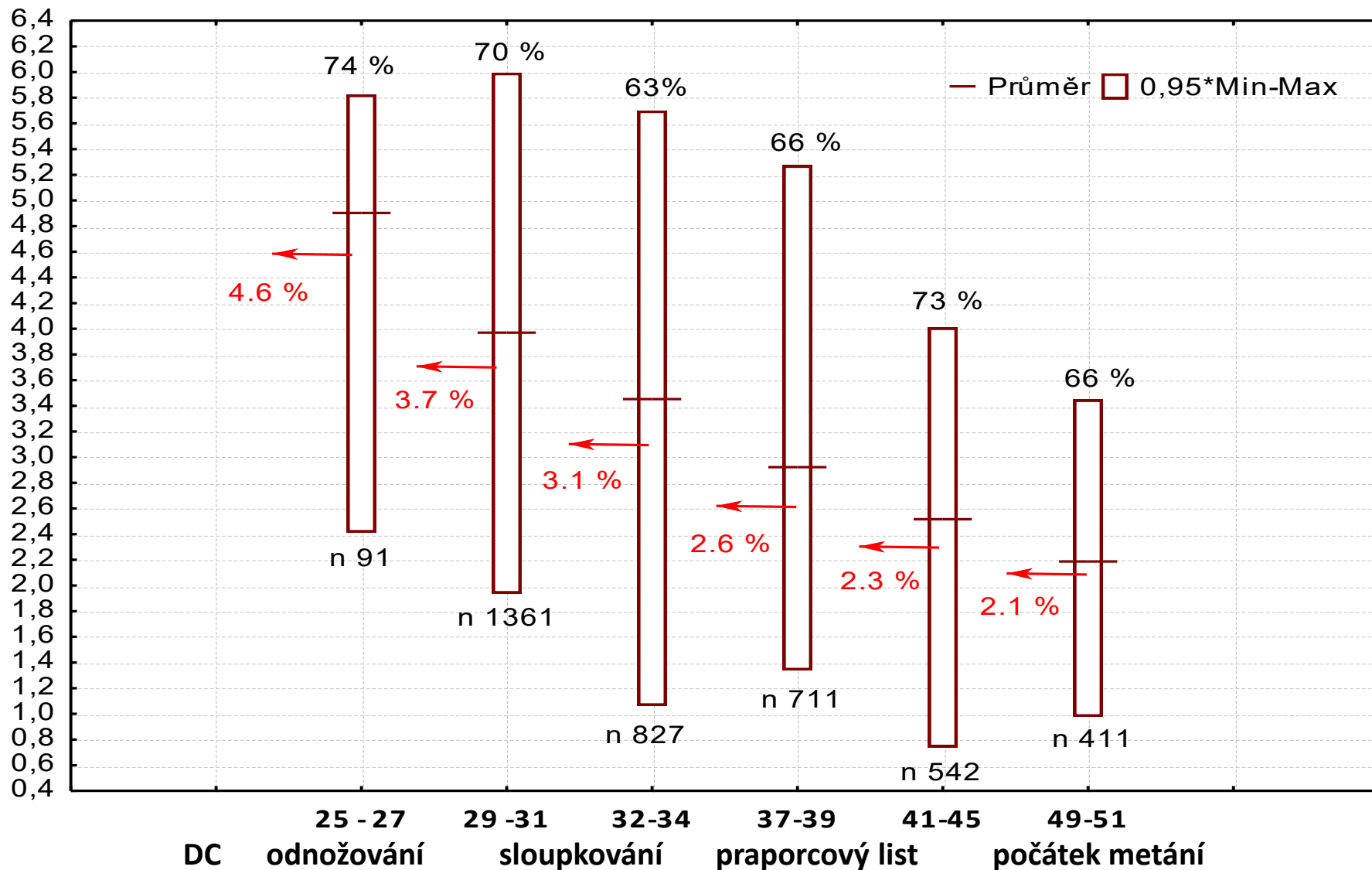
Optimální obsah živin v % sušiny (výnos cca 7 – 8 t pšenice oz./ha)



Obsah dusíku v sušině rostliny pšenice (2009 – 2011)

(Zemědělská oblastní laboratoř Malý a spol.)

% v suš.



Stanovení dávky N pro ozimou pšenici (pro výnos 7-8 t/ha je potřeba 168-192 kg N/ha – průměr 180 kg N)

Obsah N min. v půdě		Celkem dodat N (potřeba 180 kg N minus Nmin v kg/ha)	Dávka N ve fazi v kg/ha		
(mg/kg)	(kg/ha)		BBCH 21-28	BBCH 29-33	BBCH 51-69
Pod 8,5	Pod 35	(133-157) 145	75	70	15-20*
8,6 - 13	35,1-52	(133-140) 135	70	65	15-20*
13,1 - 17	52,4-68	(116-140) 125	65	60	15-20*
17,1 - 20	68,4-80	(100-112) 105	55	50	15-20*
20,1 - 28,5	80,4-114	(88-78) 85	50	35	15-20*
28,6 - 34	114,4-136	(54-56) 55	35	20	15-20*
34,1 - 40	136,4- 160	(32-32) 30	30	0	15-20*
Nad 40,1	Nad 160,4	(8-32) 20	20	0	15-20*


* **dávka na kvalitativní hnojení – je stanovena nad hodnotu normativní potřeby**

- pro BBCH 21- 29 (regenerační): LAV, LAD, LA, DASA

- pro BBCH 30- 33 (produkční): DAM 390, SAM 240, AgroSAM



- pro BBCH 51-59 (kvalitativní): LV, LA, DAM 390

Doporučení pro přihnojení N k ozimé pšenici podle obsahu N mn v půdě a dle výsledků ARR – fáze (25) 29 -34 (odnožování) konec odnožování – 4.kolénko

Fáze	Fáze		% N				
			-20%	-10 %	optimum	+ 10 %	+ 20 %
Fáze (25) 29 -34 	25-28*		Pod 4,1	4,1 – 4,5	4,6 – 5,2	5,3 – 5,7	Nad 5,7
	29-31		Pod 3,4	3,4 – 3,6	3,7 – 4,3	4,4 – 4,8	Nad 4,8
	32-34		Pod 2,8	2,8-3,1	3,1 – 3,6	3,7 – 4,1	Nad 4,1
	N min v půdě		Dávky N v kg na ha				
	mg/kg	kg/ha					
	Pod 8,5	Pod 35	80	75	70	60	50
	8,6 - 13	35,1-52	75	70	65	55	45
	13,1 - 17	52,4-68	70	65	60	50	40
	17,1 - 20	68,4-80	60	55	50	40	30
	20,1 - 28,5	80,4-114	45	40	35	25	15
28,6 - 34	114,4-136	35	30	20	15	0	
34,1 - 40	136,4- 160	25	15	0	0	0	
Nad 40,1	nad 160,4	0	0	0	0	0	

* ve fázi 25 – 28 přihnojujeme dusík na základě obsahu Nmin v půdě

Doporučení pro přihnojení N k ozimé pšenici podle obsahu N min v půdě a dle výsledků ARR – Fáze 37 – 45 (praporcový list) a 47 – 51 (začátek metání)

Fáze	Fáze	% N					
		-20%	-10 %	optimum	+ 10 %	+ 20 %	
Fáze 37 - 45 	37-39	Pod 2,3	2,3-2,5	2,6 – 3,2	3,3 – 3,6	Nad 3,6	
	41-45	Pod 2,1	2,1-2,3	2,3 – 2,7	2,8 – 3,1	Nad 3,1	
	N min v půdě		Dávky N v kg na ha				
	mg/kg	kg/ha					
	Pod 8,5	Pod 35	40	35	30	25	20
	8,6 - 13	35,1-52	35	30	25	20	15
	13,1 - 17	52,4-68	30	25	20	15	0
	17,1 - 20	68,4-80	25	20	15	0	0
	20,1 - 28,5	80,4-114	15	0	0	0	0
	Nad 34	Nad 114,0	0	0	0	0	0
Fáze 47 -51 	47-51	Pod 1,8	1,8-2,0	2,1 – 2,5	2,6 – 2,8	Nad 2,8	
	N min v půdě		Dávky N v kg na ha				
	Pod 8,5	Pod 35					

*U odrůd pekařských tvořících výnos produktivitou klasu zvyšujeme dávku na 40 kg N/ha

Pšenice jarní

2015

51,5 tis. ha

4,26 t/ha



Průměrná spotřeba čistých živin na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy se odčerpá

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	

- Kratší vegetační doba než pš. ozimá

Úprava zásoby P, K, Mg – podzim (jaro) - AZZP

- Vyšší odběr N než K (u pš. ozimé je odběr N a K vyrovnaný)

Hnojení N

Celková dávka N je doporučována v rozmezí **80–120 kg/ha**,

- **Základní (předsetové) hnojení: 1/2 - 2/3 z celkového N – korekce (N_{min})**
- **Produkční hnojení: 1/3 - 1/2 - nejpozději ve fázi ukončeného odnožování, počátku sloupkování**

Na půdách středních a těžkých

a po dobrých předplodinách (obsah N_{min})

lze aplikovat dávku dusíku **jednorázově**



- při vysokém založení výnosových prvků (podle vývoje porostu) je vhodné uvažovat o pozdním přihnojení N (**15–30 kg/ha**)
- termín před začátkem metání - dosažení kvalitativních parametrů obsahu bílkovin a lepku
- Hnojiva:
 - **LAV, LAD, DAM, močovina** (zákl. hnojení)
 - **LAV, LAD, DAM, močovina** (produkční hnojení)
 - **močovina, DAM** (kvalitativní hnojení)



Ječmen jarní



2015

262 tis. ha

5,43 t/ha

Požadavky jarního ječmene na půdu:

- vyžaduje půdy středně těžké - hlinité až písčitohlinité
- **slabě kyselou** až neutrální reakci (6,2 – 6,7) – **nesnáší kyselé půdy!!**
- s dobrou schopností poutat vodu a živiny
- důležitá je **dobrá** zásoba přístupných živin – **krátká vegetační doba**
- mělký kořenový systém (nejslabší u obilnin) – **nízká osvojovací schopnost pro živiny**

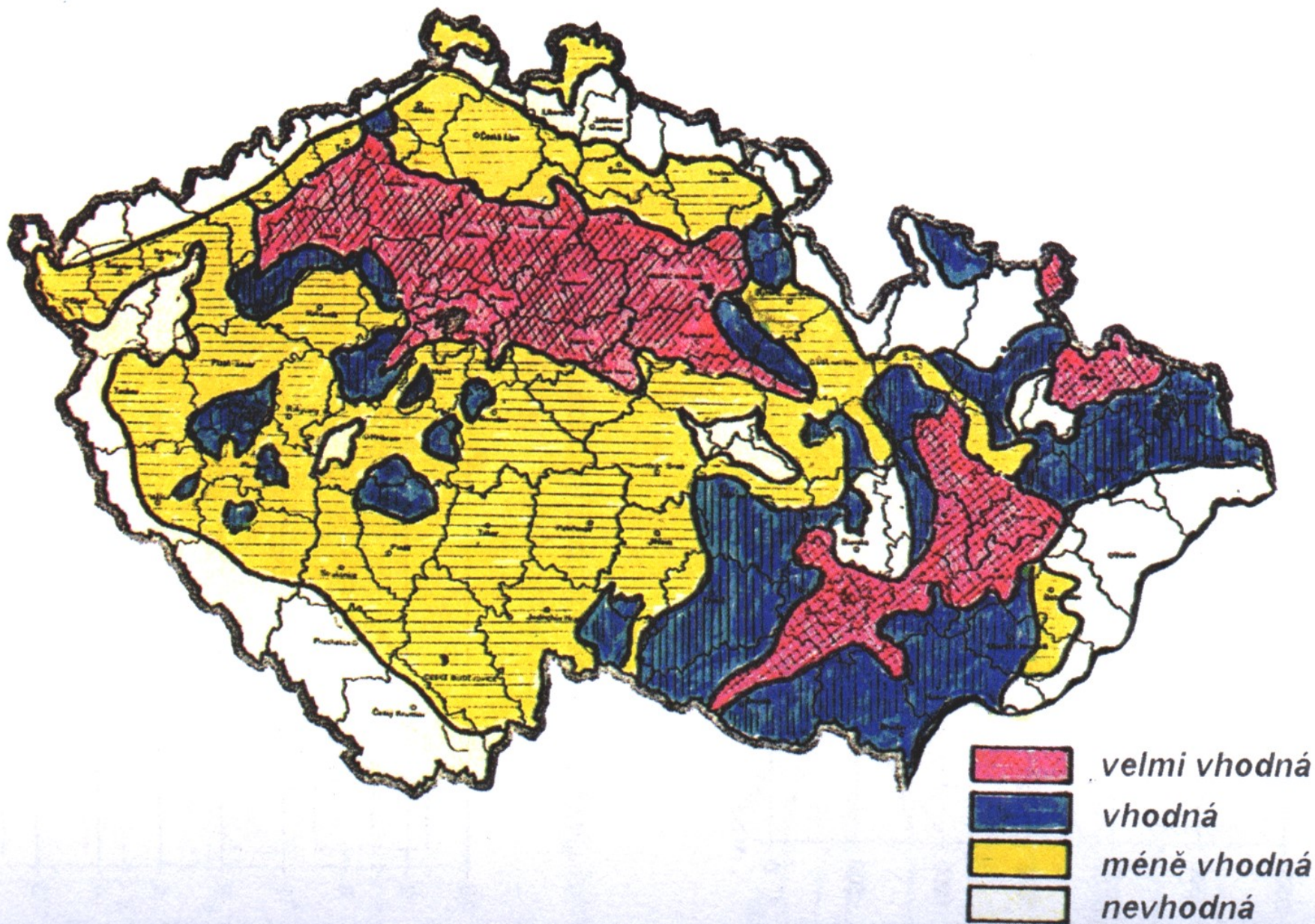
Setí, předsetová příprava a založení porostu

- Seťové lůžko se kypří do hloubky 4-6 cm, hloubka setí 3-5 cm.
- Norma výsevku v ŘVO-4,0 MKS, BVO 4-4,5MKS, KVO 3,5-4 MKS. Je třeba respektovat i *vlastnosti odrůdy (odnoživost)* a kvalitu osiva a obsah živin v obilce.
- **Hnojení N při předsetové přípravě podle N_{\min} stanoveného ve vzorcích odebraných z profilu 0-30cm**
- **Při volbě dávky dusíku je nutné vycházet nejenom z celkového obsahu N_{\min} v půdním profilu ale také z poměru mezi nitrátovou a amonnou formou dusíku**

Setí, předset'ová příprava a založení porostu

- Při setí musí být půda vyzrálá a **ječmen se nesmí zamazat**. Při nedodržení dochází ke žloutnutí rostlin, porost není vyrovnaný co do výšky rostlin a počtu odnoží.
- **Hnojení dusíkem:**
 - při zaorávce řepného chrástu N nehnojit
 - je-li realizováno hnojení pod patu, je třeba počítat s vyšším využitím živin zvláště u N a P a intenzivním rozvojem kořenového systému rostlin

Vhodnost oblastí České republiky pro pěstování sladovnického ječmene



Průměrná spotřeba (kg) čistých živin na výnos (1 t) hlavního produktu:

Ječmen jarní	N	P	K	Ca	Mg	S
	24	5,2	19,9	6,0	1,8	4,2

Výnosem 6 tun zrna se porostem odčerpá

	Odčerpané množství živin v kg.ha ⁻¹					
Ječmen jarní	N	P	K	Ca	Mg	S
	145	30	120	36	10	25



2 kolénko



metání



mléčná zralost

Vliv živin na kvalitu sladovnického ječmene

Dusík:

- limituje **obsah bílkovin v znu**
- působí na **počet produktivních odnoží**
- ovlivňuje rovnoměrné dozrávání **a podíl předního zrna**

Fosfor:

- působí na **obsah škrobu a tím extraktu ve sladu**
- zvyšuje podíl předního zrna (nad sítem 2,5 mm)

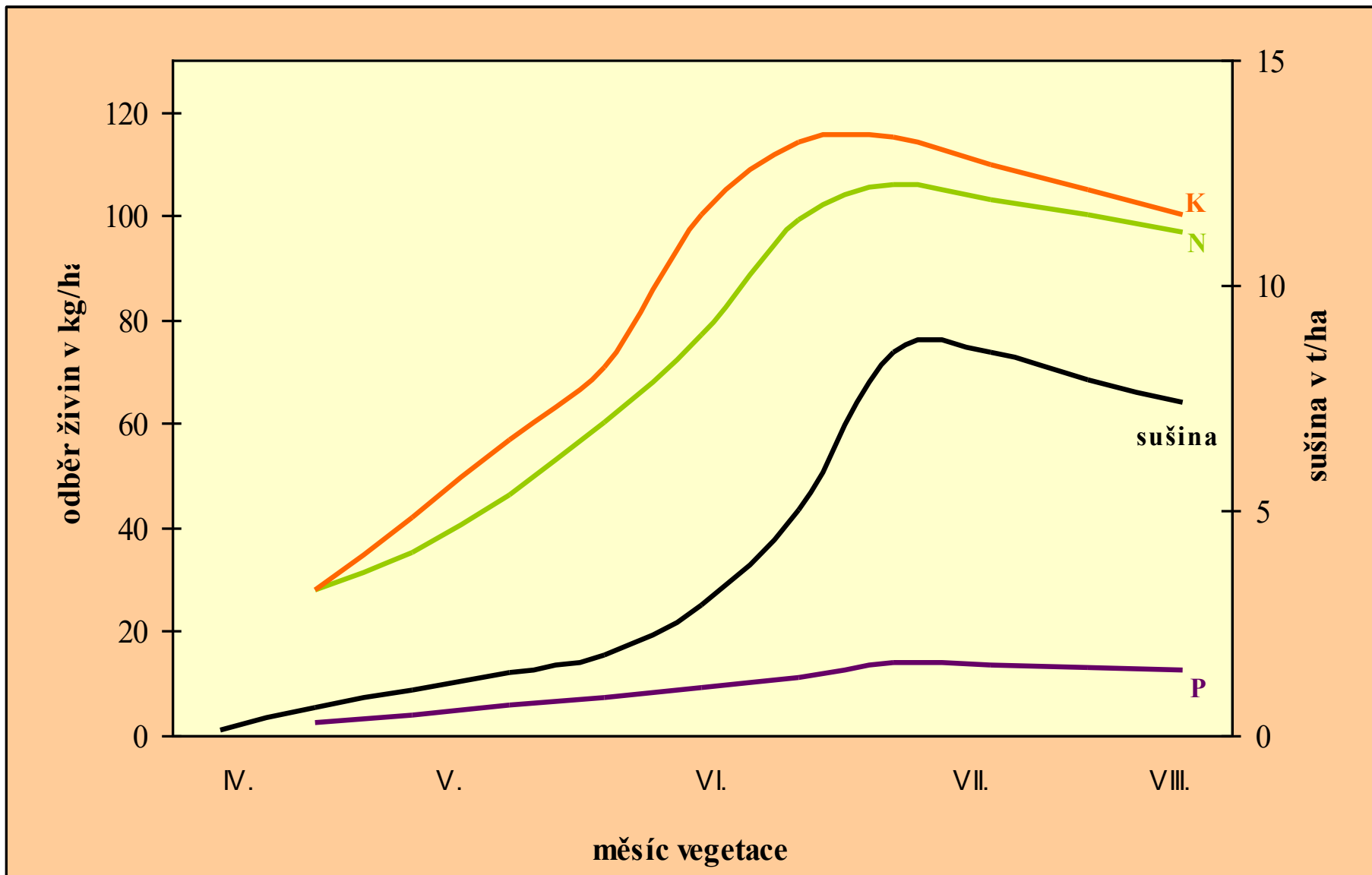
Draslík:

- zlepšuje **kyprost endospermu**
- ovlivňuje **jemnost pluch**
- působí na **syntézu sacharidů**
- snižuje **obsah N látek v znu**
- působí **na počet produktivních odnoží**

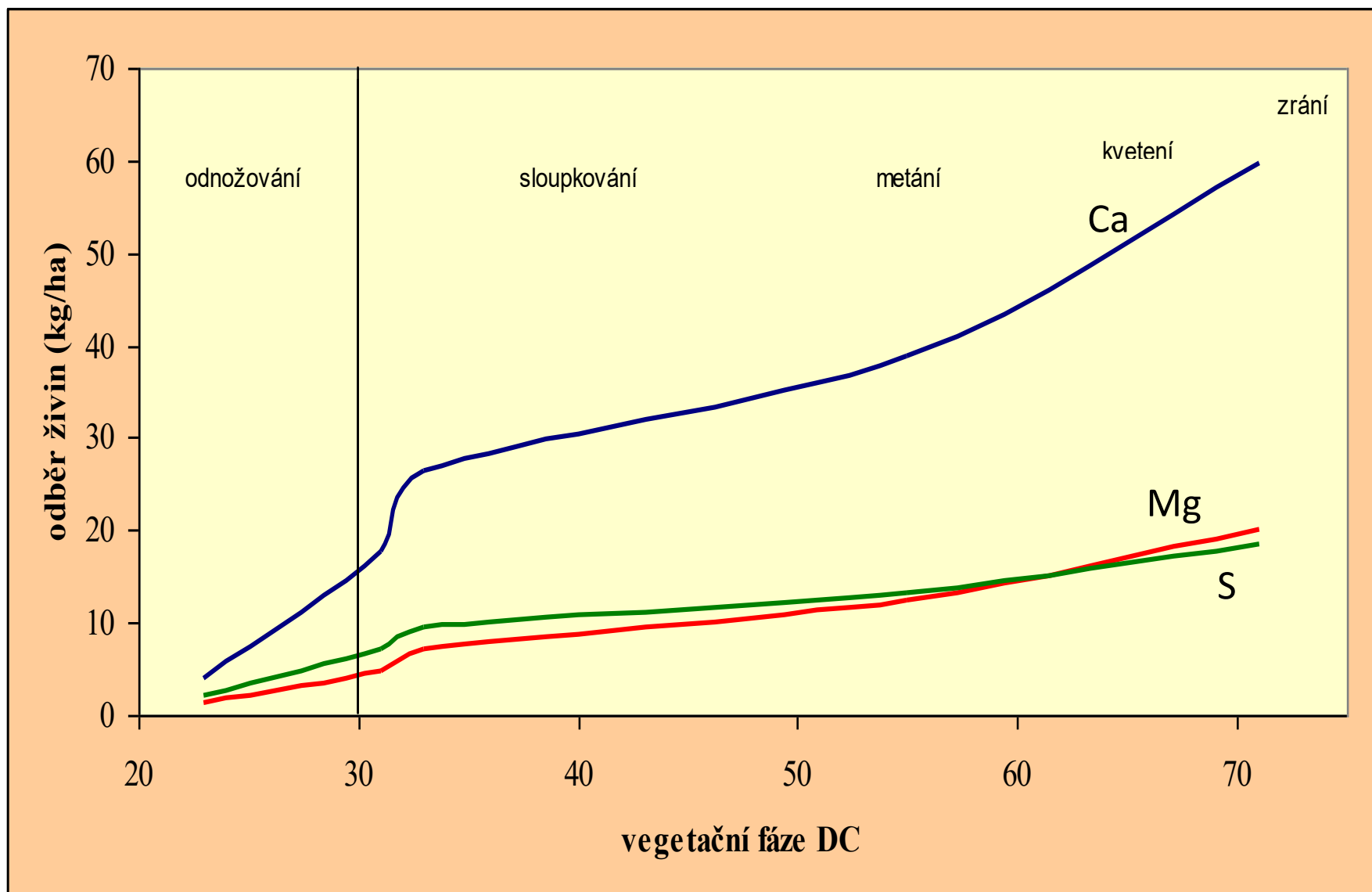
Příjem živin během vegetace:

- v prvních 15 dnech intenzivnější příjem P nad N (rozvoj kořenů)
- po vytvoření 3 listu převažuje příjem N nad P (rozvoj listů)
- optimální koncentrace N a P stimuluje odnožování, vysoký obsah K inhibuje tvorbu odnoží
- od vzejití do 25 – 30 dne (1 kolénko) odčerpá ječmen 40 – 60% všech živin z celkového množství a přitom vytvoří 20 % sušiny
- N je intenzivně přijímán až do metání

Dynamika tvorby sušiny a odběru živin u jarního ječmene



Dynamika odběru Ca, Mg, S u jarního ječmene



Hnojení P, K, Mg:

- fosforečnými, draselnými a hořečnatými hnojivy se hnojí podle půdní zásoby (AZZP) a předplodiny

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nízká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení normativ + 25 - 50 %	mírné dosycení normativ + 10 - 25 %	normativ	nehnojit
Draslík				
Hořčík				

- P, K a Mg hnojiva se zapravují do půdy na podzim, případně již k předplodině – stará půdní síla

Hnojení dusíkem:

- podle předplodiny
- podle N_{\min} v půdě
- podle rozborů nadzemních částí rostlin



Požadavky jarního ječmene na předplodinu:

- jarní ječmen je plodinou staré půdní síly, zařazuje se po **okopaninách** (cukrovka, kukuřice na zrno či na siláž), nebo jako **druhá obilnina** (po pšenici).
- **při zaorávání slámy kukuřice a pšenice upravujeme poměr C:N přidáním dusíku** (7 – 10 kg.t⁻¹ ve formě DAM- 390, SAM – 240, močovina, org. hnojiva, aj.)
- Významné je **uvolnění dusíku z posklizňových zbytků co nejdříve** tak aby byl k dispozici **ihned na počátku růstu**. **Pozdější rozklad** (např. při pozdním zaorání chrástu cukrovky nebo posklizňových zbytků kukuřice), **může negativně ovlivnit především kvalitu zrna!!**

Požadavky jarního ječmene na předplodinu:

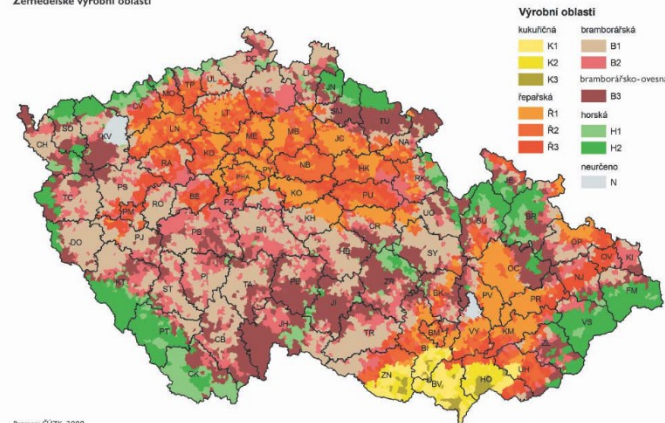
- vysoký obsah **K** v chrástu zvyšuje jeho příjem rostlinami, na harmonizaci příjmu je třeba zvýšit obsah **P a Mg** - při **zaorání řepného chrástu** aplikujeme na půdách s nízkou zásobou fosforu **4 – 5 kg P na 10 tun chrástu**

Hnojení N podle předplodiny:

A) Řepařská výrobní oblast:

- po organicky hnojených okopaninách dávku $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, při výnosu cukrovky nad $50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ zvýšit dávku o $10 - 20 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
- po zaorávce chrástu N nehnojit
- po obilnině $30 - 50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$

Zemědělské výrobní oblasti



Pramen: ČÚZK, 2009

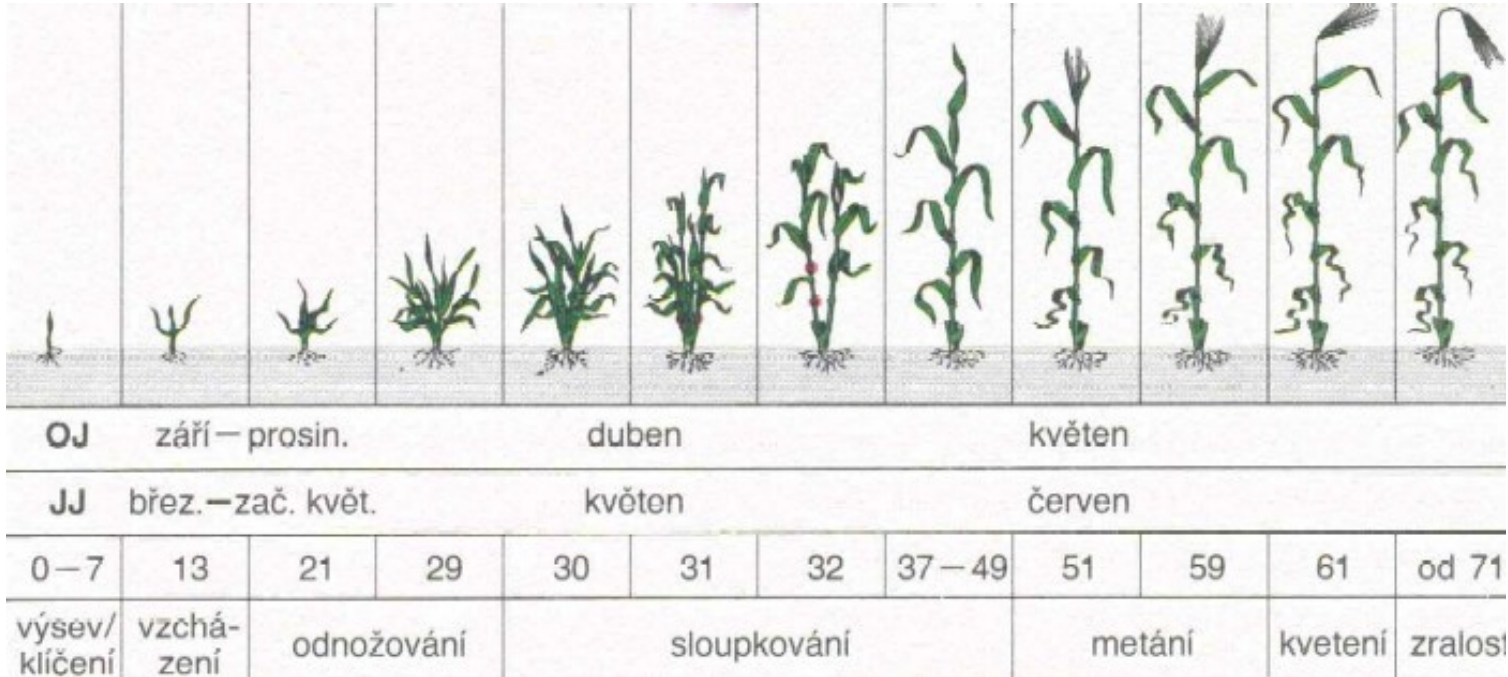
Zdroj obrázku: Situační a výhledová zpráva Půda, Listopad 2009
http://eagri.cz/public/web/file/45535/puda_11_2009.pdf

B) Kukuřičná a bramborářská v. o.:

- po organicky hnojených okopaninách dávku $40 - 50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
- po obilnině $50 - 60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$

Hnojení N podle předplodiny:

- Při pěstování pro krmné účely nebo na semenářských plochách mohou být dávky dusíku o 10-20% vyšší
- V tomto případě ½ dávky dusíku aplikovat před setím a druhou ½ jako produkční dávku před začátkem sloupkování.



Zaorávka chrástu:

- zaoráním chrástu se obohatí půda v průměru o 220 kg N, 22 kg P, 295 kg K, 45 kg Ca, 34 kg Mg.
- u pozdně zaoraného chrástu se zvláště v případě časného nástupu zimy a dlouhotrvajících mrazů N mineralizuje až na jaře.
- je-li jaro suché, může se projevit nedostatek N a je nutné přihnojit N ($15 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$).
- při pozdější mineralizaci chrástu vzniká větší riziko zvýšení obsahu N látek v zrně.

Měsíc	Časně zaprav. chrást (říjen)	Pozdně zaprav. chrást (listopad)	Bez zaprav. chrástu
	N min v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$		
březen	140	104	116
duben	136	121	109

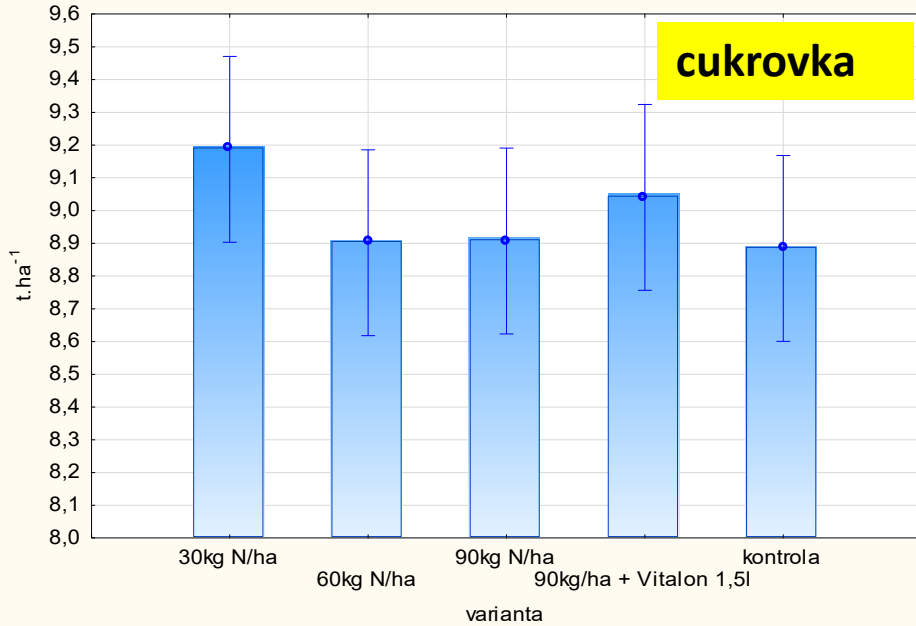
Průměrné výnosové výsledky podle předplodin

Předplodina	Výnos zrna		HTZ v	
	t/ha	rel. %	g	rel. %
Cukrovka	8,98	100,0	43,87	100,0
Kukuřice siláž	5,66	63,0	40,00	91,2
Kukuřice zrno	4,60	51,2	41,08	93,6

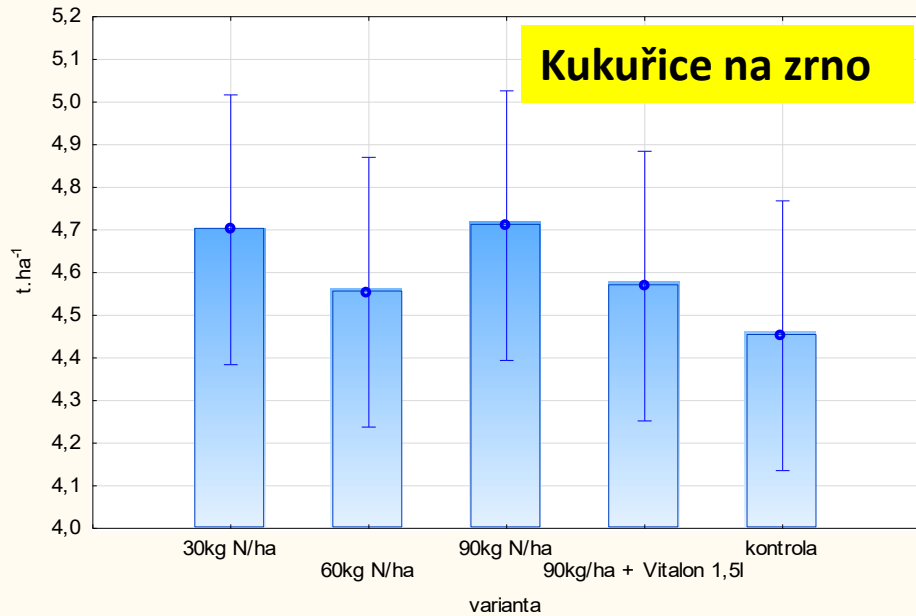


Výnos zrna ječmene

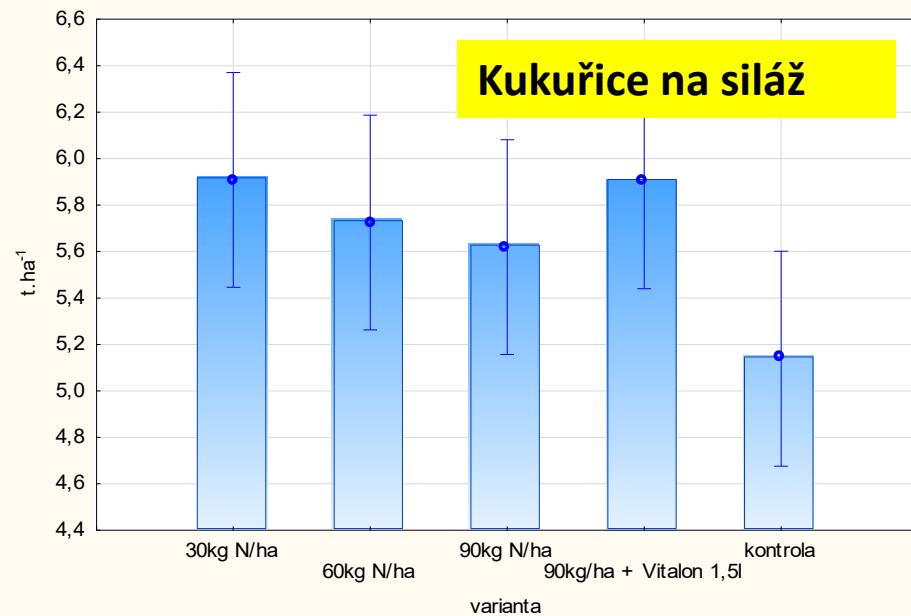
Výnos zrna po předplodině cukrovce
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



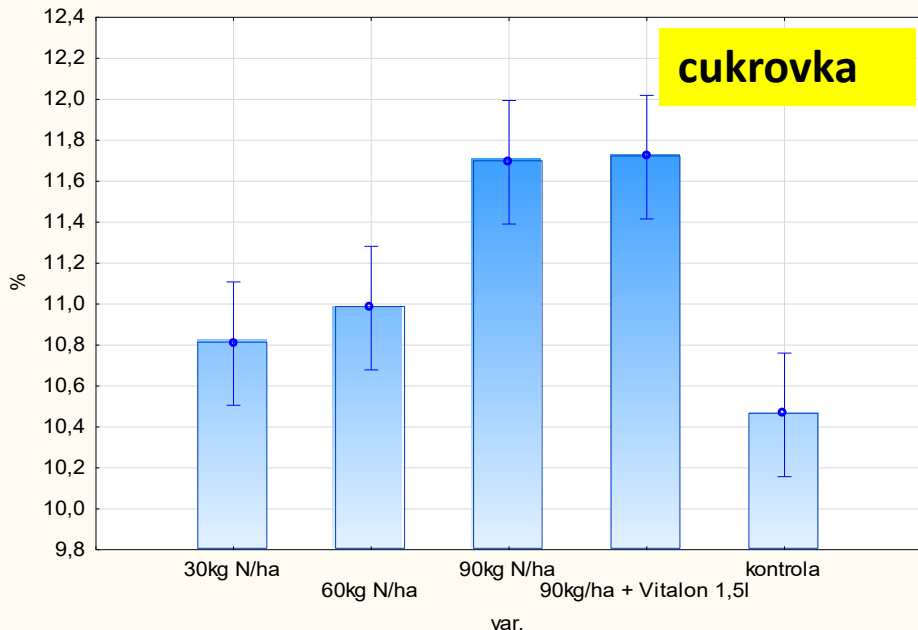
Výnos zrna po kukuřici na zrno
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Výnos zrna po předplodině silážní kukuřici
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



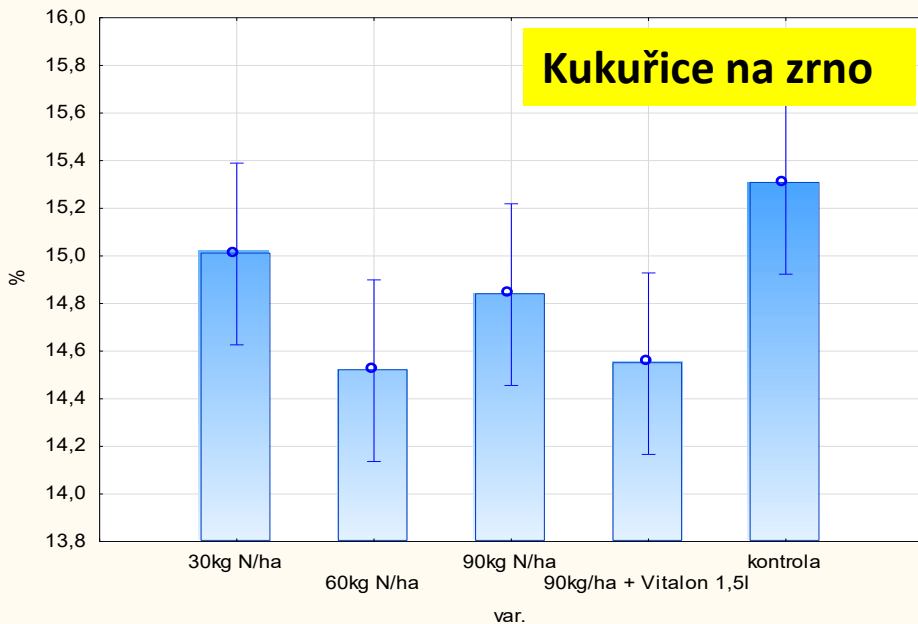
Obsah N-látek po předplodině cukrovce
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



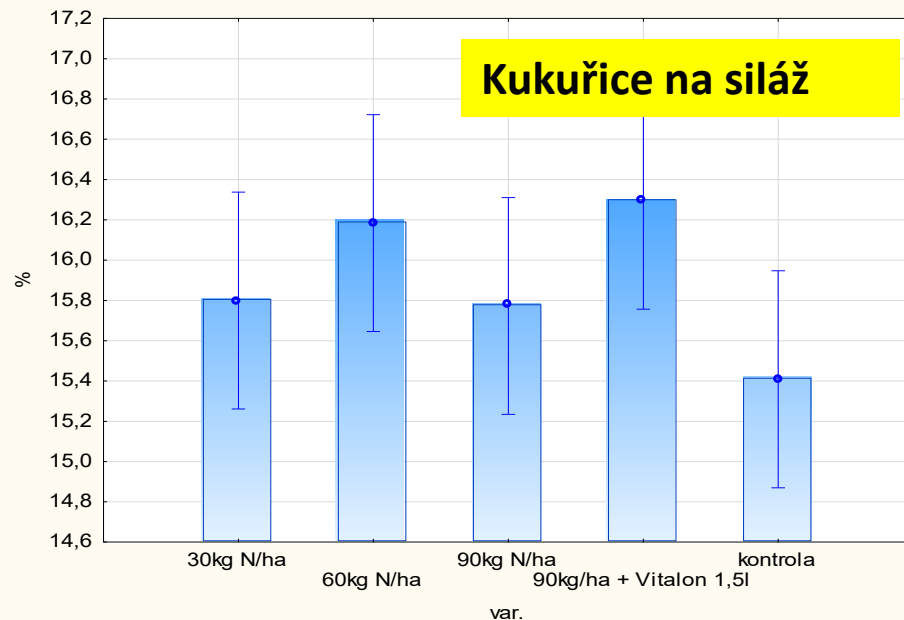
obsah N-látek v zrně ječmene 2012

Hodnoty jakostních ukazatelů ječmene sladovnického (ČSN 46 1100-5)		
Jakostní ukazatele	Základní jakost (%)	Závazná jakost (%)
Vlhkost	15,0	nejvýše 16,0
Přepad zrna nad sítem 2,5 × 2,2 mm	90,0	nejméně 70,0
Zrna poškozená	2,0	nejvýše 5,0
Zrna se zahnědlými špičkami	2,0	nejvýše 6,0
Zrna porostlá	0,0	nejvýše 0,5
Celkový odpad, z toho:	3,0	nejvýše 7,0
neodstranitelná příměs	-	nejvýše 1,0
zelená zrna	-	nejvýše 1,0
Klíčivost	98,0	nejméně 92,0
Obsah N-látek (N × 6,25)	11,0	nejvýše 12,5
Barva zrna	světle žlutá	žlutá, i méně vyrovnaná
Plucha	jemně vrásčitá	i méně jemně vrásčitá

Obsah N-látek po předplodině kukuřici na zrna
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



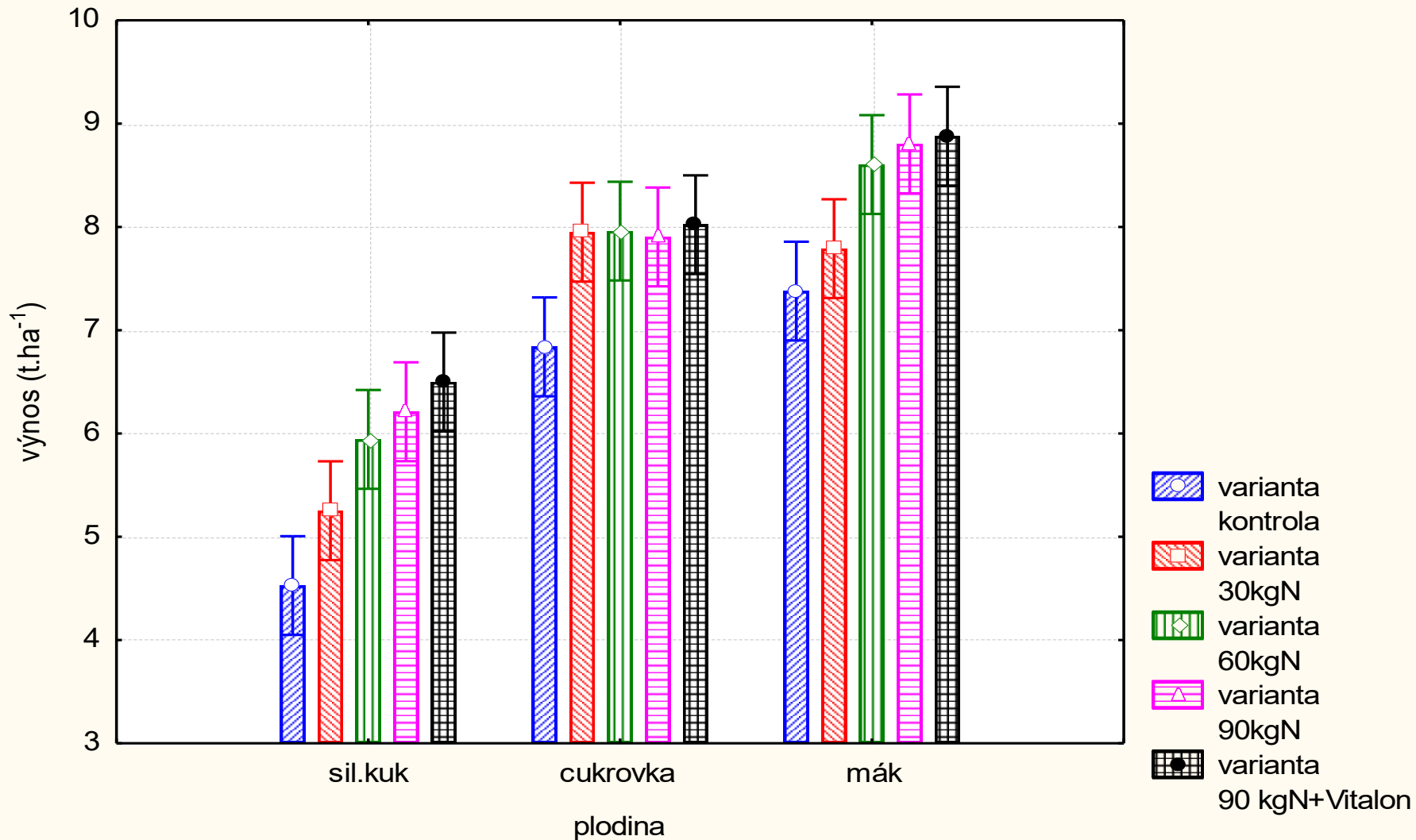
Obsah N-látek po předplodině kukuřici na siláž
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



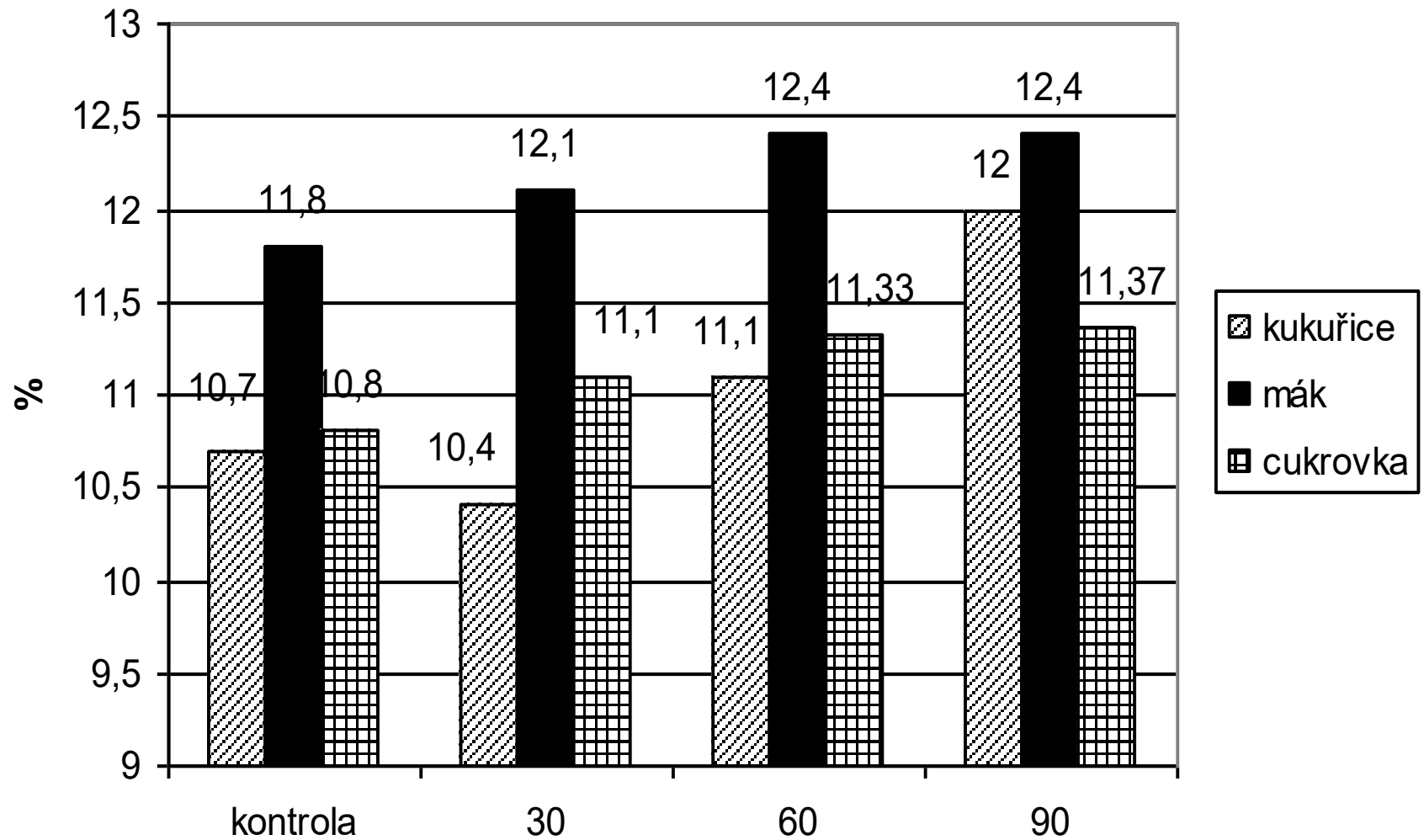
Vliv předplodiny a dávek N na výnos zrna

Vliv předplodiny a hnojení na výnos

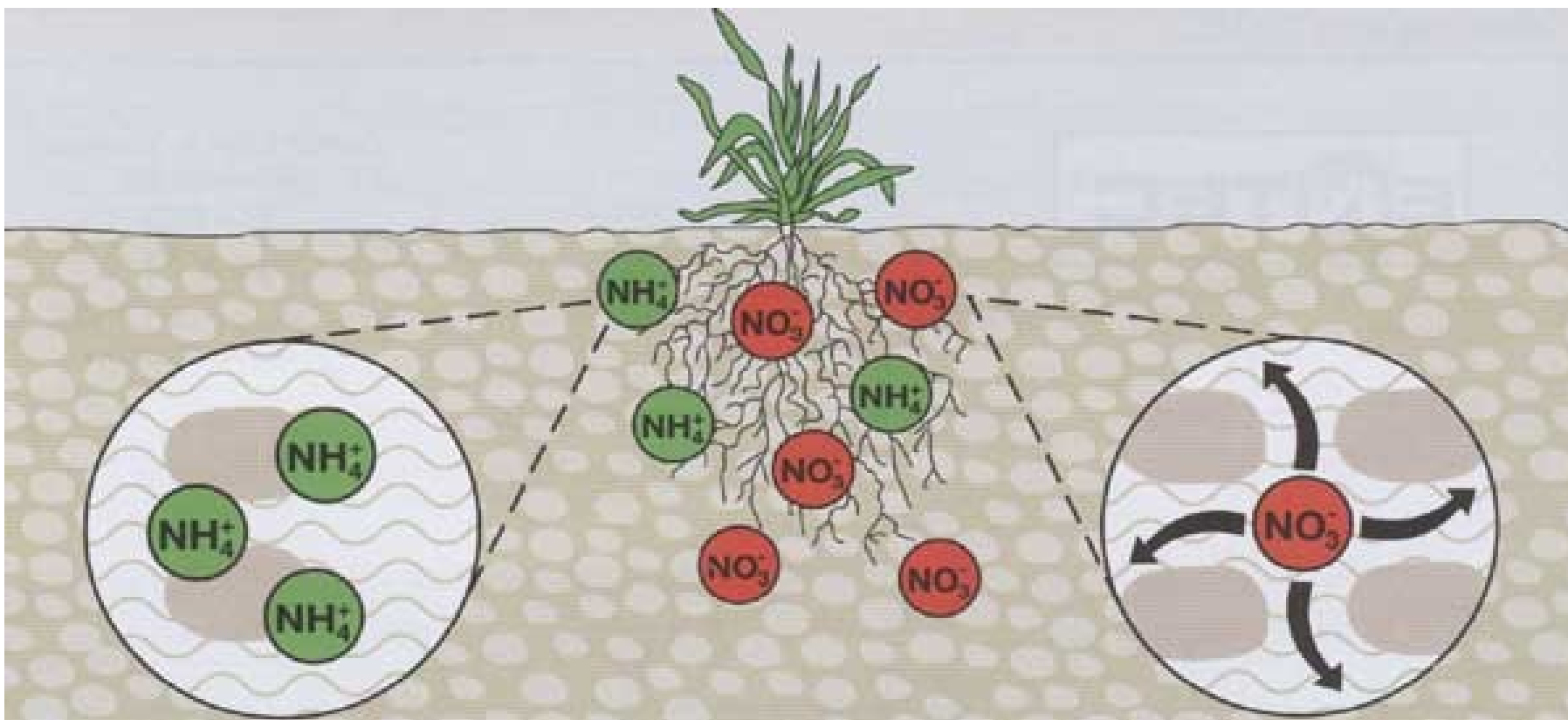
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Obsah N látek v zrně ječmene



Objektivně stanovujeme **potřebu hnojení N podle obsahu N_{\min}** v půdě ve vzorcích odebraných v předjaří (konec února, počátek března) z hloubky 0 – 30 cm.



Hnojení N podle obsahu Nmin v půdě:

Ječmen potřebuje relativně velké množství dusíku především v 1/3 svého vegetačního období, tj. v růstových fázích od tvorby druhého listu do začátku sloupkování.

Problém v uvolňování Nmin z půdní zásoby v pozdějším termínu!!!

Při posunu maxima uvolňování Nmin do pozdějších fází (polovina sloupkování) – např. při chladném jaru, trpí porost v průběhu odnožování nedostatkem dusíku – vede ke snížení výnosu, zvýšenému riziku poléhání porostu a zvýšenému ukládání N v zrnu.

Množství mineralizovaného dusíku a dynamika jeho uvolňování jsou závislé na mnoha faktorech, především na půdních podmínkách, předplodině, zpracování půdy a průběhu počasí.

Predikce potenciálního uvolňování Nmin poměrně složitá

Hnojení N podle obsahu N_{min} v půdě:

- podle N_{min} v půdě ze vzorků odebraných v předjaří
- podle N_{min} v půdě ze vzorků odebraných do fáze 2 – 3 listů rostlin

Výrobní oblast	Obsah N _{min} (mg.kg ⁻¹)	Dávka N (kg.ha ⁻¹)
Obilnářská, bramborářská	< 12	60
	12 – 22	40
	> 22	20
Řepařská	< 13	50
	13 – 23	30
	23 – 30	0
	> 30	méně vhodné

Výpočet dávky základního hnojení N

Z praktického hlediska je výhodnější uvádění obsahu N_{min} v půdě v kg/ha (vynásobením N_{min} v mg/kg koeficientem 4,5). Získaná zásoba N_{min} v kg/ha by neměla přesahovat jeho potřebu na předpokládaný výnos.

Dávku dusíku pro základní hnojení pak určíme podle následujícího vzorce:

$$N_z = N_{pu} - (N_{min} \cdot 4,5)$$

N_z = dávka dusíku v kg/ha na základní hnojení

N_{pu} = potřeba N na předpokládaný výnos v kg N/ha

N_{min} = obsah N_{min} ve vrstvě 0 – 30 cm před hnojením v mg/kg

4,5 = přepočítávací koeficient množství dusíku v mg/kg zeminy na kg/ha

**Doporučené dávky N
pro hnojení
sladovnického ječmene
na základě obsahu
N_{min} v půdním profilu
0 – 0,6 m**

půdní druh (typ)	N _{min} (mg.kg ⁻¹)	N _{min} (kg.ha ⁻¹)	dávka dusíku (kg.ha ⁻¹)
černozem hlinitá	< 10	< 90	40
	11 – 15	91 – 135	25
	16 – 20	136 – 180	–
	> 20	nevhodné pro sladovnický ječmen	
hnědozem hlinitá	< 10	< 90	50
	11 – 15	91 – 135	30
	16 – 20	136 – 180	10 *
	> 20	nevhodné pro sladovnický ječmen	
hlinitopísčítá (diluvium)	< 10	< 90	60
	11 – 15	91 – 135	40
	16 – 20	136 – 180	20
	> 20	> 180	–
písčitohlinitá	< 10	< 90	70
	11 – 15	91 – 135	50
	16 – 20	136 – 180	20
	> 20	> 180	–
hlinitá – podhorské a horské oblasti	< 10	< 90	80
	11 – 15	91 – 135	60
	16 – 20	136 – 180	30
	> 20	> 180	–

* podle stavu porostu přihnojít na list v době odnožování

Pomocným ukazatelem popisujícím intenzitu jednotlivých přeměn půdního N, především pak nitrifikaci, je **poměr nitrátového a amonného dusíku** ($\text{N-NO}_3^-/\text{N-NH}_4^+$).

Údaj využitelný při rozhodování o formě aplikovaného hnojiva.

- Při poměru $\text{N-NO}_3^-/\text{N-NH}_4^+$ vyšší než 10 - intenzita nitrifikace vysoká a limitujícím faktorem je nedostatek amonného N – preferujeme hnojiva s amonnou formou N
- Při poměru $\text{N-NO}_3^-/\text{N-NH}_4^+$ pod 2 - nadbytek amonného dusíku a nevhodné podmínky pro nitrifikaci – preferujeme hnojiva s nitrátovou formou N

Zásady hnojení N u jarního ječmene sladovnického

- aplikujeme N zpravidla v jedné dávce na jaře těsně setím – nejpozději do stádia 3. listu
- využijeme hnojiva s oběma formami N (nitrátovou i amonnou)
- na půdách s nízkou zásobou přístupného P lze použít kombinovaných NP hnojiva.
- startovací dávka P (cca 15 kg P_2O_5 /ha) příznivě ovlivňuje výnos i sladovnickou kvalitu ječmene.



Zásady hnojení N u jarního ječmene sladovnického

- případné dohnojení N můžeme provést na základě výsledků rozborů vzorků půdy odebraných ve fázi 2. – 3. listu rostlin.
- přihnojení je třeba provést v co nejkratším čase – pozdní aplikace N zvyšuje riziko nárůstu obsah N-látek v zrně.
- celková dávka dusíku by neměla přesáhnout:
 - v řepařské výrobní oblasti 50 kg/ha,
 - v obilnářské a bramborářské výrobní oblasti 70 kg/ha.
 - porosty, které nedosáhly do konce dubna 3. – 4. listu doporučujeme přihnojit 15 kg N/ha.



Hnojení dusíkem

Základní hnojení

Hnojení během odnožování

Hnojení během sloupkování

Pozdní hnojení dusíkem

Dle Nmin

0-60kgN/ha

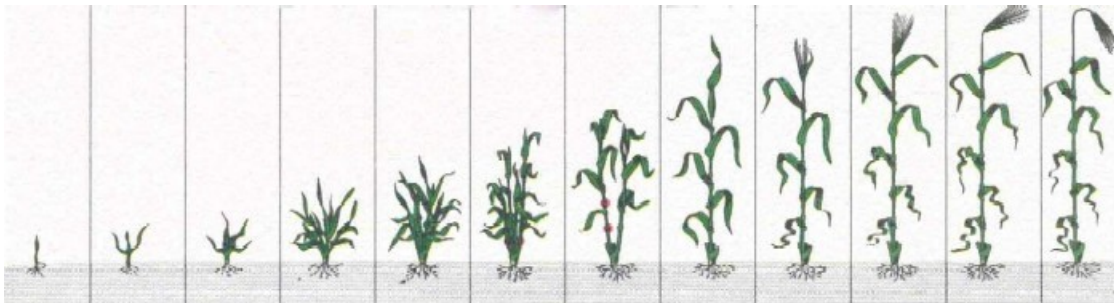
Dle ARR v DC 21-29

0-50kgN/ha

Dle ARR v DC 30-35

Dle ARR v DC 35-55

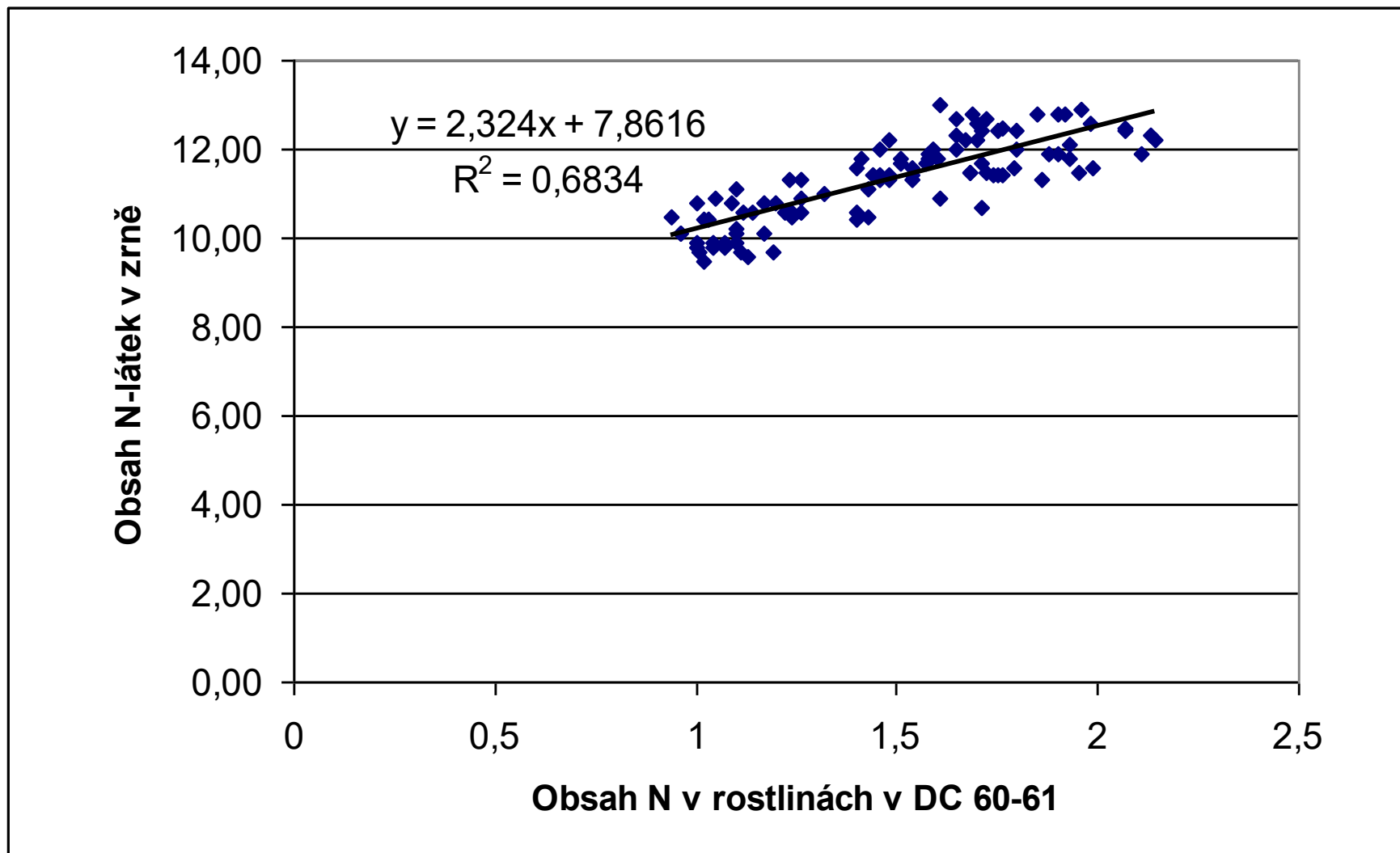
0-30kgN/ha



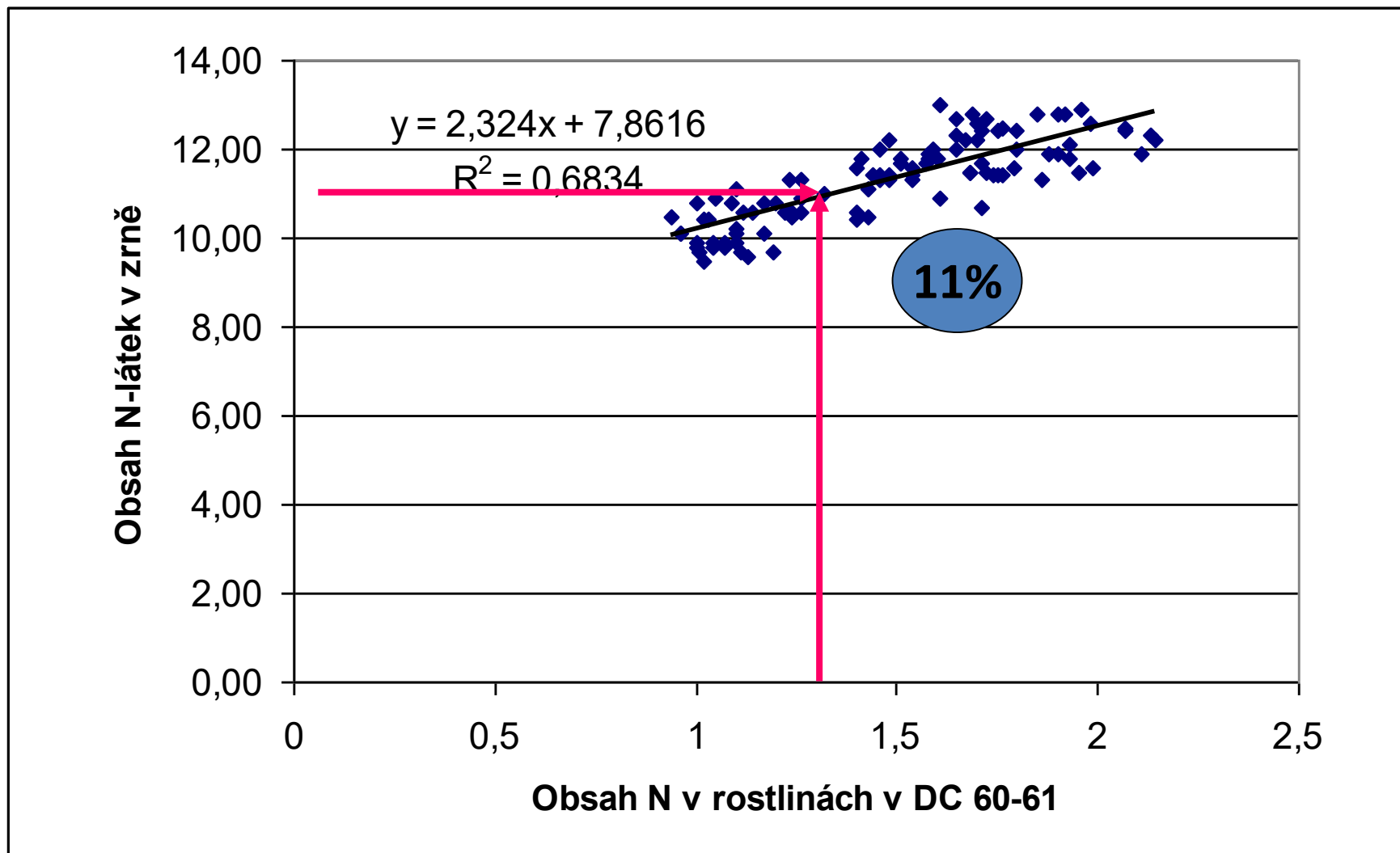
OJ	září—prosin.	duben	květen								
JJ	břez.—zač. květ.	květen	červen								
0—7	13	21	29	30	31	32	37—49	51	59	61	od 71
výsev/ klíčení	vzchá- zení	odnožování	sloupkování				metání	kvetení	zralost		



Vztah mezi obsahem dusíku v rostlinách ve fázi DC 60-61 (konec metání , začátek kvetení) a obsahem N-látek v zrně ječmene (Kroměříž – 2001, 2002 ,2004; odrůdy Kompakt, Jersey)



Vztah mezi obsahem dusíku v rostlinách ve fázi DC 60-61 (konec metání , začátek kvetení) a obsahem N-látek v zrně ječmene (Kroměříž – 2001, 2002 ,2004; odrůdy Kompakt, Jersey)



Ječmen ozimý



2015

104 tis. ha

5,46 t/ha

Průměrná spotřeba čistých živin na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy se odčerpá

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	

Ozimý ječmen patří k plodinám méně náročným na výživu.

- **v praxi je často považován za „doběrnou“ plodinu,**
- **většinou pěstován extenzivně (minimalizace vstupů)**
- **růst na podzim a start na jaře je rychlý**
- **v průběhu vegetace shodný odběr N a K**
- **v době dozrávání vyšší požadavky na N v porovnání s ječmenem jarním**
- **zvýšení obsahu NL – do krmných směsí – možnost využití**
kvalitativního hnojení N

Hnojení P, K, Mg:

na základě obsahu živin v půdě – shodně s hnojením pšenice oz.

Živina	Zásoba živin v půdě			
	nízká (N)	vyhovující (VH)	dobrá (D)	vysoká (V+VV)
Fosfor	výrazné dosycení normativ + 25 - 50 %	mírné dosycení normativ + 10 - 25 %	normativ	nehnojit
Draslík				
Hořčík				

Hnojení N (podobně jako u pšenice ozimé)

Pro základní intenzitu pěstování lze doporučit celkovou dávku N v rozmezí 60 až 90 kg.

Při zvýšené intenzitě pěstování použijeme dávku dusíku navýšenou o 20-30 kg

- 1. základní hnojení (výjimečně, dle stanoviště, N_{min})**
- 2. regenerativní hnojení – cca ½ celk. N (nitrát)**
- 3. produkční hnojení – zbytek dávky N (kapalná N hnojiva)**
- 4. možnost kvalitativního hnojení – dávka 20 – 30 kg N /ha**

Zvýšené dávky N bez dalších intenzifikačních opatření přinášejí riziko poléhání a vyšší náchylnosti k chorobám.

Do celkové dávky N je potřebné započíst i zbytkový dusík po lepších předplodinách (N_{min}), případně po organickém hnojení.

Ozimé žito

2015

22 tis. ha

(2013 – 37 tis. ha)

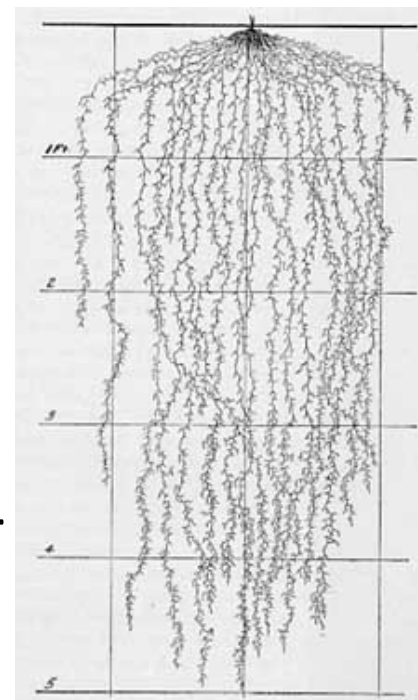
4,9 t/ha



Průměrná spotřeba čistých živin na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy se odčerpá

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	

- je plastické k půdním a povětrnostním podmínkám
- pH 4,8 – 7,1 (kyselé – neutrální)
- preferuje půdy lehčí - střední
- má dobrou osvojovací schopnost na živiny – nejmohutnější kořenový systém z obilnin



Podzimní hnojení

- k základnímu hnojení aplikujeme 1/3 dávky N
- vytváří základy odnoží již na podzim – vyšší nároky na tuto živinu než u pšenice ozimé (až 1/3 z celkové dávky)
- při základním hnojení zohledňujeme N_{min} v půdě

Hnojiva – LAV, LAD, SA (dle pH), močovina (zapravit!!), DAM390 (před setím)

- úprava P, K, Mg – dle AZZP

Jarní hnojení

regenerační hnojení

- velmi brzy (zásady správné zemědělské praxe!!)
- žito začíná vegetovat dříve než pšenice
- vyšší dávky u řídkých porostů, popř. postižených plísní sněžnou
- dávky shodné s pšenicí ozimou
- LAV, LAD, DASA

produkční hnojení (DC 31)

- dle ARR, N-tester, N senzor
- časnější než pšenice ozimá
- DAM 390

kvalitativní hnojení (DC 51)

- dávka 20-30 kg N
- pokud je žito určeno pro potravinářské účely

Oves setý



2015

42 tis. ha

3,65 t/ha

Průměrná spotřeba čistých živin na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy se odčerpá

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	

- je plastický k půdním a povětrnostním podmínkám
- preferuje střední až těžší půdy
- má dobře vyvinutý kořenový systém a dobrou osvojovací schopnost na živiny
- dobřerná plodina – snese i nižší zásobu živin
- nižší nároky na živiny než jarní pšenice a ječmen
- pH 4,7 – 7,3



Fosfor

- vyšší nároky v prvních fázích růstu až do doby tvorby druhotných kořenů,
- v následujících fázích růstu je fosfor přijímán rovnoměrně.

Draslík

- z půdy přijímá velmi dobře,
- osvojovací schopnost pro K je oproti jarnímu ječmeni výrazně větší (o 150-200 %),
- K vyžaduje oves nejvíce ze všech obilnin (90 kg K₂O/ha).

Hořčík

- poměrně obtížně přijatelný (zvláště na T půdách, s nízkou zásobou Mg)
- zde aplikace Mg hnojiv zvyšuje výnos až o 0,5 t/ha.

Hnojení P, K a Mg na podzim (lze aplikovat i na jaře před setím).

Hnojení dusíkem

- po obilnině či jiné zhoršující plodině při dávce 70-90 kg N/ha a
- po zlepšující plodině dávka do 50 kg N/ha .
- nahý oves a pluchaté odrůdy odolnější proti poléhání až 120 kg N/ha.

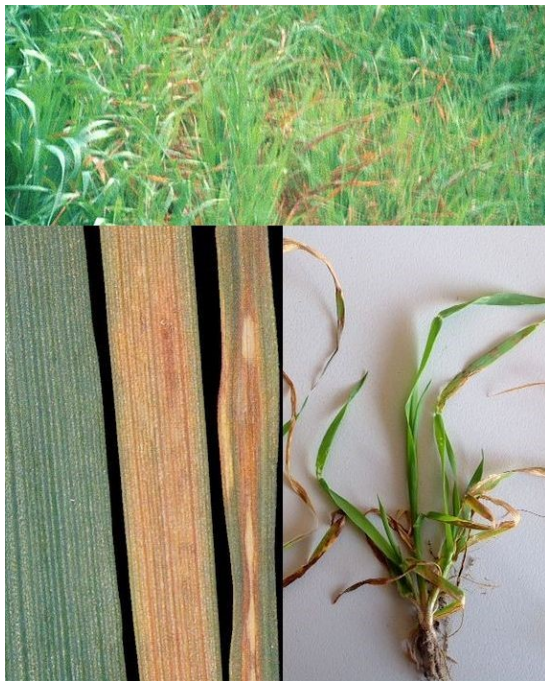
základní hnojení aplikujeme 2/3 dávky N (dle N_{min})

- dávka se pohybuje mezi 50 – 80 kg N/ha
- SA, močovina, LAV, DAM

produkční hnojení - přihnojení v počátku sloupkování

- 1/3 z celkové dávky N
- po horší předplodině, na lehčích půdách, u slabších porostů, při nižším obsahu N_{min} v půdě
- dávka 30-40 kg N/ha.

- oves citlivě reaguje na nedostatek Mn, Cu, Zn
- nedostatek Mn – suchá skvrnitost ovsa – hluchost
- plodiny nejcitlivější na nedostatek Cu: pšenice, ječmen, oves, vojtěška, špenát



Zn u ovsa



Cu u ovsa



Mn u ovsa