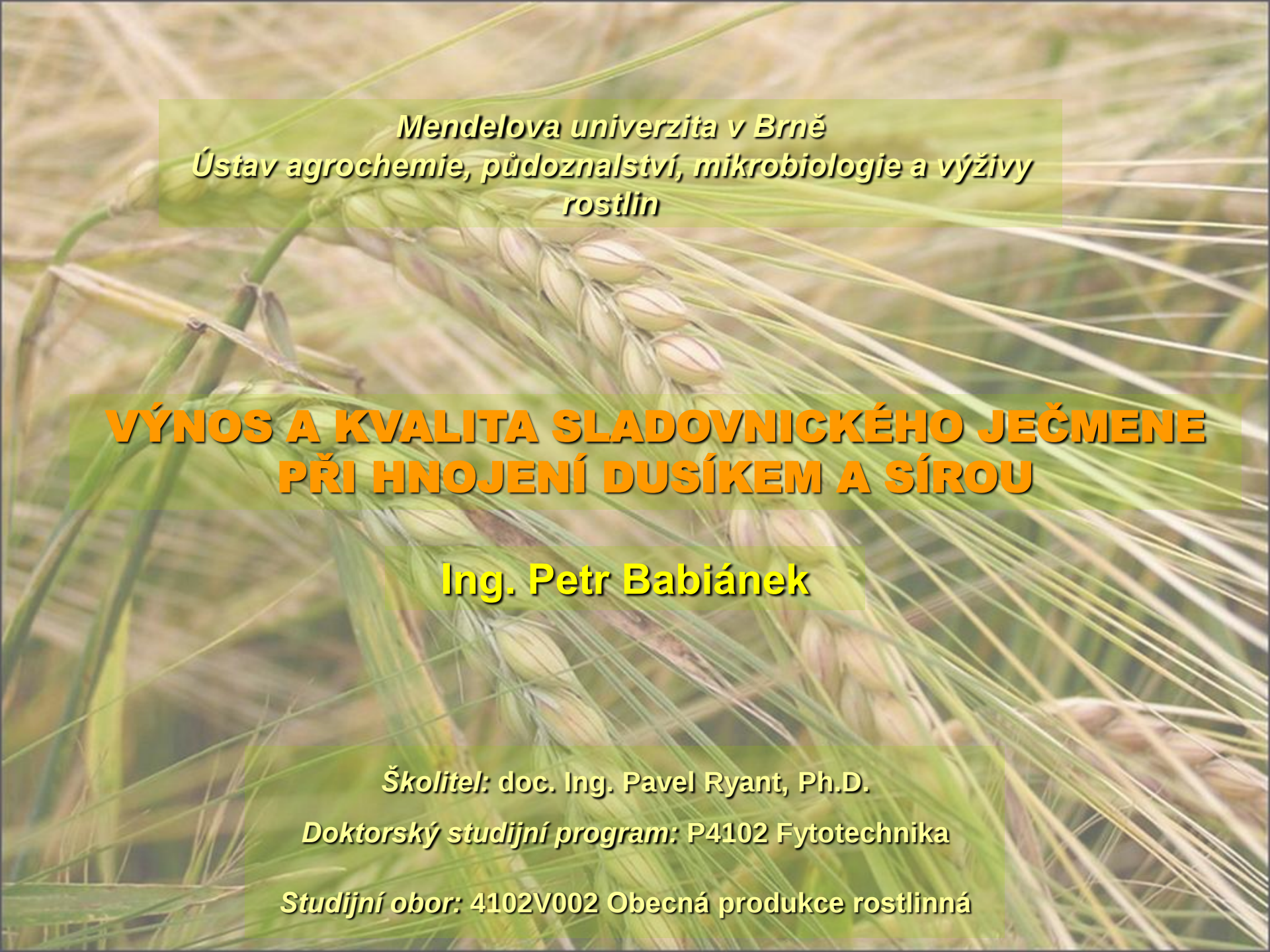




*Mendelova univerzita v Brně
Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy
rostlin*

VÝNOS A KVALITA SLADOVNICKÉHO JEČMENE PŘI HNOJENÍ DUSÍKEM A SÍROU

Ing. Petr Babiánek

Školitel: doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.

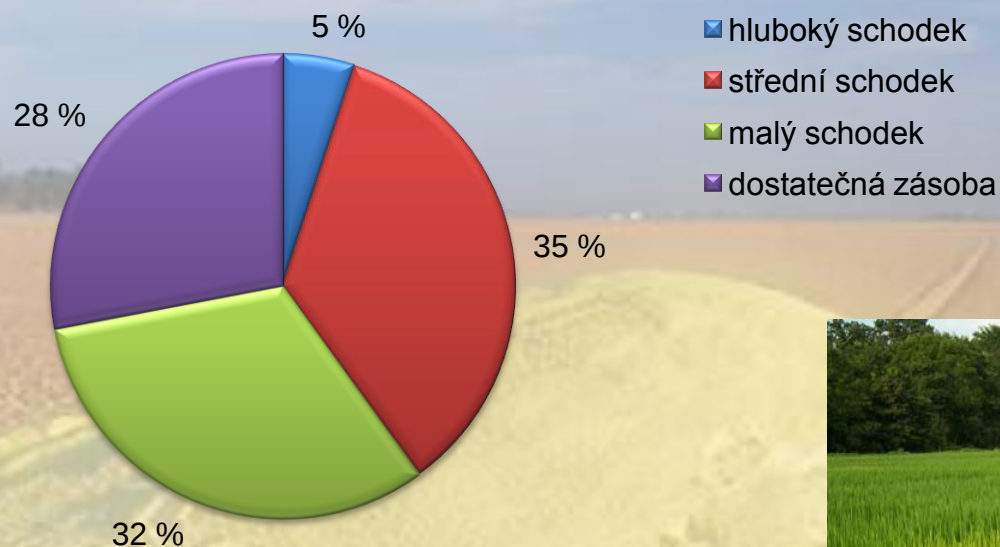
Doktorský studijní program: P4102 Fytotechnika

Studijní obor: 4102V002 Obecná produkce rostlinná

ÚVOD



V posledních 20 letech stále častější nedostatek síry u polních plodin.



Zásobenost půd sírou v letech 2001 - 2005
(Matula et Markytán, 2008)



Dřívější práce zabývající se hnojením sírou byly zaměřeny na:

- Řepku olejku
- Pšenici ozimou
- Cukrovku
- Trvalé travní porosty



A close-up photograph of a ladybug with orange and black spots resting on a golden wheat stalk. The background is a soft, out-of-focus yellow. The text "CÍL PRÁCE" is overlaid in the center in a bold, black, sans-serif font.

CÍL PRÁCE



Formou dvouletého nádobového a maloparcelkového polního pokusu posoudit vliv hnojení dusíkem a sírou na:

- **výživný stav porostu ječmene během vegetace**
- **obsah živin v zrna ječmene**
- **výnos zrna ječmene**
- **obsah dusíkatých látek a škrobu v zrna, hmotnost tisíce zrn a podíl přepadu zrna na síť 2,5 mm**
- **agrochemické vlastnosti půdy po sklizni ječmene**



MATERIÁL A METODIKA

Použitá hnojiva obsahující síru

- 
- **Síran amonný**
 - Tradiční hnojivo obsahující 21 % N a 24 % S
 - **Elementární síra**
 - Odpad při zpracování ropy obsahující 99 % S
 - Dle nařízení EU došlo ke snížení obsahu síry v pohonných hmotách z původních 2000 mg.l⁻¹ před rokem 2004 na současných max. 10 mg.l⁻¹

Nádobový pokus

- Pokus byl v letech 2008 a 2009 realizován ve vegetační hale Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin v areálu MENDELU



- navážení 6 kg zeminy do Mitscherlichových nádob

Rok	pH/CaCl ₂	Obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)				
		P	K	Ca	Mg	S _{vodor.}
2008	7,43 ^A	61 ^{VH}	87 ^N	2020 ^D	117 ^{VH}	6,9
2009	7,50 ^A	34 ^N	159 ^{VH}	6262 ^{VV}	303 ^{VV}	20,9

- založení pokusu aplikací hnojiv a setí odrůdy Jersey v agrotechnickém termínu
- odběr vzorků rostlin v BBCH 12, 31 a 57
- sklizeň v plné zralosti (BBCH 89)
- odběr půdních vzorků (Mehlich III)



Schéma pokusu

Varianta číslo	Schéma	Dávka N (g/nádoba)	Dávka S (g/nádoba)
1	Kontrola	0,6	0
2	Síran amonný (SA1)		0,2
3	Síran amonný (SA2)		0,4
4	Elementární síra (ES1)		0,2
5	Elementární síra (ES2)		0,4
6	Kontrola	0,4	0
7	Síran amonný (SA1)		0,2
8	Síran amonný (SA2)		0,4
9	Elementární síra (ES1)		0,2
10	Elementární síra (ES2)		0,4

Pozn.: U variant SA1 a SA2 byl dusík dodán částečně již v síranu amonném. Toto množství bylo u variant ES1 a ES2 dorovnáno chloridem amonným. U všech variant byl dusík doplněn dusičnanem amonným na příslušnou hladinu.

Maloparcelkový polní pokus

Pokus byl založen v letech 2008 a 2009 na pozemcích pokusné stanice Obora Školního zemědělského podniku MENDELU v Žabčicích u Brna



- založení pokusu ve 3 opakováních za variantu hnojení
- agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu (dle Mehlich III)

Rok	Předplodina	pH	obsah přístupných živin (mg.kg ⁻¹)				
			P	K	Ca	Mg	S _{vodor.}
2008	pšenice	7,05 ^N	108 ^D	225 ^D	5280 ^V	376 ^{VV}	17,6
	cukrovka	6,77 ^N	93 ^D	230 ^D	4479 ^V	435 ^{VV}	16,0
	kukuřice	7,19 ^N	107 ^D	251 ^D	5013 ^V	417 ^{VV}	16,8
2009	pšenice	7,05 ^N	148 ^V	245 ^D	4137 ^V	740 ^{VV}	7,1
	cukrovka	6,69 ^N	138 ^V	243 ^D	4447 ^V	810 ^{VV}	6,7
	kukuřice	7,18 ^N	171 ^V	284 ^D	4576 ^V	705 ^{VV}	7,2

- odběr vzorků rostlin v BBCH 23, 31 a 57
- sklizeň v plné zralosti (BBCH 89)
- odběr půdních vzorků (Mehlich III)



Schéma pokusu

Předplodina	Odrůda	Varianta hnojení
Pšenice	Jersey	Kontrola
		Síran amonný
		Elementární síra
	Sebastian	Kontrola
		Síran amonný
		Elementární síra
Cukrovka	Jersey	Kontrola
		Síran amonný
		Elementární síra
	Sebastian	Kontrola
		Síran amonný
		Elementární síra
Kukuřice	Jersey	Kontrola
		Síran amonný
		Elementární síra
	Sebastian	Kontrola
		Síran amonný
		Elementární síra

Pozn.: CHA (26,0 % N), SA (23,7 % S, 20,9 % N), ES (99,8 % S)

➤ Aplikováno 40 kg N a 45,6 kg S na hektar.

A photograph of a greenhouse interior. Rows of tall, green grasses are growing in white pots, which are arranged on a raised metal walkway. The greenhouse has a translucent, corrugated plastic roof. The text "VÝSLEDKY NÁDOBOVÉHO POKUSU" is overlaid in the center in a bold, black, sans-serif font.

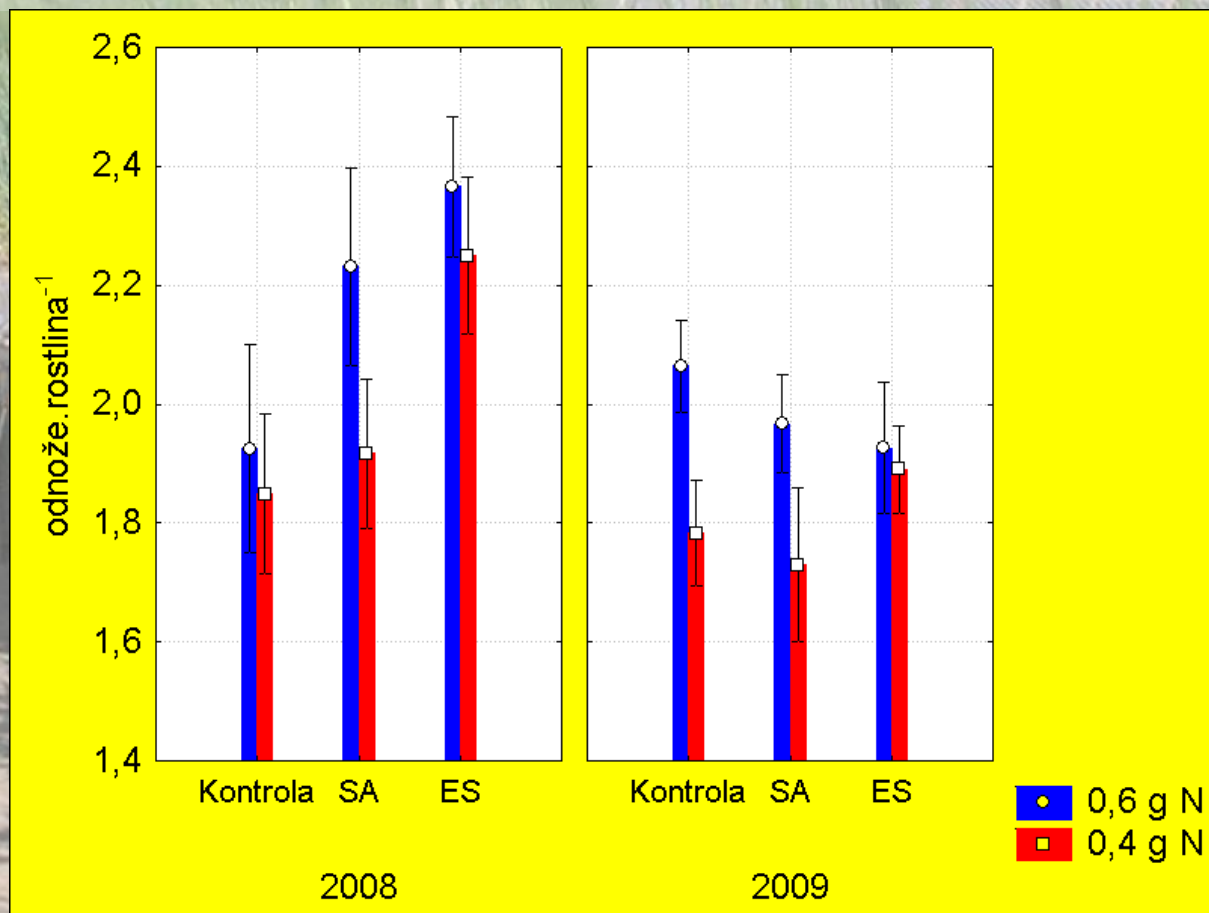
VÝSLEDKY NÁDOBOVÉHO POKUSU

Výživný stav porostu během vegetace

Růstová fáze	Forma síry	Dávka N 0,6 g.nádoba ⁻¹		Dávka N 0,4 g.nádoba ⁻¹	
		Hmotnost sušiny 1 rostliny (g)	Poměr N:S	Hmotnost sušiny 1 rostliny (g)	Poměr N:S
BBCH 12	Kontrola	0,032 ^a	13,73 ^a	0,026 ^a	11,77 ^a
	Síranová	0,030 ^a	10,57^a	0,025 ^a	10,69^a
	Elementární	0,024 ^a	11,90 ^a	0,025 ^a	12,09 ^a
BBCH 31	Kontrola	0,250 ^a	12,80 ^a	0,230 ^a	13,60 ^a
	Síranová	0,293^a	12,71^a	0,245^a	11,38^a
	Elementární	0,239 ^a	13,02 ^a	0,228 ^a	12,79 ^a
BBCH 57	Kontrola	1,671 ^a	9,72 ^a	1,654 ^a	7,40 ^a
	Síranová	2,031^a	7,46^a	1,681^a	6,02^a
	Elementární	1,913^a	7,40^a	1,926^a	6,78^a

- Forma aplikované síry neměla signifikantní vliv na obsah a odběr N, P, K, Ca, Mg rostlinami ječmene během vegetace, podobně jako dávka síry.

Počet produktivních odnoží

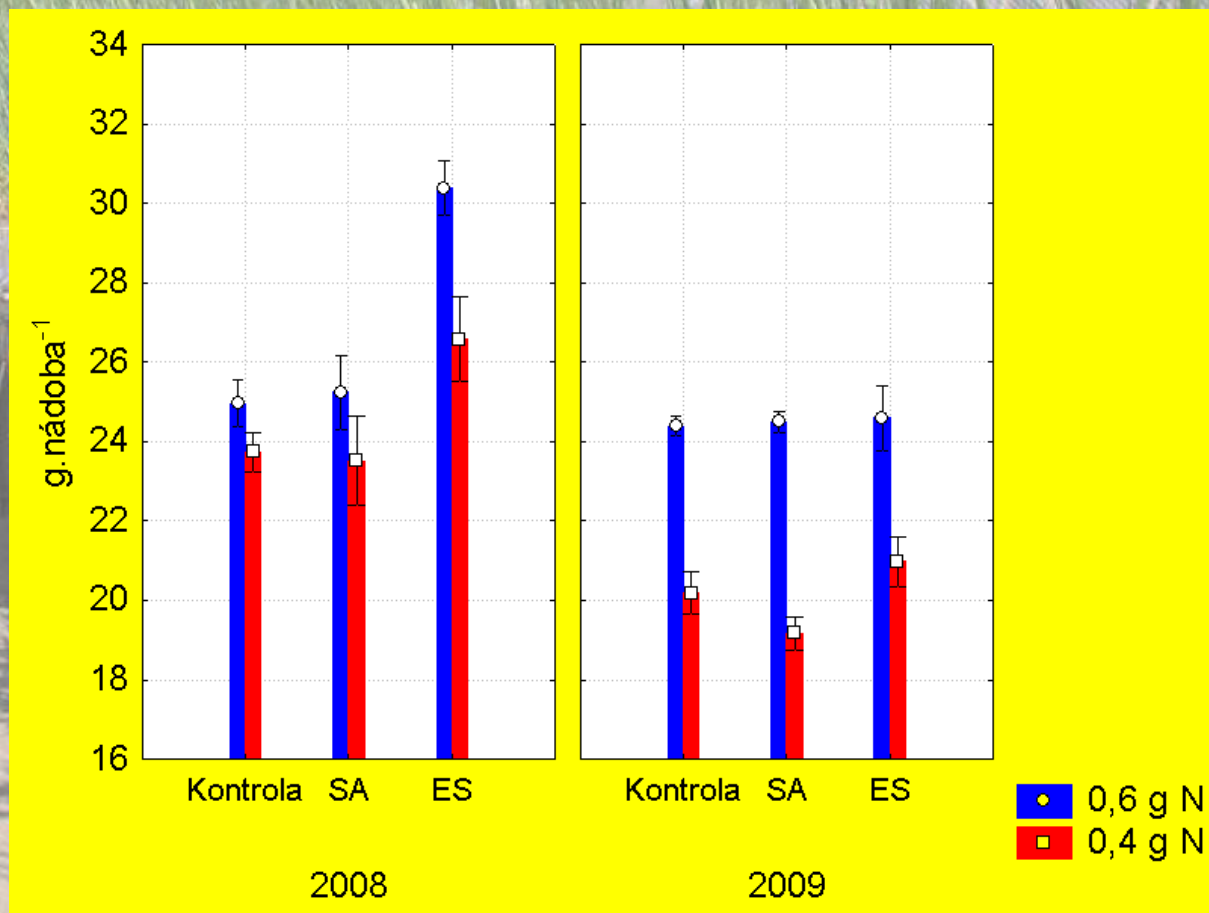


- Dávka aplikované síry signifikantně nezvýšila počet produktivních odnoží.

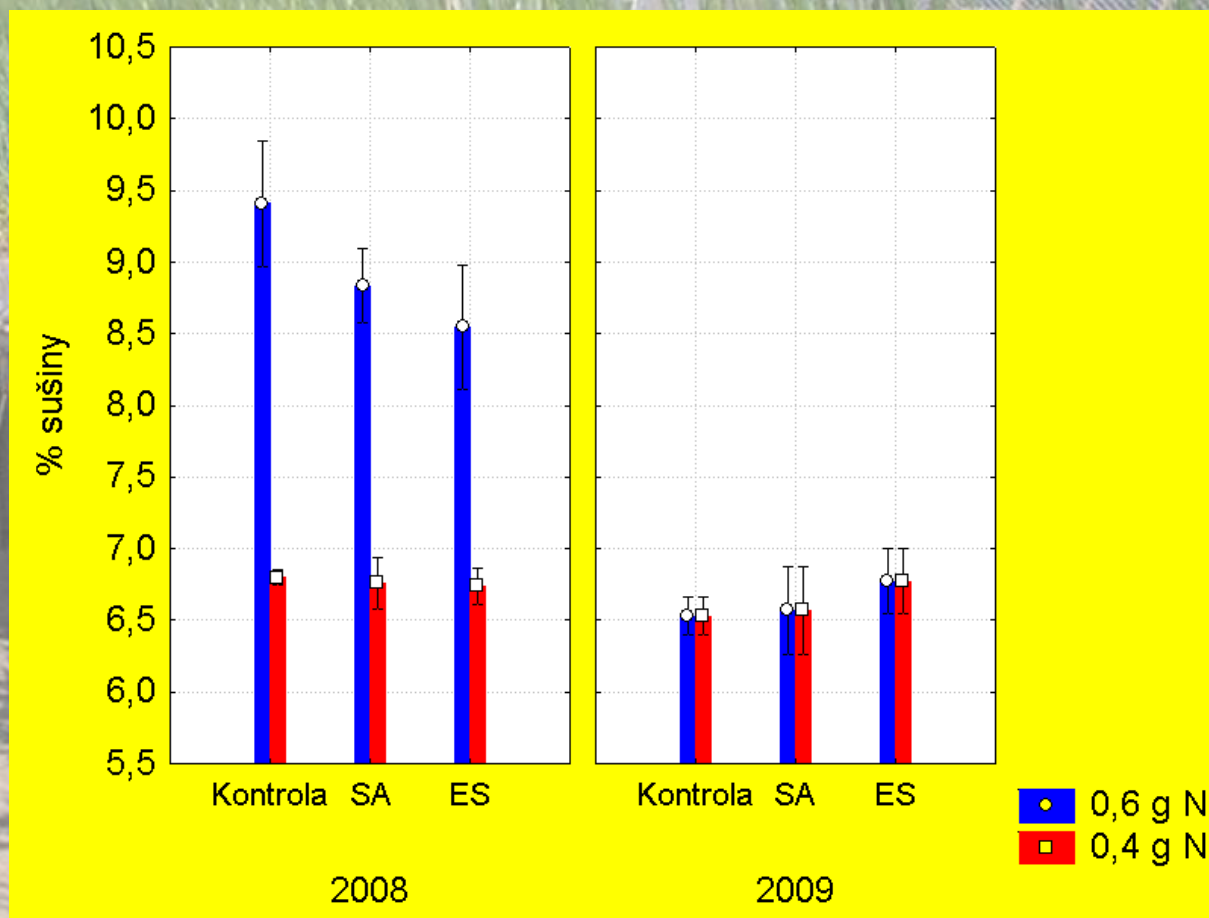
Výnos a obsah živin v zrně ječmene

		Výnos (g.nádoba ⁻¹)	% v sušině						N:S
			N	P	K	Ca	Mg	S	
Forma síry	Kontrola	23,77 ^a	1,36 ^a	0,237 ^a	0,503 ^a	0,086 ^a	0,131 ^a	0,113 ^a	12,00 ^b
	Síranová	23,69 ^a	1,26 ^a	0,244 ^a	0,520 ^a	0,082 ^a	0,135 ^a	0,119 ^b	10,57 ^a
	Elementární	26,25 ^b	1,29 ^a	0,236 ^a	0,510 ^a	0,081 ^a	0,133 ^a	0,117 ^{ab}	11,01 ^a
Dávka síry	Nižší	24,84 ^a	1,30 ^a	0,239 ^a	0,512 ^a	0,082 ^a	0,133 ^a	0,117 ^a	11,08 ^a
	Vyšší	25,10 ^a	1,25 ^a	0,240 ^a	0,518 ^a	0,081 ^a	0,135 ^a	0,119 ^a	10,50 ^a

Výnos zrna v roce 2008 a 2009



Dusíkaté látky v zrně v roce 2008 a 2009



- Dávka aplikované síry neměla statisticky průkazný vliv na obsah N-látek v zrně ječmene.

Hnojení síranem amonným a elementární sírou nemělo statisticky významný vliv na:

- Obsah škrobu v zrně ječmene
- Hmotnost tisíce zrn (HTZ) ječmene
- Podíl přepadu zrna na síť 2,5 mm

Vlastnosti půdy po sklizni ječmene

		pH/CaCl ₂	Obsah S _{vodor.} (mg.kg ⁻¹)
Forma síry	Kontrola	7,33 ^a	32,9 ^a
	Síranová	7,38 ^a	73,2^b
	Elementární	7,26 ^a	81,6^b
Dávka síry	Nižší	7,31 ^a	62,6 ^a
	Vyšší	7,32 ^a	92,2^b

➤ Hnojení sírou nemělo statisticky průkazný vliv na obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v půdě po sklizni ječmene.



VÝSLEDKY MALOPARCELKOVÉHO POLNÍHO POKUSU

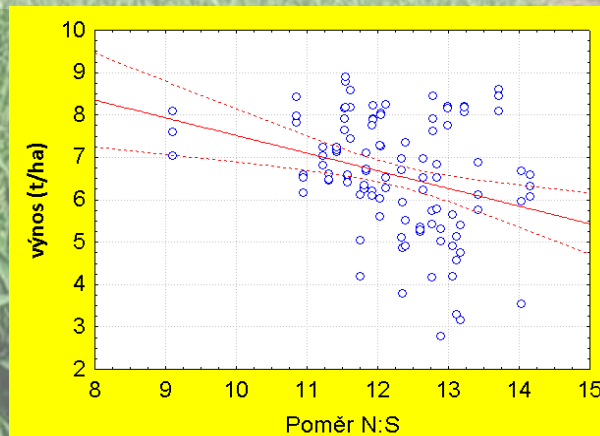
Výživný stav ječmene během vegetace

Korelace mezi výživným stavem rostlin sírou (N:S) a výnosem a kvalitativními parametry zrna ječmene

Růstová fáze	N:S	Sm. odch.	Výnos	N-látky	Škrob	HTZ	PPZ
BBCH 23	11,10	1,56	0,26**	0,16 ^{NS}	-0,01 ^{NS}	0,05 ^{NS}	-0,24*
BBCH 31	12,25	0,99	-0,30**	-0,04 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	-0,36**	-0,48**
BBCH 57	9,54	1,34	-0,12 ^{NS}	0,36**	-0,24*	-0,30**	-0,15 ^{NS}

NS – statisticky nevýznamné; * = $P > 0,95$; ** = $P > 0,99$

Korelace mezi poměrem N:S v rostlinách ve fázi BBCH 31 a výnosem zrna



Výnos zrna (t.ha⁻¹)

		Kontrola	SA	ES	Průměr
Ročník	2008	7,10 (100 %) ^a	7,29 (103 %) ^a	7,70 (109 %) ^a	7,36^b
	2009	5,87 (100 %) ^a	6,07 (103 %) ^a	6,14 (105 %) ^a	6,03^a
Předplodina	Pšenice	6,65 (100 %) ^a	6,47 (97 %) ^a	6,79 (102 %) ^a	6,63^a
	Cukrovka	7,03 (100 %) ^a	7,28 (104 %) ^a	7,46 (106 %) ^a	7,26^b
	Kukuřice	5,77 (100 %) ^a	6,27 (109 %)^a	6,52 (113 %)^a	6,19^a
Odrůda	Jersey	6,32 (100 %) ^a	6,52 (103 %) ^a	6,82 (108 %) ^a	6,55^a
	Sebastian	6,65 (100 %) ^a	6,84 (103 %) ^a	7,03 (106 %) ^a	6,84^a
Průměr		6,48 (100 %)^a	6,68 (103 %)^a	6,92 (107 %)^a	

➤ Hnojení sírou nemělo statisticky průkazný vliv na obsah N, P, K, Ca, Mg a S v zrna ječmene.

Obsah N-látek ve tříděném zrně (v % sušiny)

		Kontrola	SA	ES	Průměr
Ročník	2008	8,70 (100 %) ^a	8,93 (103 %) ^a	8,92 (103 %) ^a	8,85 ^a
	2009	11,36 (100 %) ^a	11,32 (100 %) ^a	11,12 (98 %) ^a	11,27 ^b
Předplodina	Pšenice	9,69 (100 %) ^a	9,78 (101 %) ^a	9,73 (100 %) ^a	9,73 ^a
	Cukrovka	10,40 (100 %) ^a	10,64 (102 %) ^a	10,28 (99 %) ^a	10,44 ^a
	Kukuřice	9,99 (100 %) ^a	9,96 (100 %) ^a	10,05 (101 %) ^a	10,00 ^a
Odrůda	Jersey	10,16 (100 %) ^a	10,09 (99 %) ^a	9,87 (97 %) ^a	10,04 ^a
	Sebastian	9,90 (100 %) ^a	10,16 (103 %) ^a	10,16 (103 %) ^a	10,07 ^a
Průměr		10,03 (100 %) ^a	10,13 (101 %) ^a	10,02 (100 %) ^a	

Hnojení síranem amonným a elementární sírou nemělo statisticky významný vliv na:

- Obsah škrobu v zrně ječmene
- Hmotnost tisíce zrn (HTZ) ječmene
- Podíl přepadu zrna na síť 2,5 mm

Vlastnosti půdy po sklizni ječmene

Výměnná půdní reakce a obsah síry v půdě

	Kontrola	SA	ES
pH/CaCl ₂	6,97 ^a	7,01 ^a	7,08 ^a
S _{vodor.} (mg.kg ⁻¹)	17,67 (100 %) ^a	25,91 (146,6 %) ^a	31,02 (175,6 %) ^a

➤ Aplikace hnojiv obsahující síru neměla významný vliv na obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v půdě po sklizni ječmene.



ZÁVĚRY

Nádobový pokus

- Pohotovější SO_4^{2-} forma síry v síranu amonném v raných fázích vývoje ječmene působila lépe než elementární síra.
- Hnojení dusíkem a sírou podpořilo tvorbu produktivních odnoží ječmene.
- Aplikace elementární síry významně zvýšila výnos zrna ječmene.
- Výraznější výnosová reakce na hnojení sírou při hladině 0,6 g N než při 0,4 g N na nádobu.
- Na tvorbu výnosu dostačovala nižší dávka aplikované síry.
- Forma ani dávka síry významně neovlivnila obsah N-látek a škrobu v zrna, hmotnost tisíce zrn ani přepad zrna na síť 2,5 mm.
- Aplikace sirných hnojiv zvýšila obsah síry v půdě po sklizni ječmene.

Maloparcelkový polní pokus

- V raných etapách vývoje ječmene je zřejmá výraznější potřeba spíše dusíku než síry.
- Nejdůležitějším obdobím výživy ječmene sírou bylo pravděpodobně odnožování až sloupkování.
- Největší výnosová odezva po hnojení sírou byla pozorována u ječmene pěstovaného po zrnové kukuřici.
- Byl zjištěn výraznější vliv ročníku, dále předplodiny a odrůdy ječmene na výnos a kvalitativní parametry zrna než samotné hnojení sírou.
- Hnojení sírou signifikantně nesnížilo výměnnou půdní reakci po sklizni ječmene.

A large, ornate glass mug filled with golden beer and a thick head of white foam. The mug has a textured, faceted design and a handle on the right side. The beer is a vibrant golden color, and the foam is thick and white, overflowing slightly from the top. The background is plain white.

DĚKUJI ZA POZORNOST!