

VĚDECKÝ ČASOPIS

ODBOŘNA KNIHOVNA
ministerstva zemědělství
Č. R.
PRAHA 1 - TECHNICKÁ 65



ROSTLINNÁ VÝROBA

1

ROČNÍK 37
PRAHA

LEDEN 1991

ROVYAM 37 (1)

1-96

CS ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: Ing. Josef Šimon, CSc. (předseda), doc. ing. Pavol Bajči, CSc., ing. Helena Donátová, CSc., prof. ing. Václav Fric, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Alois Chalupa, CSc., prof. ing. Vladimír Krajčovič, prof. ing. Lubomír Minx, DrSc., ing. Timotej Miština, CSc., doc. RNDr. Jan Novák, DrSc., ing. Jozef Pařízek, ing. Jaromír Procházka, CSc., prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc., ing. Vlastimil Rasocha, CSc., prof. ing. Jozef Repka, DrSc., ing. Miron Suškevič, DrSc., RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., doc. ing. Václav Vaněk, CSc., ing. Marie Váňová, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc.

Vedoucí redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH

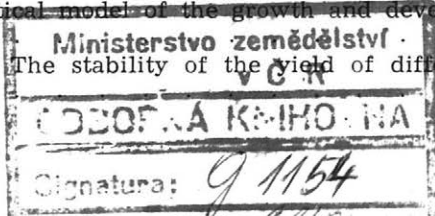
Jelínková J., Kolář J.: Využití družicových dat pro klasifikaci struktur rostlinné výroby	1
Ondrišík P.: Transport živín z půdy priesakovými vodami	9
Ivanič J., Vnuk L.: Optimalizácia dávok dusíka na produkčné prihnojenie ozimnej pšenice	15
Křen J.: Ověření statistického modelu růstu a vývoje k analýze stébelného systému pšenice	25
Dotlačil L., Toman K.: Výnosová stabilita u typově odlišných odrůd pšenice	33
Lachman J., Pivec V., Řeháková V., Hubáček J.: Dominantní polyfenolické látky obilky tritikale	39
Ondruch Z.: Ekonomické aspekty hnojení dusíkem u ozimého ječmene	47
Tichý F., Kopecký M., Souček A.: Vliv intenzifikačních faktorů na výnos a kvalitu jarního ječmene	53
Gryndler M., Vančura V.: Vliv dlouhodobého hnojení půdy fosforem na schopnost vesikulorbuskulárních mykorrhizních hub kolonizovat kořeny kukuřice	69
Bezečná L., Tenkl L., Konrádová M.: Stanovení obsahu oleje u ozimé řepky metodou NMR při zachování biologických vlastností semen	75
Bajči P., Tománková E.: Stupňované dusíkaté hnojenie a jeho vplyv na zmeny v tvorbe biomasy a v technologickej hodnote jednosemennej odrody cukrovej repy	81
Ficnar S.: Vliv retardované nitrifikace na příjem dusíku (^{15}N) lnem	91

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Rasocha V.: Z činnosti Odboru rostlinné výroby AZV ČSFR	74
Vrkoč F.: 40 let Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze - Ruzyni	96

CONTENTS

Jelínková J., Kolář J.: The utilization of satellite data for classification of the structure of crop production	1
Ondrišík P.: The transport of nutrients from the soil from infiltration waters	9
Ivanič J., Vnuk L.: The optimisation of nitrogen rates on productive additional dressing of winter wheat	15
Křen J.: Checking the statistical model of the growth and development to analyze the stalk system in wheat	25
Dotlačil L., Toman K.: The stability of the yield of different wheat varieties	33



VYUŽITÍ DRUŽICOVÝCH DAT PRO KLASIFIKACI STRUKTURY ROSTLINNÉ VÝROBY

Jarmila Jelínková, Jan Kolář

Laboratoř DPZ, ústřední laboratoře, Stavební fakulta ČVUT, Thákurova 7, 160 00 Praha 6

Práce prokazuje možnost využití dálkového průzkumu, prováděného z kosmických nosičů pro potřeby zemědělství, jako moderního a efektivního informačního zdroje o výskytu a kvalitě zemědělských plodin. Je podána technologie zpracovatelského procesu, kterým byly poprvé získány výsledky ze zemědělské aplikace družicového dálkového průzkumu v československých podmínkách. Pro práci byla použita data získaná skanerem Thematic Mapper na družici Landsat 5 dne 24. 8. 1987. Zkoumané území zahrnovalo plochu 15×15 km, na níž se převážně rozkládá plocha obhospodařovaná ZD Mir Březůvky na okrese Zlín. K získání podpůrných údajů byl využit osevní plán sledovaného ZD a doplňující informace agronoma. Zpracování bylo provedeno digitálním způsobem s využitím metod obrazové analýzy. Výsledkem zpracování družicových dat je tematická mapka aktuálního stavu vegetačního pokryvu sledovaného území. Její vypovídací přesnost byla hodnocena vizuálně i statisticky. Ukázalo se, že družicových aparatur s prostorovou rozlišovací schopností kolem 30 m lze používat k řešení inventarizačních úkolů a také pro sledování určité kvality některých zemědělských plodin. Pro získání takového výsledku je třeba mít k dispozici družicové měření z vhodného termínu a pozemní šetření. Polní průzkum musí být zaměřen na sledování těch fenoménů, které jsou předmětem informačního zájmu. Těchto podkladů lze využít i ke klasifikaci jiných území s podobnými přírodními podmínkami a pro sledování časových změn na sledovaném území.

Získání aktuální a co nejúplnější informace je pro rozhodovací a řídicí práci stále důležitější. Ke stále více se prosazujícím způsobům získávání informace o přírodních zdrojích a životním prostředí patří dálkový průzkum Země. V odborné literatuře existuje dnes již bohatá dokumentace výzkumu této metody i konkrétních aplikací, které ukazují na praktické možnosti využití dálkového průzkumu. Mezi hlavní potenciální uživatele dálkového průzkumu patří bezesporu zemědělství jako odvětví pracující s obnovitelnými přírodními zdroji.

V Československu metoda dálkového průzkumu zatím prochází počátečním stadiem. Rychlejšímu vývoji zpracovatelských metodik brání zejména nedostatek měřicí a především zpracovatelské techniky a také omezené výzkumné kapacity. Stav v dálkovém průzkumu v ČSFR je dokumentován ve sborníku Využívání údajů DPZ v národním hospodářství (1990). Zemědělské aplikace byly hlavně založeny na fotografickém snímání a snímání televizní kamerou z letadel. Dosud jen málo byl u nás předmětem výzkumu digitální datový záznam z družic (Sborník mezinárodního semináře DPZ, 1988).

Tato práce je příspěvkem k získání dalších poznatků se zpracováním a využitím družicových dat dálkového průzkumu. Je v ní zkoumáno využití těchto dat pro zemědělské aplikace v československých podmínkách. Je studována možnost inventarizace zemědělských ploch, stanovení vývojové fáze a případně i kvalitativního ohodnocení stavu jednotlivých kultur. Jde o informace, které mohou být dále využity, např. při odhadech úrody, při rozhodování o způsobu obhospodařování jednotlivých honů, určování termínu sklizně apod.

MATERIÁL A METODA

Použité datové soubory

Pro práci byly použity údaje naměřené skanerem Thematic Mapper na družici Landsat 5 dne 24. 8. 1987, zahrnující území o rozloze asi 15×15 km jihovýchodně od Zlína. Použitá aparatura měří v šesti spektrálních pásmech intenzitu slunečního záření odraženého od zemského povrchu a v jednom pásmu tepelné záření zemských objektů (tab. I). Měření je prováděno s územním rozlišením 30 m u odraženého a 120 m u tepelného záření.

I. Rozsahy spektrálních pásem Thematic Mapperu — Ranges of spectral zones of Thematic Mapper apparatus

1. pásmo ¹	450—520 nm
2. pásmo	520—600 nm
3. pásmo	630—690 nm
4. pásmo	760—900 nm
5. pásmo	1 550—1 750 nm
6. pásmo	10 400—12 500 nm
7. pásmo	2 080—2 350 nm

¹zone

Pro zpracování družicových dat se za výchozí informace použil osevní plán JZD Mír Březůvky v podobě zemědělské mapy 1 : 25 000 se zakreslenou situací využití zemědělské půdy JZD v květnu 1987. Vzhledem k velkému časovému odstavu naměřených dat byly použity doplňující agronomické informace z termínu měření, týkající se aktuálních zemědělských prací, změn v osevním plánu a rozdílů v kvalitě porostů některých kultur.

Zpřesnění situace v některých částech zkoumaného území bylo získáno z náhledů eteckých snímků pořízených leteckou kamerou MSK 4 jeden den po družicovém měření.

Metoda zpracování družicových dat

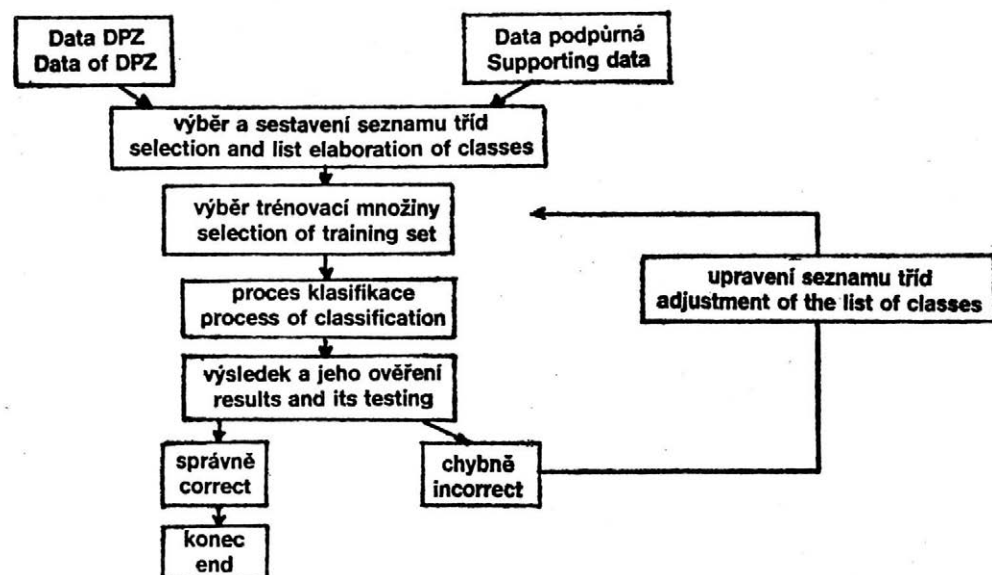
Pro zpracování družicových dat byla použita metoda řízené klasifikace podle algoritmu maximální pravděpodobnosti (Kolář et al., 1985). Podle zaměření úlohy byla na základě podpůrných dat sestavena legenda (seznam tříd) výsledné klasifikace a následně vybrán trénovací datový soubor. Jeho výsledná podoba je výsledkem iterativního výběrového procesu, jehož cílem je dosáhnout co největší vnitřní homogenity a zároveň i vnější odlišnosti datových souborů reprezentujících jednotlivé třídy (Kolář et al., 1987).

Správnost výběru trénovacího souboru byla hodnocena podle dílčího výsledku klasifikace známých objektů. Za správně klasifikovaná území byla považována ta, u kterých bylo dosaženo shody se skutečností na více než 50 % rozlohy (Krajiček, 1989). Cykličnost procesu výběru trénovacího souboru a klasifikace je schematicky znázorněna v tab. II. Ke zpracování dat byl použit systém pro obrazovou analýzu Pericolor 2000 E.

Hierarchický model popisu krajiny

Třídy pro trénovací soubor vystupují jako součást krajinné sféry. Jeho zvolený modelový popis má třídící strukturu s několika úrovněmi, odpovídajícími jisté generalizaci neboli sestavě parametrů, které jsou na dané úrovni definovány (Er b, 1975; Kolář, 1982).

II. Proces výběru trénovací množiny — The process of selection of the training set



* kritériem správnosti je definice tříd podle zadání úlohy a podpůrná data — criterion of correctness is the definition of classes according to the problem posed and supporting data

III. Třídící struktura krajinné sféry — Classifying structure of the landscape

Úroveň ¹	I.	II.	III.	IV.
Třída ²	vegetace ³	křoviny ⁶ les ⁷ trvalé travní porosty ⁸ zahrady — sady ⁹ zemědělské kultury ¹⁰	typ ¹⁷ listnatý ¹⁸ jehličnatý ¹⁹ smíšený ²⁰ typ kultur ²¹	kvalita ²⁸ stáří ²⁹ kvalita porostu ³⁰
	nevegetace ⁴	voda ¹¹ půda ¹² skály ¹³ antropogenní plochy ¹⁴	tekoucí ²² stojatá ²³ půdní typy ²⁴ zástavba ²⁵ betonové ²⁶ asfaltové ²⁷	teplota ³¹ znečištění ³² venkovská ³³ městská ³⁴
	atmosféra ⁵	oblačnost ¹⁵ exhalace ¹⁶		

¹level, ²classes, ³vegetation, ⁴non-vegetation, ⁵atmosphere, ⁶shrubs, ⁷forest, ⁸permanent grasslands, ⁹gardens, ¹⁰agricultural cultures, ¹¹water, ¹²soil, ¹³rocks, ¹⁴antropogeneus areas, ¹⁵cloudness, ¹⁶exhalation, ¹⁷type, ¹⁸deciduous, ¹⁹coniferous, ²⁰mixed, ²¹type of cultures, ²²running, ²³unflowing, ²⁴soil types, ²⁵building facilities, ²⁶concrete, ²⁷asphalt, ²⁸quality, ²⁹age, ³⁰stand quality, ³¹temperature, ³²contamination, ³³country, ³⁴urban

IV. Třídící struktura soustavy tříd ve zpracovávaném případě — Classificating structure of the set of classes in the processing matter

II.	III.	IV.
Les ¹		buk ¹¹
Zemědělské kultury ²	kukuřice ⁵ řepa ⁶ kmín-porost ⁷ zorané pole ⁸ strniště ⁹	jetel po druhé seči ¹² jetel-porost ¹³ zorané pole se zbytky strniště ¹⁴ holá půda se zbytky strniště ¹⁵
Antropogenní plochy ³ Voda ⁴	zástavba ¹⁰	

¹forest, ²agricultural cultures, ³antropogeneous areas, ⁴water, ⁵maize, ⁶sugar beet, ⁷caraway-stand, ⁸ploughed field, ⁹stubbles, ¹⁰building facilities, ¹¹beech, ¹²clover after second cut, ¹³clover-stand, ¹⁴ploughed field with residual stubble, ¹⁵bare soil with residual stubble

Třídícím principem celého hierarchického modelu jsou látkové vlastnosti objektů na zemském povrchu (tab. III). Nižší úrovně popisují kvalitu prvků vyšší úrovně; nultá úroveň odpovídá krajinné sféře jako celku.

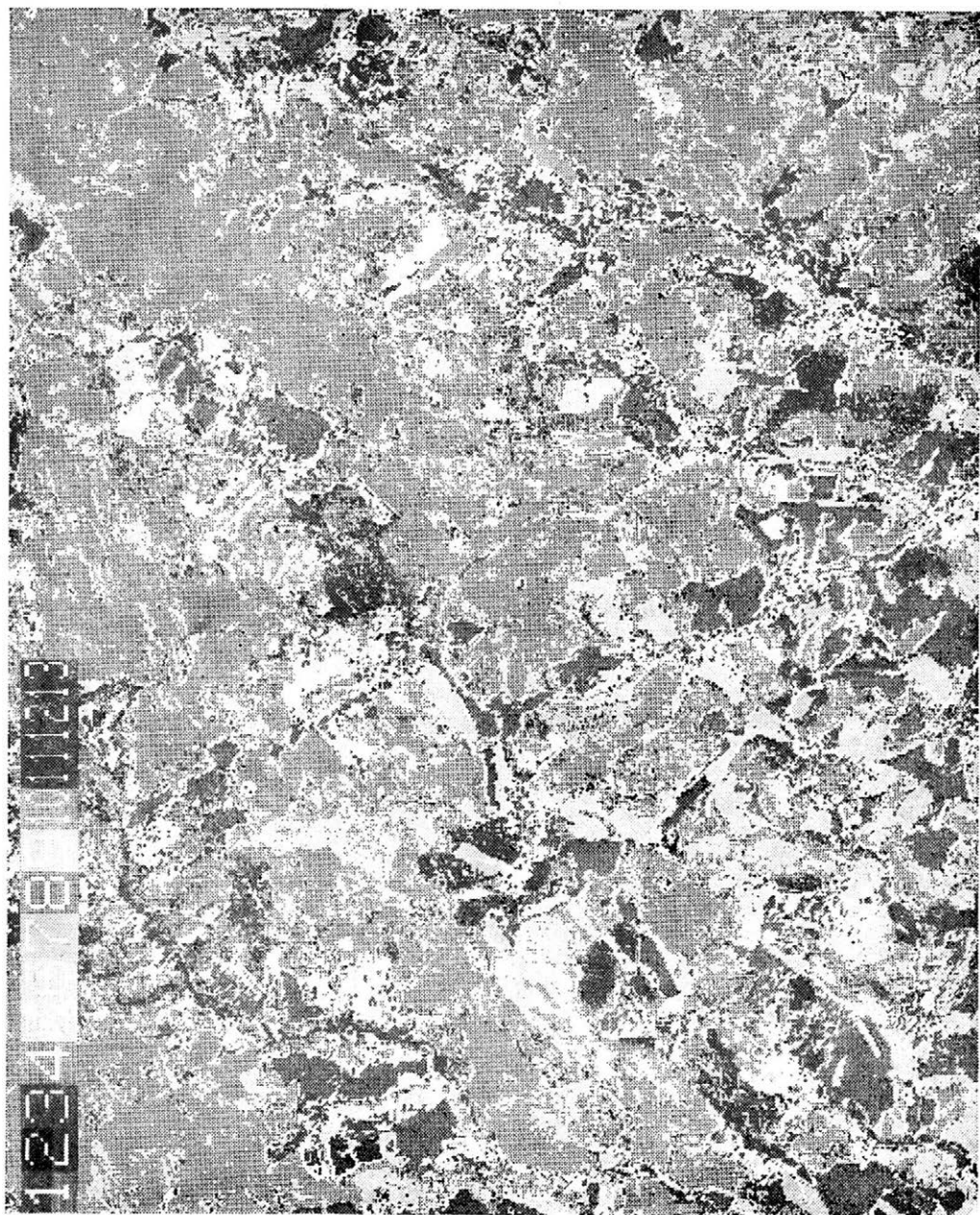
Pro dosažení přesnějšího a přehledného výsledku, zaměřeného na kvalitu objektů, je optimální omezit klasifikaci na jeden až dva prvky III. úrovně. V jejich rámci jsou sledované prvky IV. úrovně určeny svou minimální prostorovou velikostí a spektrální odlišností od okolního prostředí.

Zpracování dat Thematic Mapperu

Seznam tříd pro klasifikaci byl nejprve sestaven podle osevního plánu a obsahoval třídy: jarní a ozimé obilniny, kukuřice, okopaniny, směsky, řepka, víceleté pícniny a k tomu třídy les a voda. Podle aktuálnějších informací, odpovídajících lépe termínu družicového měření, byl sestaven druhý trénovací soubor s třídami: strniště, kmín — porost, kukuřice, jetel po druhé seči, jetel — porost, zorané pole, řepa, les, buk, voda, strniště se zbytky vegetace, holá půda se zbytky strniště (tab. IV). Zpracování dat bylo tedy zaměřeno na hodnocení stavu porostu jednotlivých kultur a postupu sklizňových prací.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledek klasifikace družicových dat orientačně znázorňuje obr. 1 (původně v barevném provedení, které z technických důvodů nebylo možné realizovat). Přesnost klasifikace byla kromě vizuálního hodnocení určována statistickým porovnáváním výsledků zpracování jednotlivých měření (pixelů) v trénovacím souboru se skutečností. Statistické srovnání ve tvaru kontingenční tabulky je uvedeno v tab. V. V pravém součtovém sloupci tab. V je uveden celkový počet pixelů v trénovací množině jednotlivých tříd



1. Obrazový výsledek klasifikace — A pattern result of classification

Vysvětlivky 1—13 viz tab. V; Explanation for 1—13 see Tab. V

a v posledním řádku počty pixelů do tříd zařazených. Na diagonále jsou počty správně klasifikovaných pixelů. Takto sestavená tabulka umožňuje dvě základní hodnotící hlediska. Prvním z nich je počet pixelů, které jsou zařazeny do dané třídy a nepatří do ní. Druhý typ chyby je počet pixelů, které do dané třídy zařazeny nebyly, ale patří do ní

V. Kontingenční tabulka (počty klasifikovaných pixelů z trénovací množiny) — Continguation table (numbers of classified pixels of the training set)

		Do třídy ²													Σ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ze třídy ¹	1	1123	.	.	.	.	18	.	.	.	.	.	19	91	1251
	2	.	46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46
	3	.	.	473	65	3	.	30	.	14	.	1	.	.	586
	4	.	.	4	290	29	.	.	.	14	.	.	.	.	337
	5	6	.	.	34	575	.	.	.	.	.	.	17	.	632
	6	5	.	.	.	.	522	.	.	.	.	.	.	2	529
	7	.	.	15	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.	65
	8	.	.	.	13	.	.	.	1696	183	.	.	.	.	1892
	9	.	.	13	194	.	.	.	63	1046	.	.	.	.	1316
	10	.	.	.	.	.	.	.	3	.	246	.	.	.	249
	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52	.	.	52
	12	8	.	.	.	3	1	.	.	.	.	.	56	.	68
	13	94	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	104	198
	Σ	1236	46	505	596	610	541	80	1762	1257	246	53	92	197	7221

¹from the class, ²to the class

- | | |
|--|---|
| 1. strniště — stubble | 8. les — forest |
| 2. kmín-porost — caraway-stand | 9. buk — beech |
| 3. kukuřice — maize | 10. voda — water |
| 4. jetel po druhé seči — clover after second cut | 11. zástavba — buildings facilities |
| 5. jetel-porost — clover-stand | 12. strniště se zbytky vegetace — stubble with residues |
| 6. zorané pole — ploughed field | 13. holá půda se zbytky strniště — bare soil with residues of stubble |
| 7. řepa — sugar beat | |

(tab. VI). Z tab. VI je zřejmé, že nejlépe klasifikovány jsou třídy kmín — porost, zorané pole, voda a zástavba. U těchto tříd hodnoty A přesahují 95 % a hodnoty B jsou menší než 5 %. Za uspokojivý lze považovat výsledek, jehož hodnota A je 85 až 95 % a současně B je 5 až 10 %. Sem spadají třídy strniště, jetel — porost a les. Nejhorší klasifikována je třída holá půda se zbytky strniště. Nízká hodnota A je dána zařazením téměř poloviny pixelů třídy holá půda se zbytky strniště do třídy strniště. Příčinou této chyby je nedostatečná apriorní informace o výskytu obou tříd. Podobná chyba vznikla při výběru třídy řepa. Řepa je součástí honů s porostem kukuřice a nebyl k dispozici přesný údaj o hranici těchto dvou kultur. Třída řepa obsahuje zřejmě i okrajovou část území porostlého kukuřicí, což má za následek prolínání těchto dvou tříd. Podle podkladových materiálů bylo zjištěno, že pixely a třídy řepa, chybně zařazené do třídy kukuřice, odpovídají nehomogenitám v porostu kukuřice, způsobeným zaplevelením, zamokřením či různou zralostí porostu. K dalším výrazným změnám došlo u třídy jetel po druhé seči s třídami jetel — porost a buk; 18 % pixelů třídy buk, které jsou přiřazeny k třídě jetel po druhé seči, odpovídají v terénu oblasti drobných remízků a okrajům lesních ploch. Chyba je opět způsobena nepřesným výběrem trénovací množiny. V klasifikaci se vyskytují místa nezklasifikovaná, v mapce pak mají bílou barvu. Tvoří zřetelné pásy na rozhraní jednotlivých honů, místa i mezi honem a lesem. Neklasifikovaná jsou ta místa, která mají odlišné spektrální charakteristiky od všech zvolených tříd v trénovací množině.

Třída ¹	A (%)	B (%)	C (%)
1	89,70	9,14	82,33
2	100	0,00	100
3	80,70	6,34	76,54
4	86,05	51,34	45,10
5	90,90	5,74	86,21
6	98,70	3,51	95,26
7	76,90	37,50	52,63
8	89,60	3,75	88,62
9	79,50	16,79	68,50
10	98,80	0,0	98,80
11	100	1,89	98,11
12	82,40	39,13	53,85
13	52,50	47,21	35,74

¹class

- A — podíl správně klasifikovaných pixelů v *i*-té třídě k počtu pixelů do třídy patřících
proportion of pixels correctly classified in *i*-class to the number of pixels belonging to the class
- B — podíl chybně klasifikovaných pixelů v *i*-té třídě k počtu všech přiřazených pixelů
proportion of incorrectly classified pixels in *i*-class to the number of all attributed pixels
- C — podíl správně klasifikovaných pixelů k počtu správně klasifikovaných pixelů zvětšenému o chybně přiřazené pixely
proportion of correctly classified pixels to the number of correctly classified pixels multiplied by incorrectly classified pixels

Koeficient určující úspěšnost klasifikace v tab. VI jasně určuje 100% odlišnost třídy kmín — porost, velmi dobrou odlišitelnost, resp. úspěšnost (0,95 až 1) tříd zorané pole, zástavba, voda. Nejmenší hodnoty koeficientu, ukazující nízkou úspěšnost klasifikace, mají třídy jetel po druhé seči, řepa, strniště se zbytky vegetace, holá půda se zbytky strniště. Celkovou úspěšnost lze určit z podílu správně klasifikovaných pixelů k celkovému počtu pixelů. Pro tuto klasifikaci má celková úspěšnost hodnotu 86,95 %.

Chyby v klasifikaci mají jednu společnou příčinu — chybně zařazení pixelů do trénovací množiny. To je přímo závislé na věrohodnosti podkladových materiálů. Klasifikace sestavená na bázi osevního plánu je ovlivněna nepřesností informace v něm obsažené. Jde o nepřesnost jak prostorové lokalizace, tak zejména lokalizace časové, neboť dynamika vývoje porostu není v osevním plánu obsažena vůbec.

ZÁVĚR

Výsledek zpracování dat z družicového skaneru Thematic Mapper naměřených na našem území ukázal, že třídy z vyšší úrovně hierarchického popisu krajiny (tab. IV), jako je les, voda, zorané pole, zástavba, jsou velmi dobře rozlišitelné. To přímo souvisí s možností výběru jak rozsahem, tak i přesností lokalizace dostatečné reprezentativní trénovací množiny. Naproti tomu dostupné podpůrné údaje se ukázaly jako nedostatečné pro plné využití rozlišovací schopnosti skaneru, a tak i pro získání informací o nehomogenitách uvnitř jedné plodiny.

Třídy IV. úrovně, charakterizující stav, resp. kvalitu (v tomto případě šlo o jetel po druhé seči, zorané pole se zbytky strniště a strniště se zbytky vegetace), mají úspěšnost klasifikace nižší. Projevuje se to i větším počtem do nich chybně přiřazených zástupců jiných tříd (postupně 51,3 %, 39,2 % a 47,2 %).

Dosažené výsledky prokazují využitelnost družicových dat pro zemědělské aplikace. Požadavek inventarizace zemědělských ploch lze touto metodou splnit s velmi dobrou přesností. K určování stavu porostu, resp. vývojových fází lze družicová data rovněž použít, přesnost je však závislá na konkrétní specifikaci. V tomto směru bude zapotřebí pokračovat v experimentální práci a ověřit metodiku zpracování pro co největší počet různých agronomických parametrů.

V každém případě však platí, že zvýšení spolehlivosti výsledku zpracování družicových dat vyžaduje odpovídající podkladové materiály. K tomu je nutné vytypovat požadované kvalitativní třídy, tvořící legendu klasifikace, a jejich výskyt v době družicového měření přesně polohově zaznamenat. Formálně jde o sledování prostorového výskytu a velikosti určených parametrů, ovlivňujících kvalitu rostlinného pokryvu. Takto vytvořené podpůrné údaje jsou využitelné i pro extrapolaci na lokality s podobnými přírodními podmínkami.

Uvedenou metodikou zpracování družicových dat bude možné prozkoumat další možnosti získávání konkrétních zemědělských informací metodou dálkového průzkumu. Přitom je nezbytná spolupráce odborníků na zpracování družicových dat s odborníky zabývajícími se problematikou rostlinné výroby a vytvářením zemědělských informačních systémů.

Literatura

- ERB, R. B.: The utility of ERTS-1 data for application in agriculture and forestry. Houston, Texas, NASA, Johnson Space Center 1975.
- KOLÁŘ, J.: Metoda multispektrálního snímání MSS v dálkovém průzkumu Země. Praha, ČVUT 1982.
- KOLÁŘ, J. et al.: Numerické metody zpracování dat DPZ. Praha, Staveb. Fak. ČVUT 1985.
- KOLÁŘ, J. et al.: Metodika digitálního zpracování multispektrálních skanerových dat. Praha, Staveb. Fak. ČVUT 1987.
- KRAJÍČEK, P.: Využití druhotných spektrálních příznaků v klasifikaci dat DPZ. [Diplomová práce.] Praha, ČVUT 1989.
- Sborník mezinárodního semináře DPZ. Březůvky, 1988.
- Využívanie údajov DPZ v národnom hospodárstve. Bratislava, ČSVTS 1990.

Došlo 6. 3. 1990

J. JELÍNKOVÁ, J. KOLÁŘ (DPZ Laboratory, Czech Technical University, Praha):
The utilization of satellite data for classification of the structure of crop production.
Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 1–8.

Remote sensing performed from space carriers for the needs of agriculture as a modern and effective source of information on occurrence and quality of agricultural crops is presented in the paper. Processing technology is presented by which the results were obtained for the first time from the agricultural application of remote sensing through satellite under the Czechoslovak conditions. The data obtained by the scanner, the Thematic Mapper type, at the Landsat satellite on August 24, 1987 were used in the study. The investigated territory consisted of the area of 15 × 15 km which is farming by the Cooperative Farm „Mir“ Březůvky, the Zlín district. The crop rotating plan and additional information of an agronomist were used as supporting data. The data were processed by a digital system and the method of pattern analysis was used. The satellite data processing resulted in the thematic map of the topical situation of a crop cover of the territory under study. Precision was evaluated visually and statistically. It was found out that satellite apparatus with spatial distinguishing power about 30 m may be used to solve inventory account tasks and also to study the quality of some agricultural crops. To obtain this result, it is necessary to have an access to the satellite measuring of the suitable time and ground observations. Field survey is to be directed on the study of phenomena of interest. This information can be used also to classify another territories with similar natural conditions and to study time changes in the territory under study.

TRANSPORT ŽIVÍN Z PŮDY PRIESA KOVÝMI VODAMI

Peter Ondrišík

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

V poľných maloparcelových lyzimetrických pokusoch bolo sledované vyplavovanie $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, P, K, Na, Ca, Mg v závislosti od intenzity hnojenia a hĺbky pôdneho profilu. Najintenzívnejší pohyb živín nastáva z vrchnej časti pôdneho horizontu a smerom do hĺbky rýchlosť pohybu živín a ich množstvo podstatne klesá. Zistili sme, že živiny sa vyplavujú v poradí: $Ca > Mg > N-NO_3^- > Na > K > N-NH_4^+ > P$. Vyplavovanie vápnika a $N-NO_3^-$ bezprostredne súvisí s pôdnou rezervou živín, resp. s dávkou priemyselných hnojív. Migrácia ostatných živín je veľmi nízka a hnojenie nemá vplyv na ich pohyb v pôdnom profile.

Vplyvom presakujúcej dažďovej vody, hlavne v oblastiach s bohatšími zrážkami, dochádza k premiestňovaniu ľahkorozpustných solí — živín z vrchných vrstiev pôdy do spodiny. Toto je jedným z rozhodujúcich faktorov negatívne ovplyvňujúcich efektívnosť hnojenia, ale aj kvalitu životného prostredia.

Vyplavované živiny pochádzajú prevažne z orničnej vrstvy, kde je mobilizovateľná rezerva živín vyššia než v ostatných horizontoch pôdneho profilu (Damaška, 1979; Sirový, 1981). K ich vyplavovaniu dochádza len vtedy, keď živiny nie sú viazané adsorpciou, ani chemisorpciou na pôdnych koloidoch alebo biologicky pôdnymi mikroorganizmami.

Najväčším stratám podlieha vápnik. Vopěnka et al. (1987) udávajú, že množstvo vyplaveného vápnika sa pohybovalo od 58 do 960 kg. ha⁻¹. rok⁻¹ a výrazne sa zvyšovalo u hnojených variantov. Výrazný vplyv hnojenia sa prejavil aj pri vyplavovaní $N-NO_3^-$. Jeho pohyb je však výrazne ovplyvnený aj ročným obdobím, množstvom zrážok, rastlinitvom a pôdnymi vlastnosťami. Ročné straty dusíka sa podľa jednotlivých autorov pohybujú od 5 do 60 kg. ha⁻¹ (Damaška, 1985; Gábriš et al., 1987; Ondrišík, 1987).

Ako uvádza Pfaff (1963), vyluhovanie draslíka predstavuje v rôznych pôdach bez hnojenia za rok 18 až 60 kg. ha⁻¹. Naopak Vopěnka et al. (1987) uvádzajú vyplavovanie draslíka v závislosti na pôdnom type a ročníku od stopového množstva až do 100 kg. ha⁻¹. rok⁻¹. Najdôležitejším faktorom, ktorý ovplyvňuje vyplavovanie draslíka, je hlavne schopnosť pôdy fixovať draslík.

Vömel (1974) uvádza straty horčíka v závislosti od pôdneho druhu 9 až 61 kg. ha⁻¹. U sodíka tieto straty predstavovali 9 až 69 kg. ha⁻¹. rok⁻¹. Vedľajšie živiny (vápnik, horčík, sodík), ktorých odber rastlinami je nižší, podliehajú vyplavovaniu vo väčšej miere ako hlavné živiny.

MATERIÁL A METÓDA

Pre štúdium vyplavovania živín bol použitý maloparcelový lyzimetrický poľný pokus, založený na pokusnej báze AF VŠP v Nitre na nivnej pôde oglejenej. Stručnú charakteristiku pôdneho profilu v sledovaných hĺbkach uvádza tab. I.

Ploché lyzimetre (0,4 × 0,4 m) sú umiestnené v neporušenom pôdnom profile v hĺbke 0,2; 0,4 a 0,6 m (Ondrišík, 1987). Boli porovnávané lyzimetre nehnojené s hno-

I. Agrochemická charakteristika pôdy — Agricultural characteristics of soil

Hori- zont ¹	Hĺbka ² (mm)	pH		Uhlí- čita- ny ³ (%)	Sorpčná kapacita ⁴ (mval. 0,12 kg ⁻¹)	Výmenné bázičné kationy ⁵ (mval. 0,1 kg ⁻¹)				
		H ₂ O	KCl			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	suma ⁶
orh	0,00—0,22	7,10	5,79	0,05	24,05	23,68	5,07	0,35	0,19	29,29
h	0,23—0,46	7,72	6,27	0,05	21,29	26,99	6,72	0,42	0,18	34,31
h/P	0,47—0,58	8,12	6,68	0,10	33,43	20,91	4,45	0,27	0,10	25,73
P	0,59—1,00	8,22	6,83	0,15	29,08	19,49	4,67	0,27	0,10	24,53

¹horizon, ²depth, ³carbonates, ⁴sorption capacity, ⁵exchangeable alkaline cations, ⁶sum

II. Poveternostné podmienky v priebehu pokusných rokov — Weather conditions over the test years

Pokusný rok ¹	Me- siac ²	Ø teplôt ³ (°C)	50-ročný priemer ⁴	Δteplôt ⁵	Σ (mm) zrážok ⁶	50-ročný priemer ⁴	Δzrážok ⁷
1984—1985	5.	14,20	15,20	—1,00	98,90	63,00	35,90
	6.	16,00	18,00	—2,00	43,50	66,00	—22,50
	7.	17,10	20,00	—2,90	31,60	58,00	—26,40
	8.	18,70	19,30	—0,60	30,20	54,00	—23,80
	9.	14,70	15,30	—0,60	91,10	49,00	42,10
	10.	10,50	9,80	0,70	24,60	51,00	—26,40
	11.	5,40	4,30	1,10	67,50	53,00	14,50
	12.	—0,40	0,30	—0,70	13,10	46,00	—32,90
	1.	—6,80	—1,90	—4,90	12,00	35,00	—23,00
	2.	—4,40	0,20	—4,60	25,10	37,00	—11,90
	3.	4,40	4,70	—0,30	39,00	40,00	—1,00
	5.	15,50	15,20	0,30	104,20	63,00	41,20
1985—1986	6.	15,10	18,00	—2,90	70,40	66,00	4,40
	7.	19,40	20,00	—0,60	69,10	58,00	11,10
	8.	19,00	19,30	—0,30	77,70	54,00	23,70
	9.	14,30	15,30	—1,00	8,50	49,00	—40,50
	10.	9,60	9,80	—0,20	13,20	51,00	—37,80
	11.	2,80	4,30	—1,50	99,50	53,00	46,50
	12.	2,90	0,30	2,60	53,40	46,00	7,40
	1.	—0,30	—1,90	1,60	45,90	35,00	10,90
	2.	—3,90	0,20	—4,10	32,50	37,00	—4,50
	3.	3,70	4,70	—1,00	17,00	40,00	—23,00

¹test year, ²month, ³Ø temperatures, ⁴average of 50 years, ⁵Δ temperatures, ⁶Σ precipitation, ⁷Δprecipitation

III. Priemerné koncentrácie v priebehu pokusu (mg.l^{-1}) — Average concentrations during the trial (mg per l)

Variant ¹	Hĺbka ²	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	K	Na	Ca	Mg	P
Kontrola ³	0,2	8,00	0,79	1,89	25,69	80,74	26,64	0,03
	0,4	6,17	0,67	1,78	25,85	95,03	32,91	0,03
	0,6	3,86	0,64	2,05	34,46	114,14	36,02	0,02
300 kg NPK	0,2	26,02	0,67	1,84	22,44	96,70	31,31	0,02
	0,4	15,32	0,51	1,85	25,89	98,68	33,81	0,02
	0,6	4,40	0,49	1,87	29,61	115,15	41,22	0,01
600 kg NPK	0,2	52,79	0,88	2,14	20,99	154,48	41,67	0,02
	0,4	31,15	0,66	1,72	24,07	157,25	44,65	0,02
	0,6	13,50	0,66	1,84	25,04	153,34	43,83	0,02

¹treatment, ²depth, ³control

jenými v prepočte 300, resp. 600 kg čistých živín NPK na 1 ha (pomer živín 1 : 0,31 : 0,83); použité hnojivá: liadok amónny s vápencom, superfosfát a draselná soľ. Poveternostné podmienky v sledovaných rokoch udáva tab. II.

V priesakových vodách bol sledovaný obsah N—NO₃⁻, N—NH₄⁺, P (fotokolorimetricky), Ca, K, Na (plameňovou fotometriou) a Mg (atómovou absorpčnou spektrofotometriou).

VÝSLEDKY

Priemerné koncentrácie sledovaných živín v jednotlivých hĺbkach pôdneho profilu použitých variantov sú uvedené v tab. III a celkové vyplavené množstvá (v $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$) v tab. IV.

IV. Migrácia živín ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$) — Migration of nutrients ($\text{kg per ha and year}$)

Variant ¹	Hĺbka ²	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	K	Na	Ca	Mg	P
Kontrola ³	0,2	2,57	0,20	0,57	8,45	25,60	9,08	0,005
	0,4	1,02	0,10	0,29	5,11	18,75	6,34	0,001
	0,6	0,46	0,07	0,22	3,65	10,89	4,18	0,001
300 kg NPK	0,2	11,88	0,21	0,56	8,14	39,94	14,65	0,004
	0,4	3,66	0,10	0,34	5,43	21,80	7,80	0,001
	0,6	0,47	0,04	0,17	2,91	11,56	4,79	0,001
600 kg NPK	0,2	20,89	0,28	0,66	7,04	52,33	17,23	0,004
	0,4	6,75	0,12	0,28	4,44	29,30	10,35	0,001
	0,6	1,13	0,06	0,22	2,30	13,26	4,77	0,001

¹treatment, ²depth, ³control

Dusík

Podiel $\text{N}-\text{NO}_3^-$ na celkovom vyplavenom minerálnom dusíku z jednotlivých hlbok pôdneho profilu sa pohyboval od 90 do 99 %. Z priemerných koncentrácií vidieť výrazný vplyv hnojenia na zmeny jeho obsahu v lyzimetrických vodách. Jeho obsah s klesajúcou hĺbkou pôdneho profilu výrazne klesá. Na rozdiel od $\text{N}-\text{NO}_3^-$ obsah $\text{N}-\text{NH}_4^+$ v lyzimetrických vodách nie je ovplyvnený dávkou priemyselných hnojív a v dôsledku silnej výmennej sorpcie sa jeho koncentrácie pohybujú v rozmedzí 0,49 až 0,88 mg.l⁻¹. Jeho straty sú veľmi nízke.

Draslík

Migrácia draslíka nie je ovplyvnená aplikáciou priemyselných hnojív. Jeho straty závisia najmä od vlastností pôd a prirodzeného obsahu draslíka v nich. V našich podmienkach v dôsledku vysokej fixačnej schopnosti nívnej pôdy nedochádzalo k vyplavovaniu väčšieho množstva draslíka z pôdy. Koncentrácie draslíka v lyzimetrických vodách boli nízke a smerom do hĺbky sa zvyšovali v závislosti na zvyšujúcom sa obsahu bázičných kationov v presakujúcich vodách so zvyšujúcou sa hĺbkou pôdneho profilu. Na celkovej sume bázičných kationov ($\text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) sa draslík podieľa iba 0,63 až 1,16 %.

Sodík

Napriek tomu, že sodík nebol dodaný do pôdy v žiadnom hnojive, predsa jeho obsah v lyzimetrických vodách je vyšší ako obsah draslíka a závisí hlavne od jeho obsahu v pôde. So zvyšujúcou sa dávkou priemyselných hnojív jeho obsah dokonca klesá. V priebehu pohybu pôdneho roztoku v profile pôdy sa zvyšuje obsah sodíka v ňom, o čom svedčia zvyšujúce sa hodnoty koncentrácie Na^+ v lyzimetrických vodách s klesajúcou hĺbkou pôdneho profilu. Na celkovej sume bázičných kationov sa sodík podieľa 9 až 19 %. Tento podiel je najvyšší na nehnojenej variante a so zvyšujúcou sa dávkou priemyselných hnojív klesá. Celková strata z profilu 0 až 0,6 m je nízka (2,30 až 3,65 kg.ha⁻¹.rok⁻¹).

Vápnik

Najvýraznejší vplyv hnojenia na vyplavovanie kationov sa prejavil u vápnika. Vo všetkých prípadoch bolo najvyššie vyplavovanie vápnika z variantu hnojeného dávkou NPK 600 kg.ha⁻¹. Vyplavovanie vápnika (v kg.ha⁻¹) je zo všetkých kationov najvýraznejšie, tento kation je v pôde výrazne najpohyblivejší. V našich podmienkach sa v priebehu roka vyplavilo v závislosti na variante a hĺbke pôdneho profilu od 10,89 do 52,33 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Aj jeho podiel na celkovej sume bázičných kationov je najvýraznejší (57,5 až 67,7 %).

Horčík

Podobne ako sodík nebol do pôdy dodaný v žiadnom hnojive, napriek tomu jeho pohyb v pôdnom profile bol po vápniku najvýraznejší z kationov a podstatne ovplyvnený hnojením. Podobne ako v predchádzajúcich prípadoch boli výrazné rozdiely medzi pokusnými rokmi. Na celkovej sume kationov sa podieľa 20 až 24 %.

Fosfor

Základný faktor, ktorý určuje vyplavovanie fosforu z pôdy, je sorpčná schopnosť pôdy voči fosforu. V dôsledku nej je migrácia fosforu z pôdy veľmi nízka (0,001 až 0,005 kg.ha⁻¹.rok⁻¹). U nehnojenej kontroly je migrácia o niečo vyššia ako v hnojených variantoch.

V odbornej literatúre sa v poslednom období objavilo mnoho prác súvisiacich s bilanciou živín pri narastajúcej intenzite hnojenia z hľadiska vyhodnotenia strát živín ako z aplikovaných hnojív, tak aj z pôdnej rezervy. Väčšina týchto prác sa zameriavala na dusík, ako najdôležitejšiu živinu. Oveľa menej prác je venovaných ostatným prvkom nevyhnutným pre zdravú výživu rastlín, ako aj pre normálny chemizmus v pôde.

Dynamika dusíka, hlavne $N-NO_3^-$ v lyzimetrických vodách je v úzkej korelácii nielen s intenzitou hnojenia, ale aj s intenzitou biologických procesov, predovšetkým nitrifikácie. Nezanedbateľný vplyv na dynamiku dusíka majú aj rastliny tým, že ho adsorbujú a zachytávajú určité množstvo zrážok, v dôsledku čoho je vyplavovanie dusíka menej výrazné.

Najdôležitejším faktorom, ktorý ovplyvňuje pohyb kationov v pôde, je množstvo presakujúcej vody, druhým faktorom sú pôdne vlastnosti, ako aj ich prirodzený obsah v pôde. Kationy dodané v hnojivách jednak prechádzajú priamo do pôdneho roztoku, a tým zvyšujú množstvo vyplavených kationov z pôdy, ďalej prichádzajú do styku s výmennými kationmi viazanými pôdnym sorpčným komplexom, vytesňujú tam druhé kationy, a tým ich uvoľňujú do roztoku (Vopěnka et al., 1987).

Najvýraznejšiu migráciu kationov pôsobením priemyselných hnojív sme pozorovali u vápnika (58 až 66 %). U draslíka bol tento vplyv nevýrazný a u sodíka došlo vplyvom priemyselných hnojív k zníženiu migrácie tohto prvku v pôde.

Množstvo vyplaveného draslíka je predovšetkým ovplyvňované pôdnymi vlastnosťami. Okrem sorpčnej schopnosti je to predovšetkým schopnosť pôdy fixovať draslík do nevýmenného stavu. V našich podmienkach sa migrácia draslíka pohybovala od 0,42 do 0,66 kg. ha⁻¹. rok⁻¹. K podobným výsledkom dospel aj Bedrna (1982).

Horčík je v pôde menej pohyblivý ako vápnik a jeho straty vyplavovaním pri celkovo nízkej úrovni horečnatého hnojenia prehĺbujú deficit horčíka v pôdach ČSFR. Pomer úbytku vyplavovaním Ca : Mg v našom prípade je 4 : 1, t.j. približný pomer zastúpenia vápnika k horčíku v pôde.

Ak porovnávame vyplavovanie jednotlivých živín, vidíme, že vo všetkých prípadoch prevažuje vyplavovanie vápnika (10 až 52,33 kg. ha⁻¹. rok⁻¹) a horčíka (4,18 až 17,23 kg. ha⁻¹. rok⁻¹). Vyplavovanie nitrátového dusíka je zhruba na úrovni migrácie sodíka. Migrácia draslíka, amoniakálneho dusíka a fosforu, vzhľadom na ich správanie sa v pôde, je veľmi nízka a nedosahuje ani kilogramové množstvá. Tieto zistené výsledky sú v súlade s výsledkami ďalších autorov (Hanes, 1970; Damaška, 1985; Gábriš et al., 1987).

Uvedené výsledky získané v dvojročnom poľnom lyzimetrickom pokuse nás oprávňujú konštatovať, že v daných pôdno-klimatických podmienkach je migrácia živín hlbšie ako 0,6 m nízka a nemusí dochádzať ani k znečisťovaniu podzemných zdrojov pitnej vody.

Literatúra

- BEDRNA, Z.: Vyplavovanie živín z pôdy. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 6, s. 587–594.
 DAMAŠKA, J.: Vliv vysokých dávek průmyslových hnojív na půdní vlastnosti. Rostl. Výr., 25, 1979, č. 7, s. 763–772.
 DAMAŠKA, J.: Hnojení a vymývání živin v různých půdně-ekologických podmínkách. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 11, s. 1123–1129.
 GÁBRIŠ, L' et al.: Migrácia dusíka v rôznych ekologických podmienkach z aspektu ochrany životného prostredia. [Priebežná správa.] Nitra, 1987, 13 s.
 HANES, J.: Štúdium lyzimetrických vôd hneďozeme na spráši pri intenzívnom hnojení minerálnymi hnojivami. [Kandidátska dizertácia.] 1970. Vys. Šk. poľnohosp.
 ONDRIŠÍK, P.: Dynamika a migrácia minerálnych zlúčenín dusíka v pôde pri použití rôznych druhov dusíkatých hnojív. [Kandidátska dizertácia.] Nitra 1987. Vys. Šk. poľnohosp.

- PFAFF, C.: Das Verhalten der Phosphorsäure und der Alkalien im Boden nach langjährigen Lysimeterversuchen II. Z. Acker- Pfl.-Bau, 117, 1963, s. 117–128.
- SIROVÝ, V.: Ovlivnění dynamiky přeměn a migrace látek v zemědělských půdách intenzivním hnojením a vápněním. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚZZP 1981, 46 s.
- VÖMEL, A.: Der Nährstoffumsatz im Boden und Pflanze auf grund von Lysimeterversuchen. Fortschr. Acker- u. Pfl.-Bau, 3, 1974, 94 s.
- VOPĚNKA, L. — MACHÁČEK, V. — PIRKL, J.: Transport fosforu, draslíku a vápníku z půdy průsakovými vodami. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 8, s. 813–818.

Došlo 16. 2. 1990

P. ONDRIŠÍK (University of Agriculture, Nitra):

The transport of nutrients from the soil from infiltration waters.

Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 9–14.

Field-micro-plot lysimetric trials were performed to study the leaching of $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, P, K, Na, Ca, Mg in dependence on fertilization intensity and on the depth of a soil horizon. The nutrients move the most intensively from the upper part of the soil horizon and towards the depth the speed of nutrient movement and their amount decrease. It was found that nutrients are leaching in the following manner: $Ca > Mg > N-NO_3^- > Na > K > N-NH_4^+ > P$. Calcium and $N-NO_3^-$ leaching is directly connected with the soil reserve of nutrients, eventually with a rate of fertilizers. The migration of another nutrients is very low and fertilizing has no influence on their movement in the soil profile.

OPTIMALIZÁCIA DÁVOK DUSÍKA NA PRODUKČNÉ PRIHNOJOVANIE OZIMNEJ PŠENICE

Jozef Ivanič, Ľubomír Vnuk

Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

V podmienkach stacionárneho pokusu sa potvrdila možnosť optimalizácie dávok dusíka na produkčné prihnojovanie ozimnej pšenice na základe obsahu N_{an} v pôde do hĺbky 0,6 m a odberu dusíka porastom ozimnej pšenice vo fáze 6. listu. Pozitívne tým možno ovplyvniť aj energetickú a ekonomickú efektívnosť hnojenia ozimnej pšenice dusíkom.

Optimalizácia dávok dusíka je najexponovanejším miestom v sústavách hnojenia. Progresom pri optimalizácii dávok dusíka na produkčné prihnojovanie ozimnej pšenice dusíkom sú diagnostické metódy (Baier, 1973; Škopík, 1980), spočívajúce vo využití výsledkov anorganických rozborov rastlín. Garz, Stumpe (1977) zistili, že príjem dusíka pšenice z pôdy sa až do konca odnožovania v podstate obmedzuje na vrstvu 0 až 0,5 m, vo fáze klasenia je N_{an} v hĺbke 0,5 až 0,75 m plne prístupný a vo fáze vyplňania zrna dosahuje osvojovacia schopnosť pre dusík hĺbku väčšiu ako 1 m. Viacerí autori (Garz, Wicke, 1980; Kung et al., 1980; Ivanič et al., 1980; Stratil, 1986; Ivanič, Pačuta, 1988 a ďalší) doporučujú využívať informácie o obsahu N_{an} v pôde do hĺbky 0,6 až 1 m pri optimalizácii dávok dusíka pri hnojení obilnín. Na práce uvedených autorov sme nadviazali pri riešení danej problematiky.

MATERIÁL A METÓDA

Problematica bola riešená v rokoch 1986 až 1989 v podmienkach poľného stacionárneho pokusu s ozimnou pšenice odrodou Viginta. Pokus bol založený na fľovitej nivnej pôde v areáli Agrokomplexu v Nitre. Agrochemické vlastnosti pôdy pokusných pozemkov sú uvedené v tab. I. Predplodinou bola jarná miešanka.

I. Agrochemické vlastnosti pôd pred založením pokusov do hĺbky pôdy 0,3 m — Agrochemical soil properties before trial establishment to the depth of soil of 0.3 m

Rozbor ¹	1986 — 1987	1987 — 1988	1988 — 1989
pH/KCl	5,84	5,65	6,00
N_{an} v mg. kg ⁻¹	38,00	5,55	14,50
P_{prist} (Egner) v mg. kg ⁻¹	22,00	23,60	19,00
K_{prist} (Schachtschabel) v mg. kg ⁻¹	143,00	138,00	146,50
Mg_{prist} (Schachtschabel) v mg. kg ⁻¹	540,00	397,50	415,80
Humus (Tjurin) v %	3,84	3,14	2,80

¹analysis

II. Dávky živín na jednotlivých variantoch v kg.ha⁻¹ — Nutrient rates in the different treatments in kg per ha

Rok ¹	Vari- ant ²	Celková dávka živín ³			Dávka N ⁴		
		N	P	K	pred sejbou ⁵	regeneračné prihnojenie ⁶	produkčné prihnojenie ⁷
1986—1987	1	—	—	—	—	—	—
	2	—	109	209	—	—	—
	3	140	109	209	40	50	50
	4	140	109	209	140 (MFK)	—	—
	5	97	109	209	40	50	7
	6	115	109	209	40	50	25
	7	154	109	209	40	50	64
1987—1988	1	—	—	—	—	—	—
	2	—	104	233	—	—	—
	3	140	104	233	40	50	50
	4	140	104	233	140 (MFK)	—	—
	5	90	104	233	40	50	—
	6	112	104	233	40	50	22
	7	174	104	233	40	50	84
1988—1989	1	—	—	—	—	—	—
	2	—	133	224	—	—	—
	3	140	133	224	40	50	50
	4	140	133	224	140 (MFK)	—	—
	5	90	133	224	40	50	—
	6	90	133	224	40	50	—
	7	90	133	224	40	50	—

¹year, ²treatment, ³total rate of nutrients, ⁴N-rate, ⁵before sowing, ⁶regeneration additional dressing, ⁷productive additional dressing

V troch pokusných rokoch mal pokus sedem variantov hnojenia, ktoré sú uvedené v tab. II. Dávky fosforu a draslíka boli vypočítané na základe obsahu prístupného fosforu a draslíka v pôde a požiadaviek pšenice na tieto živiny pri úrode zrna 7,0 t.ha⁻¹. V troch rokoch dve tretiny dávky fosforu a draslíka boli zapracované do pôdy orbou a jedna tretina pri predsejbovej príprave. Na variantoch 3, 5, 6, 7 bol dusík aplikovaný pred sejbou vo forme síranu amónneho a na prihnojovanie bol použitý liadok amónny s vápencom. Na variante 4 bol použitý močovinoformaldehydový kondenzát AI-48. Na variantoch 5, 6, 7 bola vypočítaná dávka dusíka na produkčné prihnojovanie so zreteľom na obsah N_{an} v pôde do hĺbky 0,6 m (tab. III) pri jeho rozdielnej využiteľnosti (100 % — variant 5, 80 % — variant 6 a 60 % — variant 7) a so zreteľom na odber dusíka porastom pšenice vo fáze 6. listu (tab. IV).

Opakovanie variantov bolo štvornásobné. Hrubá plocha parcely bola 49,5 m². Zber bol robený maloparcelkovým kombajnom Santana. Pri zbere sa sledoval vplyv va-

	Variant ¹	1986—1987	1987—1988	1988—1989
mg. kg ⁻¹	1	15,00	9,40	16,10
	2	11,75	15,00	13,55
	3	16,95	23,30	31,75
	4	18,45	14,40	24,80
	5	14,62	16,78	27,15
	6	17,85	17,42	25,25
	7	14,65	11,48	28,40
kg. ha ⁻¹	1	135,00	84,60	144,90
	2	105,75	135,00	121,95
	3	152,55	209,70	285,75
	4	166,05	129,60	223,20
	5	131,58	151,02	244,35
	6	160,65	156,80	227,25
	7	131,85	103,15	255,60

¹treatment

riantov hnojenia na úrodu zrna i slamy (tab. V a VI), mechanické a chemické vlastnosti zrna (tab. VII a VIII). Na základe dosiahnutých výsledkov bola vypočítaná ekonomická a energetická efektívnosť hnojenia (tab. IX a X). Poveternostné podmienky pokusných rokov sú uvedené na klimatograme (obr. 1).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z hodnotenia výsledkov úrody zrna a slamy analýzou rozptylu vyplýva, že premenlivosť výsledkov bola preukazne ovplyvnená poveternostnými podmienkami pokusných rokov a variantami hnojenia. V jednotlivých rokoch boli priemerné úrody zrna a slamy v t. ha⁻¹:

	1987	1988	1989
Úroda zrna	7,80	7,62	10,43
Úroda slamy	9,41	7,76	9,51

Najvyššia úroda zrna bola v roku 1989 a rozdiel bol preukazný oproti roku 1987 i 1988. V úrode zrna medzi rokmi 1987 a 1988 nebol rozdiel preukazný. Preukazne vyššie úrody slamy oproti roku 1988 boli v rokoch 1987 a 1989, rozdiel medzi týmito rokmi nebol preukazný.

Vplyv diferenčnej dávky dusíka na úrodu zrna možno posúdiť z priemerných výsledkov, kde dávka dusíka je uvádzaná v kg. ha⁻¹ a úroda zrna v t. ha⁻¹:

Variant	1	2	5	6	7	3	4
Dávka dusíka	—	—	92	106	139	140	140
Úroda zrna	7,42	7,78	9,21	9,04	9,13	9,06	8,71

IV. Odber dusíka porastom ozimnej pšenice vo fáze 6. listu v kg. ha⁻¹ — Nitrogen withdrawal by the winter wheat stand in the stage of the 6th leaf in kg per ha

Variant ¹	1986—1987	1987—1988	1988—1989
1	20,24	28,25	28,25
2	29,07	26,77	33,73
3	43,75	32,36	39,00
4	35,79	32,36	40,57
5	41,43	29,78	39,08
6	36,28	32,56	43,18
7	36,93	34,11	41,04

¹treatment

Na variante 2 hnojenom PK bola vyššia úroda zrna ako na kontrolnom variante 1, ale rozdiel nebol štatisticky preukazný. Hnojenie dusíkom na variantoch 3 až 7 preukazne zvýšilo úrody zrna oproti variantom 1 a 2.

Na variantoch 5, 6, 7 a 3 boli rovnaké dávky dusíka pri hnojení pred sejbou a pri regeneračnom prihnojovaní, ale diferenčne bolo hnojené dusíkom pri produkčnom prihnojovaní. Rozdiely v úrodách zrna medzi týmito variantami neboli preukazné. Preto z hľadiska optimalizácie dávok dusíka na produkčné prihnojovanie možno považovať za najoptimálnejší variant 5, na ktorom sa dosiahla najvyššia úroda zrna pri najnižšej dávke

V. Vplyv variantov hnojenia na úrodu zrna a slamy v t.ha⁻¹ — The influence of treatments of fertilization on the grain and straw yield in t per ha

	Variant ¹	1986—1987	1987—1988	1988—1989	$\bar{x}$	
					t. ha ⁻¹	%
Úroda zrna ²	1	7,107	6,137	9,018	7,421	100
	2	6,789	7,409	9,141	7,780	105
	3	8,086	7,995	11,093	9,058	122
	4	7,881	7,805	10,428	8,705	117
	5	8,414	7,993	11,216	9,208	124
	6	8,019	7,959	11,129	9,036	122
	7	8,303	8,075	11,017	9,132	123
Úroda slamy ³	1	8,518	6,187	8,013	7,573	100
	2	8,035	7,687	8,110	7,944	105
	3	9,499	8,168	10,651	9,439	125
	4	9,863	8,042	9,565	9,157	121
	5	10,077	8,015	10,126	9,406	124
	6	9,535	8,202	9,993	9,243	122
	7	10,323	8,048	10,093	9,488	125

¹treatment, ²grain yield, ³straw yield

VI. Výsledok hodnotenia úrody zrna a slamy analýzou rozptylu — The result of evaluation of grain and straw yield by analysis of variance

	Príčina premenlivosti ¹	<i>F</i> -vypočítané ²	<i>F</i> -tabuľkové ³		<i>d</i>	
			<i>P</i> = 0,05	<i>P</i> = 0,01	<i>P</i> = 0,05	<i>P</i> = 0,01
Zrno ⁴	roky ⁶	330,8	3,1	4,9	0,26	0,34
	varianty ⁷	29,8	2,2	3,0	0,38	0,50
	opakovania ⁸	2,1	2,7	4,0	0,28	0,37
Slama ⁵	roky ⁶	32,9	3,1	4,9	0,55	0,69
	varianty ⁷	10,0	2,2	3,0	1,07	1,28
	opakovania ⁸	1,3	2,7	4,0	0,73	0,90

¹reason of variability, ²*F*-calculated, ³*F*-tabular, ⁴grain, ⁵straw, ⁶years, ⁷treatments, ⁸replications

dusíka. Z toho vyplýva, že dávku dusíka na produkčné prihnojovanie ozimnej pšenice možno vypočítať podľa vzorca:

$$N_{pr} = N_{pu} - (9 \cdot N_{an} + N_r)$$

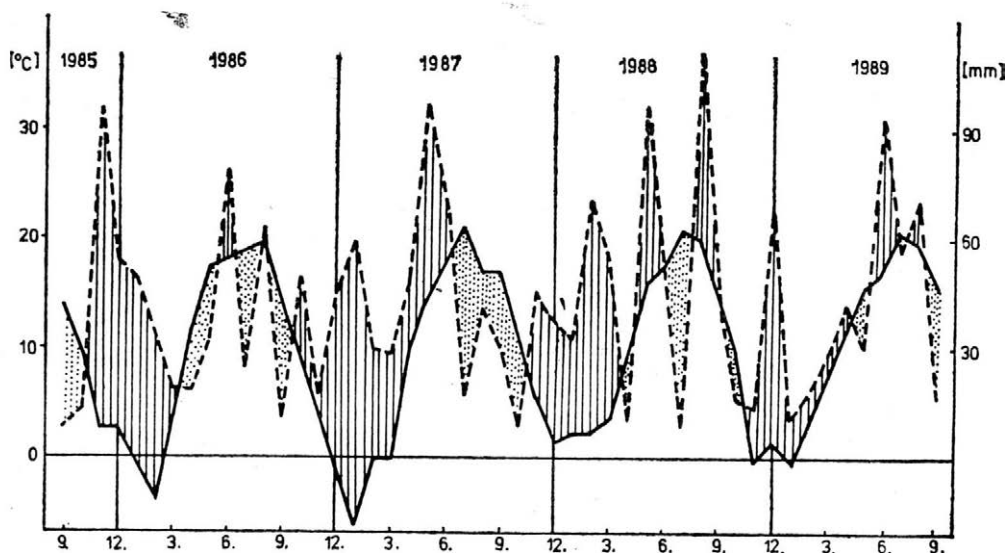
kde: N_{pr} — dávka dusíka v kg . ha⁻¹ na produkčné prihnojovanie,

N_{pu} — potreba dusíka na plánovanú úrodu v kg . ha⁻¹,

9 — prepočítací koeficient,

N_{an} — obsah N_{an} v dode vo fáze 6. listu do hĺbky 0,6 m v mg . kg⁻¹ zeminy,

N_r — množstvo odčerpaného dusíka porastom ozimnej pšenice do fázy 6. listu v kg . ha⁻¹.



1. Walterov klimatogram (Nitra, 1986–1989) — Walter's climatogramme (Nitra, 1986–1989)

 vlhké obdobie — wet period
 suché obdobie — dry period

 teplota (°C) — temperatures (°C)
 srážky (mm) — precipitation (mm)

VII. Vplyv variantov hnojenia na vybrané ukazovatele kvality zrna ozimnej pšenice — The influence of fertilization treatments on some parameters of winter wheat grain quality

	Rok ¹	Varianty hnojenia ²						
		1	2	3	4	5	6	7
Podiel zrna I. triedy v % ³	1987	89,95	89,51	89,05	89,39	87,22	89,22	87,80
	1988	96,20	95,20	95,40	95,40	95,22	95,25	94,95
	1989	93,40	92,45	91,65	91,90	92,10	92,52	92,70
	$\bar{x}$	93,18	92,39	92,03	92,23	91,51	92,33	91,80
Hmotnosť 1000 zŕn v g ⁴	1987	40,72	41,21	40,62	41,42	40,85	42,02	40,33
	1988	48,40	47,10	46,60	46,41	48,72	46,10	46,56
	1989	46,69	45,56	46,12	46,41	46,24	47,39	46,16
	$\bar{x}$	45,27	44,62	44,45	44,75	45,27	45,17	44,35
Objemová hmotnosť zrna v kg ⁵	1987	80,97	81,29	82,26	81,90	82,40	82,16	82,25
	1988	80,92	80,36	81,80	82,10	81,95	81,70	81,50
	1989	82,45	81,85	84,34	83,60	84,16	84,11	84,00
	$\bar{x}$	81,45	81,17	82,80	82,53	82,84	82,66	82,58
Obsah hrubého proteínu v % sušiny zrna ⁶	1987	10,45	9,70	10,70	10,65	10,15	10,96	10,60
	1988	10,04	10,07	11,42	11,63	11,74	11,74	12,31
	1989	9,88	9,86	10,85	10,77	10,85	10,85	11,17
	$\bar{x}$	10,12	9,88	10,99	11,02	10,91	11,19	11,36
Obsah čistého proteínu v % sušiny zrna ⁷	1987	9,57	8,34	9,85	8,54	8,95	10,15	9,45
	1988	9,58	9,46	10,55	10,77	10,77	10,89	11,34
	1989	9,57	9,33	10,34	10,37	10,15	10,37	10,93
	$\bar{x}$	9,57	9,04	10,25	9,89	9,96	10,47	10,57
Obsah škrobu v % sušiny zrna ⁸	1987	60,98	58,60	58,49	60,22	58,67	64,91	62,42
	1988	66,38	69,37	64,62	63,77	62,53	62,25	60,88
	1989	63,72	64,81	62,16	61,97	61,82	61,40	62,53
	$\bar{x}$	63,69	64,26	61,76	61,99	61,01	62,85	61,94

¹year, ²fertilization treatments, ³proportion of first class grain in %, ⁴thousand-kernel weight in g, ⁵volume weight of grain per kg, ⁶crude protein content in % of grain dry matter, ⁷pure protein content in % of grain dry matter, ⁸starch content in % of grain dry matter

VIII. Výsledok hodnotenia vybraných vlastností zrna analýzou rozptylu — The result of evaluation of some grain properties by analysis of variance

	Príčina premenlivosti ⁹	F-test ²	F-tabuľkové ⁹		d	
			P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01
Podiel zrna I. triedy ³	varianty ¹⁰	0,71	2,2	3,0	1,78	2,12
	roky ¹¹	8,89	3,1	4,9	0,92	1,16
	opakovania ¹²	1,31	2,7	4,0	1,82	2,24
Hmotnosť 1000 zŕn ⁴	varianty	1,54	2,2	3,0	1,37	1,62
	roky	256,71	3,1	4,9	0,70	0,88
	opakovania	1,10	2,7	4,0	1,39	1,72
Objemová hmotnosť ⁵	varianty	8,41	2,2	3,0	1,02	1,22
	roky	48,97	3,1	4,9	0,32	0,66
	opakovania	0,61	2,7	4,0	1,12	1,37
Obsah hrubého proteínu ⁶	varianty	5,93	2,2	3,0	0,56	0,74
	roky	16,20	3,1	4,9	0,36	0,48
	opakovania	0,80	2,7	4,0	0,42	0,56
Obsah čistého proteínu ⁷	varianty	28,71	2,2	3,0	0,32	0,42
	roky	89,50	3,1	4,9	0,20	0,27
	opakovania	1,64	2,7	4,0	0,22	0,29
Obsah škrobu ⁸	varianty	3,35	2,2	3,0	1,87	2,49
	roky	18,72	3,1	3,9	1,22	1,62
	opakovania	0,75	2,7	4,0	1,41	1,88

¹reason of variability, ²F-test, ⁹F-tabular, ¹⁰treatments, ¹¹years, ¹²replications, for 3—8 see Tab. VII

Na variante 4 bol dusík aplikovaný jednorazove pred sejbou vo forme MFK AI — 48. Jeho účinnosť možno porovnať s variantom 3, na ktorom bola použitá rovnaká dávka dusíka delene. Rozdiely v úrodách zrna a slamy medzi týmito variantami neboli preukazné.

Poveternostné podmienky pokusných rokov vysoko preukazne ovplyvnili premenlivosť výsledkov hmotnosti tisíc zŕn (HTZ), objemovej hmotnosti (OH) a podielu zrna I. triedy. Najvyššia HTZ a podiel zrna I. triedy bol v roku 1988 a najvyššia OH v roku 1989. Z hľadiska sledovaných fyzikálnych ukazovateľov kvality zrna bol najhorším rok 1987.

V priemere troch rokov neboli preukazné rozdiely medzi variantami v HTZ a v podiele zrna I. triedy. Varianty hnojenia preukazne ovplyvnili iba premenlivosť výsledkov OH:

Varianty	1	2	3	4	5	6	7
OH	81,45	81,17	82,80	82,53	82,84	82,66	82,58

IX. Ekonomická efektívnosť hnojenia dusíkom oproti variantu 2 (PK); priemer troch rokov — Economic effectiveness of nitrogen fertilization in comparison with the treatment 2 (PK); average for three years

Variant	Prírastok nákladov ¹ v Kčs. ha ⁻¹ (N)	Prírastok produkcie ² v Kčs. ha ⁻¹ (P)	Koeficient ekonomickej efektívnosti ³ $\left(\frac{P}{N}\right)$	Zisk ⁴ (Z) v Kčs. ha ⁻¹ (P - N)	Rentabilita hnojenia ⁵ v % $\left(\frac{Z}{N} \cdot 100\right)$
3	743,80	3321,94	4,46	2578,14	346,62
4	2210,60	2426,15	1,11	215,55	9,75
5	468,03	3675,74	7,85	3207,71	685,36
6	543,16	3235,28	5,95	2692,12	495,64
7	740,03	3507,28	4,74	2767,25	373,94

Náklady⁶

— ceny živín v Kčs. kg⁻¹ : N v SA — 4,06 Kčs
N v LAV — 5,81 Kčs
N v MFK — 15,79 Kčs
P v SP — 16,42 Kčs
K v DS — 1,78 Kčs

Produkcia⁷: 1 t zrna — 2400 Kčs
1 t slamy — 170 Kčs

¹cost increase, ²production increase, ³coefficient of economic effectiveness, ⁴profit, ⁵profitability of fertilization, ⁶costs, ⁷production, ⁸price of nutrients

X. Energetická efektívnosť hnojenia ozimnej pšenice oproti variantu 2; priemer troch rokov — Energy effectiveness of fertilization of winter wheat in comparison with the treatment 2; average for three years

Variant ¹	Dávka živín ²						Input ³ (i) MJ	Prírastok biomasy ⁴		Energetická efektivnosť ⁵ $\frac{O}{i}$
	N		P		K			v kg	MJ (O)	
	kg	MJ	kg	MJ	kg	MJ				
2	—	—	115	3317	222	2566	5883	1264	21165	3,72
3	140	9366	115	3317	222	2566	15250	3504	58657	3,82
4	140	9366	115	3317	222	2566	15250	2868	48010	3,15
5	92	6177	115	3317	222	2566	12060	3620	60604	5,02
6	106	7069	115	3317	222	2566	12952	3285	55002	4,27
7	139	9321	115	3317	222	2566	15205	3626	60705	4,11

Energetické hodnoty⁶: 1 kg N — 66,90 MJ
1 kg P — 28,76 MJ
1 kg K — 11,55 MJ
1 kg biomasy = 1 674 MJ

¹treatment, ²rates of nutrients, ³input, ⁴biomass increment, ⁵energy effectiveness, ⁶energy values

Najnižšia OH bola na variantoch 1 a 2 nehnojených dusíkom. Rozdiel medzi nimi nebol preukazný. Na variantoch 3 až 7 hnojených dusíkom bola OH vyššia, ale rozdiel oproti variantom 1 a 2 bol preukazný iba na variantoch 3, 5 a 6.

Poveternostné podmienky pokusných rokov vysoko preukazne ovplyvnili obsah hrubého i čistého proteínu v sušine zrna a ich vplyv závisel od poveternostných podmienok v období dozrievania zrna. Zvýšená vlhkosť prostredia v tomto období mala negatívny

vplyv na obsah bielkovín v sušine zrna, ale pozitívne ovplyvnila úrodu zrna. Najmenej zrážok počas dozrievania bolo v roku 1988, kedy bol najvyšší obsah hrubého i čistého proteínu v sušine zrna, ale úroda zrna bola najnižšia.

Hnojenie PK na variante 2 pozitívne ovplyvnilo oproti variantu 1 obsah škrobu, ale znížilo obsah hrubého i čistého proteínu. Hnojenie dusíkom na variantoch 3 až 7 zvýšilo oproti variantu 2 obsah hrubého i čistého proteínu v sušine zrna a v dôsledku toho znížilo obsah škrobu.

Účinnosť rôznych dávok dusíka na variantoch 3, 5, 6 a 7 možno posúdiť na základe priemerných výsledkov:

Variant	5	6	7	3
Dávka dusíka v kg. ha ⁻¹	92	106	139	140
Hrubý proteín v %	10,91	11,19	11,36	10,99
Čistý proteín v %	9,96	10,47	10,57	10,25
Škrob v %	61,01	62,85	61,94	61,76

Z výsledkov vyplýva, že v obsahu hrubého proteínu a škrobu v sušine zrna neboli rozdiely medzi variantami 5, 6, 7 a 3 preukazné. V obsahu čistého proteínu bol preukazný rozdiel medzi variantami 5 a 6, medzi variantami 6, 7 a 3 neboli rozdiely preukazné. Z toho vyplýva, že v priemere troch rokov obsah hrubého proteínu v sušine zrna preukazne zvýšila oproti variantu 2 iba najnižšia dávka dusíka na variante 5, kým obsah čistého proteínu sa preukazne zvyšoval po druhú dávku dusíka na variante 6.

Hnojenie MFK AI - 48 na variante 4 oproti variantu 3 preukazne neovplyvnilo obsah hrubého proteínu a škrobu v sušine zrna, ale znížilo obsah čistého proteínu z 10,25 na 9,89 %.

Rôzne dávky dusíka významne ovplyvnili ekonomickú efektívnosť hnojenia ozimnej pšenice dusíkom (tab. IX). Najvyššiu hodnotu koeficientu ekonomickej efektívnosti a zisku v priemere troch rokov sme dosiahli na variante 5, kde sa pri výpočte dávky dusíka na produkčné prihnojovanie vychádzalo z obsahu N_{an} v pôde do hĺbky 0,6 m pri jeho 100% využiteľnosti a z odberu dusíka porastom ozimnej pšenice vo fáze 6. listu. Hnojenie ozimnej pšenice s MFK AI - 48 je zatiaľ pri súčasnej cene dusíka v tomto hnojiwe z ekonomického hľadiska nerentabilné.

Energetickú efektívnosť hnojenia sme vypočítali z energetickej hodnoty dávok živín a z energetickej hodnoty prírastku biomasy oproti variantu 1. Z priemerných výsledkov troch rokov (tab. X) vyplýva, že hnojenie na variante 5 bolo aj z hľadiska energetickej efektívnosti najvýhodnejšie.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že zohľadnenie obsahu N_{an} v pôde do hĺbky 0,6 m a odberu dusíka porastom pšenice pri výpočte dávok dusíka na produkčné prihnojovanie je prínosom nielen s ohľadom na dávku dusíka, a tým aj na ekonomickú a energetickú efektívnosť hnojenia ozimnej pšenice dusíkom, ale aj z hľadiska zníženia možnosti vyplavovania dusíka z pôdy.

Literatúra

- BAIER, J.: Stanovení optimálních dávek pro přihnojování ozimé pšenice podle anorganického rozboru rostlin. Met. Zavád. Výsl. Výsk. Praxe, 1973, č. 2.
GARZ, J. — STUMPE, M.: Anwendungsmöglichkeiten der Bodenuntersuchung im Zusammenhang mit der Bemessung optimaler N — Düngergaben. Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkte, 21, 1977, s. 221 — 230.
GARZ, J. — WICKE, M. I.: Die Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an anorganischem Stickstoff und dem Ertrag sowie der Qualität von Getreide. Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkte, 24, 1980, s. 343 — 349.

IVANIČ, J. et al.: Hlavné parametre akumulácie, premien a migrácie vybraných biogénnych prvkov a ich regulovanie organickým a priemyselným hnojením v systéme pôda — hnojivo — rastlina. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1980.

IVANIČ, J. — PAČUTA, V.: Zmeny v obsahu vybraných frakcií dusíka v pôde počas vegetácie ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 9, s. 943—949.

JUNG, J. et al.: Untersuchungen zur Stickstoffmineralisierung aus Rübenblatt in zwei verschiedenen Böden im Gefäßversuch. Z. Acker- Pfl.-Bau, 149, 1980, č. 3, s. 183—190.

STRATIL, J.: Optimalizace hnojení obilovin dusíkem. Agrochémia, 1986, č. 1, s. 11—13.

ŠKOPÍK, P.: K aktuálním otázkám výživy a hnojení ozimé pšenice. Agrochémia, 1980, č. 3, s. 83—88.

Došlo 2. 3. 1990

J. IVANIČ, L. VNUK (University of Agriculture, Nitra):

The optimization of nitrogen rates on productive additional dressing of winter wheat.
Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 15—24.

The possibility to optimize nitrogen application rates on the productive additional dressing of winter wheat was confirmed on the basis of N_{on} content in the soil to the depth of 0.6 m and nitrogen withdrawal by the winter wheat stand in the stage of the 6th leaf under the conditions of a stationary trial. The energy and economic effectiveness of dressing by nitrogen in winter wheat may be thus influenced positively.

OVĚŘENÍ STATISTICKÉHO MODELU RŮSTU A VÝVOJE K ANALÝZE STÉBELNÉHO SYSTÉMU PŠENICE

Jan Křen

Výzkumný ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

Dynamiku růstu a reakci rostlin na agroekologické podmínky lze hodnotit pomocí variability stébel způsobené intrarostlinnými regulacemi. K oddělení této složky z celkové variability hmotnosti stébel v porostu pšenice byl použit zjednodušený statistický model růstu a vývoje orgánů a částí rostlin, který navrhl Malet (1979). Variací, která odpovídá rychlosti růstu, a koeficientem asymetrie (charakterizujícím zrychlení) byly objasněny rozdíly v dynamice růstu tří čs. odrůd ozimé pšenice s rozdílnou stabilitou výnosu (Iris, Viginta, Zdar). Ekostabilní odrůda Viginta zachovávala ve druhé části vegetace po delší dobu vysokou intenzitou růstu, což se projevovalo pomalým stárnutím v období tvorby zrna. Za předpokladu, že v podmínkách ideálních pro daný genotyp nedochází k omezování růstu vnějšími faktory, lze koeficientem asymetrie rozložení hmotnosti produktivních stébel hodnotit adaptaci a realizaci genetického výnosového potenciálu. Pro posuzování reakce odrůd na podmínky prostředí jsou doporučena dvě hlediska: výnos, charakterizující využívání vegetačních faktorů lokality, a asymetrie rozložení hmotnosti produktivních stébel (klasů) ve zralosti, charakterizující využívání výnosového potenciálu genotypu. Analýzou variability hmotnosti odnoží na jednotce plochy lze také získat informace o počtu i velikosti plodných a neplodných odnoží a o dynamice jejich růstu, které jsou využitelné při agrobiologické kontrole porostů obilnin.

Růst v biologii se obvykle popisuje sledováním časového vývoje průměrných hodnot měření. Obdobně při analýzách tvorby výnosu obilnin je nejčastěji sledován počet vytvářených a redukovaných výnosových prvků na jednotce plochy (odnoží, reprodukčních orgánů a zrn) a jsou zjišťovány jejich průměrné hodnoty. Již dříve však někteří autoři upozorňovali na vztahy mezi průměrem a dalšími statistickými parametry — variací a asymetrií (Koyama, Kira, 1956; Malet, 1969). Křen (1990a, b) prokázal, že tyto parametry umožňují také hodnotit intrarostlinné regulace.

V návaznosti na tyto předcházející práce, kde byly nalezeny zajímavé vztahy mezi asymetrií rozložení hmotnosti stébel a reakcí na prostředí, jsme se nyní zaměřili na ověření použitelnosti zjednodušeného statistického modelu růstu a vývoje, který navrhl Malet (1979) k hodnocení stébelného systému a dynamiky růstu porostu.

Podstatou modelu je popis časových změn průměrných hodnot měření společně s charakteristikami variability jednotlivých měření v rámci vzorku (variance, koeficient asymetrie). Tyto parametry také umožňují identifikovat působení faktorů omezujících (brzdících) růst, což může být zvláště výhodné pro charakteristiku stavu porostu. Nevýhodou je značná pracovní náročnost měření, která v našem případě představuje vážení jednotlivých odnoží z jednotky plochy porostu.

MATERIÁL A METODA

V roce 1987 ve zkouškách výkonu ozimé pšenice KVŠÚO Kroměříž byly z porostu odrůd ozimé pšenice Iris, Viginta a Zdar v týdenních intervalech (od 30. 4. do 27. 7. celkem čtrnáctkrát) odebrány vzorky rostlin z plochy 0,5 m² a váženy všechny odnože.

[Termín odnože je používán pro obecné označení všech výhonků rostliny. Při hodnocení výhonků v rámci rostliny je první výhonek označován jako hlavní stéblo a boční výhonky jako odnože. Termín výhonek (výhonky), který by v řadě případů umožnil přesnější vyjádření, není v naší obilnářské terminologii běžně využíván.] Byl sledován nárůst hmotnosti sušiny nadzemní biomasy, hmotnosti průměrné svěží odnože, změny variance a asymetrie rozložení hmotnosti odnoží.

Průkaznost koeficientu asymetrie byla stanovena porovnáváním s chybou, která je dána vzorcem $S_A = \sqrt{6/n+3}$ (Rod, 1966). Vývoj průměrných hodnot hmotnosti plodných odnoží, jejich variance a asymetrie hustoty rozložení byl interpretován podle statistického modelu růstu a vývoje (Malet, 1979).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Předpoklady pro využití modelu

Růst odnoží je prakticky měřitelný od objevení se prvního listu nad povrchem půdy (u hlavního stébla) a od objevení se pupenů v úžlabí listů (u odnoží). Probíhá až do metání, kdy má většina vegetativních orgánů již konečnou velikost; pouze dvě poslední internodia s listy a klasem se ještě prodlužují. K zastavení jejich růstu dochází v době květu, vysypáním prašníků nastává přechod do reprodukční fáze (Ševelucha, 1982).

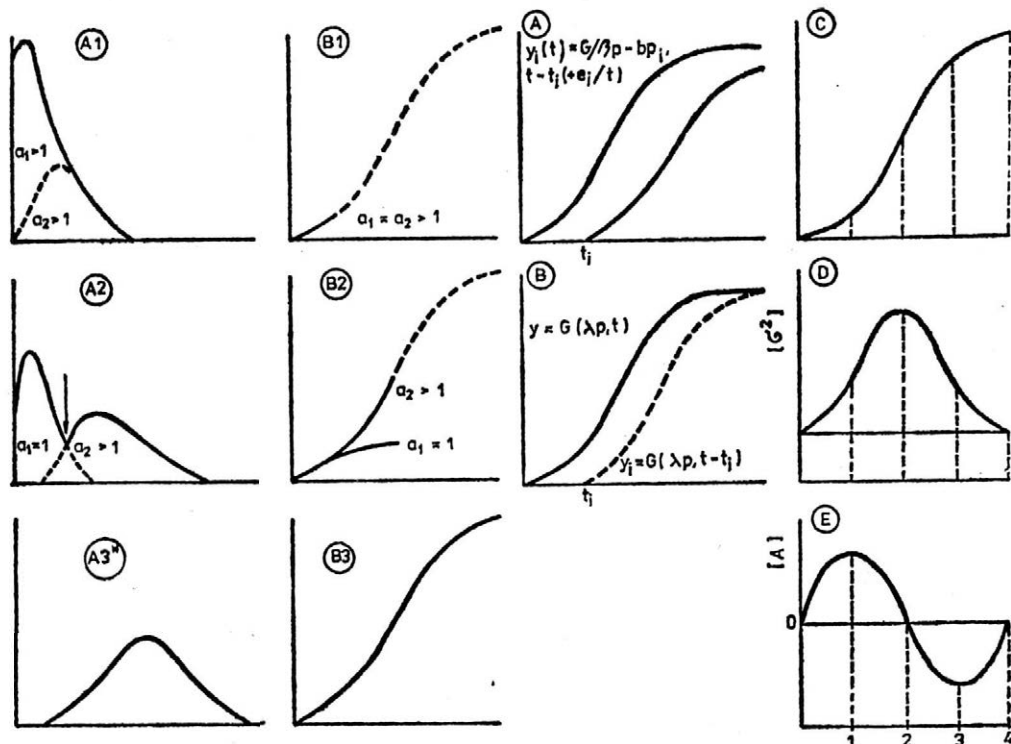
Dále je nutné si uvědomit, že růst a vývoj rostliny je tvořen ze série fází růstu a etap vývoje odnoží, z nichž některé se překrývají (Křen, 1990a). V další práci (Křen, 1990b) bylo upozorněno na množství náhodných vlivů, působících v porostu při diferenciaci a výběru produktivních stébel. Je-li konečné rozložení produktivních stébel blízké normálnímu a jejich růst a vývoj probíhá podle funkcí stejného typu, potom lze předpokládat, že počáteční rozložení bylo také normální (obr. 1). Tento předpoklad je znázorněn na grafech 1A. Grafy 1B znázorňují rozdílný charakter růstu plodných a neplodných (odumírajících) odnoží. Diferenciace probíhá na konci odnožování a ve sloupkování, tj. v období exponenciálního růstu. Lze ji vyjádřit rovnicí $y = at^b$. Hodnoty parametru $a = 1$ charakterizují odumírající a hodnoty $a > 1$ přežívající odnože.

To však nevylučuje případy, u nichž počáteční rozložení odnoží, které jsou později produktivní, není normální a změni se na normální např. dorůstáním slabších odnoží, tj. změnou rychlosti růstu. Nashromážděné poznatky o variabilitě rostlin a odnoží v porostu (Křen, 1990a, b) nás přesto opravňují přijmout předpoklad, že produktivní odnože mají stejný typ růstových křivek a normální výchozí rozložení. Experimentálně je obtížné ověřitelné (v průběhu odnožování ještě nelze zjistit, které odnože budou produktivní), má však význam pro využití modelu znázorněného na obr. 2.

V metapopulaci odnoží, které začínají svůj růst ve stejném okamžiku, dochází k tomu, že i přes dosti homogenní výchozí situaci nezůstanou různé faktory prostředí pro všechny odnože stejné. Také datum iniciace, trvání vývoje a rychlost růstu se u každé odnože mírně liší. Pro každou z růstových fází je možné vybrat stejný začátek, např. průměrné datum počátku růstu a časovou odchylku jednotlivých odnoží označit t_i . Tato obecná situace je znázorněna na grafu 2A.

Zjednodušený případ (graf 2B) odpovídá těmto hypotézám: Růst všech odnoží probíhá podle stejné funkce zahrnující variabilitu počátku růstu. Růst odnoží je ovlivňován náhodnou funkcí $e_i(t)$, která v průběhu času zachovává normální rozložení.

Matematické odvození, které umožňuje stanovit zákonitosti vývoje variance a asymetrie pro libovolný typ růstu, jestliže známe jeho matematické vyjádření (grafy 2C, D, E) a podmínky využití modelu, uvádí Malet (1979). Praktický význam mají vztahy mezi variancí a rychlostí růstu (první derivace růstové funkce) a asymetrií a okamžitým zrychlením (druhá derivace růstové funkce). Z modelu dále vyplývá:



1. Schematické znázornění vývoje rozložení hmotnosti odnoží ve vztahu k charakteru jejich růstu; vychází se z předpokladu, že růst odnoží je možné v průběhu diferenciace charakterizovat exponenciální funkcí ($y = at^t$, kde a = konstanta, t = čas) — A diagram representation of the development of weight distribution of tillers in relationship to the character of their growth; the growth of tillers may be used to characterize the exponential function ($y = at^t$, where a = constant, t = time)

* Stébela prošla růstem charakterizovaným sigmoidní křivkou — Stalks underwent growth characterized by sigmoid curve

grafy 1A1 - 1A3: osa x - hmotnost odnoží, osa y - četnost; grafy 1B1 - 1B3: osa x - čas, osa y - hmotnost odnoží; diagrams 1A1 - 1A3: axis x - weight of tillers, axis y - ratio; diagrams 1B1 - 1B3: axis x - time, axis y - weight of tillers

2. Schematické znázornění vztahů mezi růstem a vývojem odnoží (upraveno podle Maleta, 1979) — A diagram of relationships between the growth and development of tillers (adjusted after Malet, 1979)

grafy 2A - 2C: osa x - čas, osa y - nárůst biomasy

graf 2D: osa x - čas, osa y - variance

graf 2E: osa x - čas, osa y - asymetrie

diagrams 2A - 2C: axis x - time, axis y - biomass increase

diagram 2D: axis x - time, axis y - variance

diagram 2E: axis x - time, axis y - asymmetry

1 - konec odnožování — end of tillering

2 - sloupkování-metání — shooting-heading

3 - kvetení — flowering

4 - zralost — ripeness

Dva porosty, jejichž všechny plodné odnože rostou podle společné nelineární funkce, se budou lišit vývojem průměrných hodnot, mají-li rozdílnou variabilitu hodnot t_i .

Rozložení hmotnosti plodných odnoží je asymetrické zleva ($A > 0$), dochází-li ke zrychlování růstu, a asymetrické zprava ($A < 0$), dochází-li ke zpomalování. Když se růst zastaví bez blokády limitujícím faktorem, je rozložení symetrické ($A = 0$).

I. Nárůst sušiny, průměrných hmotností plodných odnoží a změny počtu odnoží na 1 m², variance dry matter, average weights of fertile tillers and changes in the number of tillers per m², variance

Pořadí ¹	Datum odběru vzorků ²	Množství sušiny nadzemní biomasy na 1 m ² ³ (g)			Počet všech odnoží na 1 m ² ⁴			Počet plodných odnoží na 1 m ² ⁵		
		Iris	Viginta	Zdar	Iris	Viginta	Zdar	Iris	Viginta	Zdar
1	30. 4.	220,64	241,20	265,44	3672	3760	3760	936	1272	1449
2	7. 5.	348,48	341,44	340,64	2800	4400	2968	984	960	1016
3	14. 5.	502,24	547,20	609,60	1488	2024	2264	440	856	992
4	21. 5.	793,68	647,20	752,24	1552	1600	1488	760	816	552
5	28. 5.	821,84	948,16	860,51	1220	1636	1312	688	872	656
6	4. 6.	581,28	872,72	1079,04	596	1084	1132	416	744	720
7	11. 6.	814,40	1221,68	1207,60	636	1104	796	408	836	684
8	18. 6.	1343,20	1300,56	1755,39	732	1176	832	644	956	760
9	22. 6.	1378,96	1632,56	1650,64	768	1072	952	660	904	844
10	29. 6.	1839,20	1737,28	2103,60	828	956	876	720	812	812
11	6. 7.	2226,96	2281,92	2463,52	908	1296	1068	700	932	852
12	13. 7.	2133,96	2271,84	2090,00	920	960	820	728	844	708
13	20. 7.	2222,52	2341,68	2591,56	864	924	976	732	852	812
14	27. 7.	2229,88	2270,20	2350,08	896	888	832	776	836	728

* $A > S_A$ + $A < -S_A$

¹rank, ²date of sampling, ³amount of dry matter of above-ground biomass per 1 m², ⁴number of all tillers per 1 m², ⁵number of fertile tillers per 1 m², ⁶average weight of fertile tillers, ⁷variance of weight of fertile tillers, ⁸weight asymmetry of fertile tillers

Ověření funkčnosti modelu

Rozdělení odnoží na neplodné a plodné bylo provedeno stanovením minimální hmotnosti plodných odnoží v místě lokálního minima dvouvrcholového rozložení všech odnoží, jak je znázorněno v grafu 1A2. Výsledky analýz variability plodných odnoží jsou uvedeny v tab. I a II a na obr. 3.

Křivky jednotlivých měřených hodnot na obr. 3 ukazují v hrubých rysech shodu s modelem (obr. 2). Z jejich průběhu je možné usuzovat na přesnost odběru vzorků i na charakter růstu a vývoje hodnocených odrůd.

K nepřesnosti v odběru vzorků došlo 4. a 11. 6. u odrůdy Iris. Upozorňuje na to jak lokální minimum křivky znázorňující nárůst sušiny (graf 3A1, plná čára), tak i plynulý nárůst variance charakterizující zvyšování rychlosti růstu (graf 3B1, plná čára). Jestliže růst nebyl zastaven, je snížení hmotnosti sušiny z jednotky plochy vysvětlitelné pouze chybou v odběru vzorků.

Křivky charakterizující růst průměrné plodné odnože (grafy 3A, přerušovaná čára) mají u všech odrůd maxima kolem 18.6., což odpovídá období těsně po odkvětu. Potom docházelo ke snižování hmotnosti stébel ztrátou vody, dále však probíhal nárůst sušiny na jednotce plochy, jak je patrné z porovnání obou křivek.

Průběh hodnot variancí (grafy 3B, plná čára) odpovídal modelu. Vzhledem k tomu, že nízké hodnoty variancí v druhé části vegetace mohly být způsobeny snižováním hmot-

Průměrná hmotnost plodných odnoží ⁶ (g)			Variance hmotnosti plodných odnoží ⁷			Asymetrie hmotnosti plodných odnoží ⁸		
Iris	Viginta	Zdar	Iris	Viginta	Zdar	Iris	Viginta	Zdar
1,32	1,15	1,13	0,15	0,12	0,20	0,55	0,60	0,82
2,14	1,96	1,76	0,32	0,23	0,27	0,85	0,71	0,56
4,17	3,45	3,79	0,60	1,00	1,01	1,07*	0,51*	0,64*
5,18	4,55	5,76	1,73	1,77	1,79	0,45*	0,47*	0,51*
6,17	6,03	7,06	2,74	2,34	3,12	0,83*	0,49*	0,50*
7,54	6,90	8,24	6,40	4,22	4,23	0,20	-0,01	0,44*
7,88	5,97	8,24	6,59	4,12	8,78	0,13	0,17	-0,07
9,14	7,54	8,99	7,97	4,26	8,47	0,32*	0,01	0,09
8,44	7,48	8,14	6,83	5,39	7,56	-0,08	0,30*	-0,24+
8,17	7,18	8,15	6,86	5,74	7,86	0,16	0,04	-0,20+
6,87	5,57	5,93	5,13	3,61	4,25	0,07	0,31*	0,28*
7,11	6,23	6,65	4,83	4,75	4,63	-0,19+	-0,02	0,16
7,23	5,59	7,37	4,18	3,96	5,20	0,30*	0,27*	0,50*
4,18	3,60	4,01	2,34	1,31	1,54	0,36*	0,15	0,28*

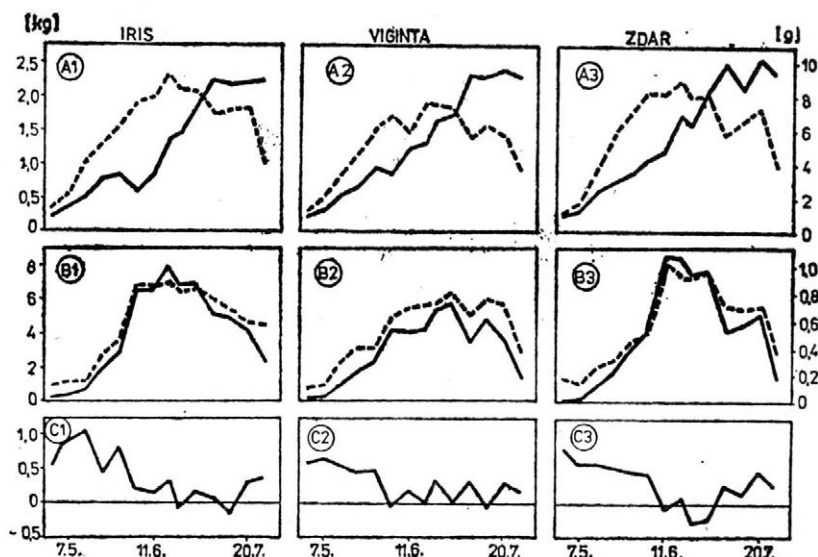
nosti odnoží (ztrátou vody), jsou v grafech 3B (přerušovaná čára) znázorněny také hodnoty podílu variance a průměrné hmotnosti plodných odnoží. Mají relativní charakter a umožňují odstranit tento vliv. Průběh křivek těchto relativních hodnot je obdobný jako průběh variancí. Proto je možné přistoupit k interpretaci odrůdových rozdílů v rychlosti růstu.

Nejvyšší rychlostí růstu se vyznačovala odrůda Zdar a za ní Iris (grafy 3B). Byla pro ně charakteristická vysoká rychlost růstu v první polovině, ale také rychlé snižování rychlosti ve druhé části vegetačního období. Odrůda Viginta se naopak vyznačovala pomalým zvyšováním rychlosti růstu a delší dobu zachovávala nejvyšší rychlost. Tato vlastnost zřejmě souvisí s její ekostabilitou.

II. Data fenofází a výnosy hodnocených odrůd — Dates of phenophases and yields of the test varieties

Odrůda ¹	Začátek sloupkování ² (DC-31)	Metání ³ (DC-56)	Kvetení ⁴ (DC-65)	Zralost ⁵ (DC-92)	Výnos ⁶ (t. ha ⁻¹)
Iris	25. 4.	4. 6.	11. 6.	31. 7.	8,26
Viginta	28. 4.	7. 6.	13. 6.	3. 8.	8,77
Zdar	30. 4.	8. 6.	15. 6.	5. 8.	8,99

¹variety, ²onset of shooting, ³heading, ⁴flowering, ⁵ripeness, ⁶yield



3. Nárůst sušiny, průměrné hmotnosti plodných odnoží a změny variací a asymetrie u tří odrůd ozimé pšenice v roce 1987 — The increase in dry matter, average weight of fertile tillers and changes in variances and asymmetry in three winter wheat varieties in 1987

grafy 3A1 – 3A3: — sušina nadzemní biomasy na 1 m²

— — — průměrná hmotnost plodných odnoží

grafy 3B1 – 3B3: — variance hmotnosti plodných odnoží

— — — podíl variance a průměrné hmotnosti plodných odnoží

grafy 3C1 – 3C3: — asymetrie

diagrams 3A1 – 3A3: — dry matter of above-ground biomass per 1 m²

— — — average weight of fertile tillers

diagrams 3B1 – 3B3: — variance weight of fertile tillers

— — — proportion of variance and average weight of fertile tillers

diagrams 3C1 – 3C3: — asymmetry

osa x – čas

axis x – time

Také maximální hodnoty podílu variance a hmotnosti průměrné plodné odnože dosahovaly odrůdy v různých obdobích: Iris mezi 4. 6. až 18. 6., Zdar 11. 6. a Viginta 29. 6. Tato data fenologicky odpovídají počátku metání až kvetení u odrůd Iris a Zdar a období tvorby zrna u odrůdy Viginta (tab. II). Je to určité opoždění oproti teoretickému předpokladu, ve kterém jsme snižování rychlosti růstu očekávali koncem sloupkování až začátkem metání (obr. 2).

Obdobně také křivky znázorňující změny asymetrie byly ve srovnání s modelem posunuty nahoru po ose y, tj. ve většině případů dosahovaly kladných hodnot, přestože se tvarem blížily modelu. Tento jev může mít dvě příčiny:

Počáteční rozložení odnoží, které se stanou plodné, nebylo zcela symetrické, ale levostranně asymetrické.

Technická chyba při určování minimální hmotnosti plodných odnoží: Z grafu 1A2 je zřejmé, že rozložení neplodných odnoží se v místech lokálního minima prolínají. Stanovení minimální hmotnosti plodných odnoží způsobem, jak ukazuje šipka, vede logicky k mírnému zvýšení hodnot asymetrie jejich rozložení. Tato chyba může být větší na počátku sloupkování, kdy ještě nejsou obě skupiny odnoží jednoznačně rozčleněny, a později se snižuje.

Přestože nebyl zcela splněn požadavek modelu, poskytovaly hodnoty asymetrie cenné informace. V souvislosti s odlišným charakterem změn variance u odrůdy Viginta je zajímavý také odlišný průběh změn hodnot asymetrie charakterizující zrychlení. Jak vyplývá z grafu 3C2, nedosahovalo zrychlení růstu u odrůdy Viginta záporných hodnot. Fyziologicky se tato vlastnost projevovala pomalejším stárnutím v období tvorby zrna.

Dosažené výnosy byly průměrné ve srovnání se známým výnosovým potenciálem hodnocených odrůd, který především u odrůd Iris a Zdar představuje 11 t.ha⁻¹. Pořadí ve výnosu odpovídalo pořadí v množství sušiny nadzemní biomasy (tab. I). Vývoj asymetrie ke konečným kladným hodnotám u odrůd Iris a Zdar lze spojovat s brzděním růstu, zvyšováním rozdílu mezi hlavním stéblem a odnožemi a s nevyužitím výnosového potenciálu. Také výnos odrůdy Viginta byl podstatně nižší než v předcházejících letech.

Zhodnocení modelu a interpretace výsledků

Změny asymetrie a variance plodných odnoží mohou být důležitými charakteristikami rytmu růstu a vývoje odrůd i jejich reakce na podmínky, ve kterých jsou pěstovány. Použitý statistický model je z tohoto hlediska cennou ideální normou pro jejich hodnocení.

Protože předpokládá pouze náhodné vztahy mezi odnožemi v porostu, jsou odchylky změn variance a asymetrie od standardního projevu daného modelem (grafy 2D, E) výsledkem intrarostlinných regulací, odrážejících specifické vlastnosti odrůdy v daném prostředí. To je také teoretické východisko interpretace analýz variability odnoží v porostu.

Rozdíly v rychlosti růstu a jeho zrychlení jsou u plodných odnoží dány sigmoidním charakterem jejich růstových křivek a normálním rozložením počátků růstu podél časové osy. Jak je zřejmé z grafů 2C, D, E, dochází v první části vegetace (zhruba do metání) ke zvyšování rychlosti. Zrychlení se zvyšuje do počátku intenzivního prodlužovacího růstu (přechod do generativního období) a potom klesá na nulovou hodnotu v období nejvyšší rychlosti růstu. Protože variance a asymetrie hodnotí relativní rozdíly mezi odnožemi, dochází při intrarostlinné konkurenci k jejich zvyšování. V tomto období se proto projevuje zvýšení konkurence mezi odnožemi způsobené strádáním rostlin stejně jako intenzivní exponenciální růst, což může vést k protismyslným závěrům. Z těchto důvodů je nutné výsledky porovnat s nárůstem celkové biomasy na jednotce plochy.

Ve druhé části vegetace dochází ke snižování rychlosti růstu. Záporné zrychlení (zpomalení) se zvyšuje. Nejvyšší záporné hodnoty dosahuje v první polovině reprodukčního období a ve druhé polovině se zpomalování růstu zmenšuje až na nulu ve zralosti. Zvýšená konkurence mezi výhonky se projevuje vyššími hodnotami variance i asymetrie. Dorůstání odnoží naopak vede k nižší varianci a asymetrii.

Z nulové hodnoty asymetrie rozložení hmotností stébel (klasů) ve zralosti můžeme usuzovat, že v metapopulaci působily na růst a vývoj odnoží pouze náhodné vlivy, tj. že odrůda je adaptovaná pro dané prostředí a realizovala svůj výnosový potenciál. Kladná hodnota asymetrie klasů je naopak znakem brzdění růstu, tj. nevyužití výnosového potenciálu a nevhodnosti odrůdy pro dané podmínky. Záporná hodnota asymetrie je znakem biologicky příznivé reakce na prostředí, projevující se dorůstáním odnoží a vyrovnáním produktivních stébel. Zpomalení růstu silných stébel je způsobeno přirozeným ukončením růstu a vývoje. Je však nutné upozornit, že adaptabilita má biologický smysl v obou směrech. Horším podmínkám se proto přizpůsobují odrůdy nižším výnosem (Kábrt, 1982).

Analýzou variability odnoží lze získat řadu cenných informací o stavu porostu. Pro praktické využití (např. při agrobiologické kontrole) je důležitá možnost hodnotit nejen fyzický stav a autoregulaci (počet a hmotnost jednotlivých odnoží na jednotce plochy), ale také produkční předpoklady porostu (rozdělení odnoží na neplodné a plodné) a dynamiku růstu (rychlost a zrychlení).

Vyčlenění variability způsobené intrarostlinnými regulacemi z celkové variability hmotnosti plodných odnoží pomocí modelu dovoluje identifikovat působení faktorů omezujících růst a hodnotit interakci genotypu x prostředí ze dvou hledisek, a sice s ohledem na výnos, charakterizující využívání vegetačních faktorů lokality; a z pohledu asymetrie rozložení hmotnosti produktivních stébel (klasů), charakterizující využívání výnosového potenciálu genotypu.

Analýzy variability odnoží (případně jiných modulárních částí rostlin) proto mohou nalézt uplatnění téměř ve všech případech, kdy je potřeba podrobně zhodnotit stav porostu a tvorbu výnosu. Jejich širší využívání však bude záviset na automatizaci procesu vážení rozsáhlých souborů odnoží.

Literatura

- KÁBRT, B.: Poznámky ku šlechtění pšenice ozimnej. Ref. Semin. ml. Šlecht. Osevy a Slovosiva, Kralice na Hané, 8. a 9. 6. 1982.
- KOYAMA, H. — KIRA, T.: Intraspecific competition among higher plants. VIII. Frequency distribution of individual plant weight as affected by the interaction between plants. J. Inst. Polytechn. Osaka Univ., D7, 1956, s. 73—94.
- KŘEN, J.: Rozdíly mezi rostlinami a stébly v porostu pšenice. Rostl. Výr., 36, 1990a, č. 11, s. 1121—1127.
- KŘEN, J.: Změny variability rostlin a stébel v porostu pšenice. Rostl. Výr., 36, 1990b, č. 12, s. 1251—1259.
- MALET, P.: Essais d'irrigation des betteraves à sucre avec des eaux salées et sur sol alcalinisé à Bou Salem. Tunisie C.R.G.R., Doc. Techn., HAD 46, 1969, č. 131.
- MALET, P.: Liaison statistique entre le développement et la croissance chez les plantes: application d'un modèle simplifié à l'analyse de la croissance. Ann. agron., 30, 1979, č. 5, s. 415—430.
- ROD, J.: Statistika — Základy biometrie. Skripta, Brno, VŠZ; Praha, SNP 1966.
- ŠEVELUCHA, V. S.: Periodicita rastu poľnohospodárskych plodín a jej usmerňovanie. Bratislava, Príroda 1982.

Došlo 10. 4. 1989

J. KŘEN (Cereal Research Institute, Kroměříž):

Checking the statistical model of the growth and development to analyze the stalk system in wheat.

Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 25—32.

The variability of stalks caused by intraplant regulations may be used to evaluate the dynamics of growth and response of plants to the agroecological conditions. The simplified statistical model of the growth and development of organs and parts of the plants was used to separate this component of the total variability of the stalk weight, proposed by Malet (1979). The variance corresponding to the speed of growth and asymmetry coefficient (characterizing acceleration) showed the differences in the growth dynamics of three Czechoslovak winter wheat varieties with the different yield stability (Iris, Viginta, Zdar). The ecostable variety Viginta kept high intensity of the growth in the second part of the growing season for longer period of time which was manifested by slow ageing during the grain formation. Provided that under the ideal conditions, the growth is not limited by external factors, the asymmetry coefficients may help to spread the weight of productive stalks and thus to evaluate adaptation and materialization of genetic yield potential. Two aspects are recommended to evaluate the response of varieties to the conditions of environment: the yield, characterizing utilization of the growing factors of a site; and asymmetry of weight distribution of productive stalks (ears) in the ripeness characterizing the utilization of the yield potential of a genotype. Information relating the number and size of the fertile and infertile tillers and the dynamics of their growth may be also used to analyze a weight variability of tillers per area unit. This information serves for biological control of cereal stands.

VÝNOSOVÁ STABILITA U TYPOVĚ ODLIŠNÝCH ODRŮD PŠENICE

Ladislav Dotlačil, Karel Toman

Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

V pokusech s 12 typově odlišnými odrůdami pšenice ve 27 prostředích (tři ročníky, tři stanoviště, tři výsevky) byla sledována stabilita výnosu zrna a jeho složek. Nejmenší odezvu výnosu zrna na prostředí při vysoké celkové variabilitě vykázaly extenzivní dlouhoštěbné odrůdy Chlumecká 12 a Mironovská. Tvorba výnosu byla závislá zejména na dosahované produktivitě klasu. Poměrně málo reagovaly na prostředí i odrůdy Kormoran a Košútka při celkové nízké variabilitě výnosů. Průměrnou až vyšší reakci vykázaly odrůdy Maris Marksman a Super Zlatna, z jarních odrůd Famos a Highbury. Nejvýraznější výnosovou reakci vykázaly odrůdy Vala a Slavia, z jařin Rena ($b = 1,15$ až $1,19$). U obou ozimů byly změny výnosu více podmiňovány hustotou porostu, u odrůdy Rena více produktivitou klasu. Odrůda Slavia vykazovala velmi nízkou závislost tvorby výnosu na jednotlivých prvcích, a tím i vyváženost a adaptabilitu. Ze sledovaných znaků vykázaly nejnižší fenotypovou variabilitu hmotnost tisíce zrn, sklizňový index a počet klásků na klas.

V požadavcích na odrůdy se vedle vysokého výnosového potenciálu a kvality prosazuje i výnosová stabilita. Nároky na vysokou výnosovou stabilitu jsou v našich klimatických podmínkách zcela oprávněné. Úspěch plastických odrůd v zemědělské praxi vyplývá i z jejich schopnosti relativně překonávat případné nedostatky v agrotechnice.

Od moderní odrůdy vyžadujeme co nejlepší zhodnocení příznivých podmínek pěstování (především výživy a agrotechniky). Současně by však plastická odrůda měla mít nízkou reakci (citlivost) k široké škále podmínek prostředí, především k rozdílům v průběhu povětrnostních podmínek a ke stresům (Bedö, Balla, 1977). Vedle pozitivní reakce na zvyšování agrofonu je tedy požadovaná stabilita při realizaci výnosového potenciálu (Borojevic, 1975).

Stabilita výnosu odrůdy může být založena jednak na adaptační schopnosti populace (víceliniové odrůdy), jednak na adaptační reakci genotypu (Allard, Bradshaw, 1964). Sneepe, Hendriksen (1979) rozlišují širokou (obecnou) adaptabilitu, která podmiňuje stabilní výkon genotypu v široké škále podmínek prostředí. Jako široce adaptovanou vyhodnotili např. Stroike, Johnson (1972) sovětskou odrůdu Bezostá 1. U specificky adaptovaných odrůd lze naopak očekávat výraznou reakci na určité prostředí.

Po dlouhou dobu se výnosovou stabilitou rozuměl konstantní výkon v jakýchkoliv podmínkách (Becker, 1981). Dynamickému pojetí však vyhovuje považovat za stabilní ty odrůdy, které vždy poskytnou výnos odpovídající úrovni agrofonu (měřené průměrným výnosem odrůd v daném prostředí).

K hodnocení výnosové stability je užívána celá řada metod, které vycházejí z analýzy variance, regresní analýzy a dalších postupů (Wricke, 1962; Finlay, Wilkinson, 1963; Eberhart, Russel, 1966; Hanson, 1970; Okabe, Yasumuro, 1975; Ostroverchov, 1978 a další).

Stabilita výnosu zrna pšenice je často podmiňována stabilitou některých výnosových prvků. Na druhé straně ovšem i schopností odrůdy kompenzovat v průběhu ontogeneze ty výnosové prvky, které se z různých důvodů nemohly dostatečně realizovat (Haufe, Geidel, 1978; Jatasra, Paroda, 1980).

Odrůda ¹	Výnos zrna ² (t. ha ⁻¹)			Počet klasů na 1 m ² ³			Hmotnost zrna na klas ⁴ (g)			Hmotnost 1000 zrn ⁵ (g)		
	$\bar{x}$	Vk(%)	b	$\bar{x}$	Vk(%)	b	$\bar{x}$	Vk(%)	b	$\bar{x}$	Vk(%)	b
Chlumecká 12	4,33	28,4	0,67	607	18,9	0,93	0,68	29,0	0,58	31,8	16,5	1,11
Mironovská	5,47	25,3	0,73	550	21,1	1,06	1,02	29,1	1,09	44,1	17,3	1,76
Kormoran	6,19	17,3	0,91	497	25,3	1,17	1,29	26,9	1,52	43,5	13,0	1,11
Vala	6,65	22,0	1,15	556	25,8	1,32	1,22	18,8	0,99	43,9	9,8	0,92
Slavia	6,33	23,0	1,16	553	26,0	1,30	1,20	20,4	1,14	47,1	8,9	0,96
Super Zlatna	6,00	23,9	1,05	501	25,1	1,17	1,13	14,4	0,57	35,2	7,0	0,46
Košútka	6,32	19,2	0,89	641	26,0	1,49	0,89	19,8	0,77	36,5	9,5	0,75
Maris Marksman	6,98	22,3	1,02	477	22,9	0,93	1,51	21,8	1,32	41,6	9,1	0,89
Jara	4,91	31,0	1,09	409	25,3	0,62	1,27	28,3	1,37	39,4	13,0	1,10
Rena	4,75	33,2	1,19	457	22,7	0,76	1,04	24,3	0,92	40,9	11,8	1,18
Famos	4,69	29,2	1,04	462	22,9	0,58	0,98	20,6	0,72	36,3	11,2	0,98
Highbury	4,47	31,8	1,11	398	26,4	0,68	1,15	27,3	1,04	32,9	11,7	0,86

¹variety, ²grain yield, ³number of spikes per 1 m², ⁴grain yield per spike, ⁵thousand-kernel weight, ⁶number of grains per spike, ⁷number of grains per spikelet, ⁸number of spikelets per spike, ⁹harvest index

MATERIÁL A METODA

Ve třech ročnících (1981 až 1983) byl na třech stanovištích (Klatovy, Praha-Ruzyně a Pohořelice) zakládán pokus s 12 typově odlišnými odrůdami jarní a ozimé pšenice. Byly použity tři rozdílné výsevky, a sice 2,25; 4,50 a 6,75 mil. klíčivých zrn na 1 ha.

Pokus byl zakládán ve čtyřech znáhodněných blocích při velikosti parcely 12,5 m² (1,25 m × 10 m), z toho sklizňová plocha činila 9 m². Agrotechnika a hnojení byly voleny jako optimální pro danou oblast pěstování. Regulátory růstu nebyly použity.

Na každé parcele byl proveden po vymetání odpočet klasů (3 × 0,25 m²). Ve fázi voskové zralosti byl z každé parcely odebrán pokusný snopek k dalším rozborům (z plochy 0,25 m²). Výnos byl přepočten na 86 % sušiny zrna. Na základě rozboru pokusného snopku byla stanovena produktivita klasu, její struktura a sklizňový index.

K odhadu reakce odrůd na prostředí bylo použito regresní analýzy (Finlay, Wilkinson, 1963). Odchylka od regrese byla odhadována pomocí korelačního koeficientu. Vzhledem k rozsahu však není v tabulkách hodnota uváděna, pouze v případě potřeby je zmínka v textu. Vztahy mezi sledovanými znaky jsou posuzovány na základě výpočtu fenotypových korelací.

VÝSLEDKY A DISKUSE

K posuzování stability výnosu lze v podstatě přistupovat dvojím způsobem (Becker, 1981). Biologický koncept stability vychází z principu homeostáze. Vysokou výnosovou stabilitu vykazuje taková odrůda, která v různých podmínkách pěstování vykazuje

Počet zrn na klas ⁶			Počet zrn na klásek ⁷			Počet klásků na klas ⁸			Sklizňový index ⁹ (HI)		
$\bar{x}$	Vk(%)	b	$\bar{x}$	Vk(%)	b	$\bar{x}$	Vk(%)	b	$\bar{x}$	Vk(%)	b
21,0	21,9	0,69	1,49	18,6	0,56	13,9	9,7	1,02	0,31	21,1	1,70
22,6	16,6	0,62	1,58	10,2	0,45	14,3	8,7	0,79	0,38	14,3	2,08
28,9	16,7	0,88	1,83	13,8	1,11	15,7	6,6	0,72	0,42	12,3	1,39
27,4	12,4	0,67	1,79	9,0	0,71	15,4	6,9	0,67	0,45	8,7	1,09
25,3	15,8	0,78	1,83	10,7	0,91	13,7	7,2	0,69	0,43	9,1	1,08
32,0	15,6	0,79	2,05	15,1	1,25	15,6	4,4	0,46	0,43	9,6	0,96
24,6	19,6	1,02	1,96	13,2	1,18	12,5	9,8	0,89	0,41	11,7	1,22
36,3	17,8	1,11	2,38	13,1	1,30	15,3	10,1	0,96	0,46	8,9	1,14
32,5	28,5	1,85	2,24	17,4	1,77	14,2	15,1	1,56	0,41	7,4	0,48
25,1	22,0	1,03	1,87	10,8	0,79	13,2	13,7	1,34	0,43	6,0	0,18
27,0	18,1	0,89	1,78	10,9	0,83	15,1	13,2	1,32	0,39	7,8	0,43
34,9	26,5	1,67	2,39	15,1	1,15	14,3	14,5	1,59	0,40	7,5	0,27

b — regrese na průměr odrůd přes 27 prostředí — regression on the average of varieties through 27 environments

pokud možno stejný výnos (Haufe, Geidel, 1978). Agronomický koncept považuje za stabilní ty odrůdy, které realizují výnos odpovídající úrovni produktivity prostředí, je tedy dynamický. Hodnocení reakce odrůd na prostředí a variability jednotlivých znaků je shrnuto v tab. I.

Nejnižší reakci výnosu zrna na prostředí vykazaly extenzivní odrůdy Chlumecká 12 a Mironovská ($b = 0,67$, resp. $0,73$). Celková variabilita výnosů však byla vysoká ($Vk = 28,4$ %, resp. $25,3$ %), především vzhledem k vysoké variabilitě hmotnosti 1000 zrn (částečné poléhání na některých stanovištích). V počtu zrn na klásek i na klas reagovaly naopak obě odrůdy velmi málo ($b = 0,45$ a $0,69$). Charakteristická je pro obě odrůdy výrazná reakce sklizňového indexu (při vysoké celkové variabilitě), zřejmě opět v souvislosti s poléháním na některých stanovištích. Nízké hodnoty korelace k průměru odrůd $r = 0,59$, resp. $0,57$ poukazují na menší závislost výnosu na úrovni agrofonu než u jiných odrůd. Charakteristická je velmi nízká reakce odrůdy Chlumecká 12, co se týká hmotnosti zrna na klas, což zřejmě souvisí s velmi nízkou úrovní tohoto znaku ($\bar{x} = 0,68$ g), která se může dobře realizovat i v podmínkách nepříznivých, nevyužije však vyšší agrofon.

Jako odrůdy s nízkou variabilitou výnosu zrna (biologicky stabilní, $Vk = 17,3$ %, resp. $19,2$ %) a s nižší reakcí výnosu na prostředí ($b = 0,91$, resp. $0,69$) lze označit odrůdy Kormoran a Košútka. Výnosem zrna se obě odrůdy příliš nelišily ($6,19$ t.ha⁻¹, resp. $6,32$ t.ha⁻¹). U obou odrůd (zejména u odrůdy Košútka) byla poměrně výrazná reakce v hustotě porostu. Zatímco Košútka málo reagovala hmotností zrna na klas ($b = 0,77$), odrůda Kormoran měla odezvu nejvýraznější ($b = 1,52$), zřejmě v souvislosti s výraznější odezvou HTZ ($b = 1,11$). Obě odrůdy reagovaly poměrně výrazně i změnou sklizňového indexu.

Za genotypy s průměrnou až vyšší reakcí výnosu na podmínky pěstování lze označit z ozimů odrůdy Maris Marksman ($b = 1,02$) a Super Zlatna ($b = 1,05$). Ve výnosu zrna byly obě odrůdy značně rozdílné ($6,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, resp. $6,00 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Odrůda Super Zlatna reagovala výrazněji hustotou porostu ($b = 1,17$), Maris Marksman naopak v produktivitě klasu ($b = 1,37$), u níž se na této reakci vyváženě podílel počet zrn i hmotnost jednoho zrna. Z jařin měla srovnatelnou výnosovou reakci na prostředí odrůda Famos ($b = 1,04$), další jarní odrůdy Jara a Highbury již reagovaly poněkud výrazněji ($b = 1,09$, resp. $1,11$).

Nejvýraznější reakci výnosu zrna na prostředí vykazaly odrůdy Vala a Slavia ($b = 1,15$, resp. $1,16$), z jařin odrůda Rena ($b = 1,19$). U ozimých odrůd to bylo podmínováno zejména výraznou reakcí hustoty porostu ($b = 1,32$, resp. $1,30$), u jarní odrůdy Rena šlo spíše o vyváženou reakci výnosových prvků. Odrůdy Vala a Slavia patřily k nejvýnosnějším ($6,65$, resp. $6,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Uvedené hodnocení umožňuje srovnat variabilitu sledovaných znaků a případných odrůdových rozdílů. Nejvyšší variabilitu vykazaly znaky výnos zrna, hustota porostu, hmotnost zrna a počet zrn na klas. Ve variabilitě znaků u jednotlivých odrůd lze zjistit výrazné rozdíly, zejména u hmotnosti zrna na klas a počtu zrn na klas (např. odrůdy Super Zlatna a Vala vykazují v těchto znacích výrazně nižší variabilitu, vyšší variabilitu lze obecně zjistit u jařin). Nižší fenotypovou variabilitu již měl počet zrn na klásek, zvláště u odrůd s výraznou výnosovou reakcí ($Vk = 9,0 \%$ u odrůdy Vala a $10,7 \%$ u odrůdy Slavia). Nízkou variabilitu vykazaly rovněž znaky HTZ, počet klásků na klas a sklizňový index. U všech těchto znaků lze opět vysledovat odrůdové rozdíly (např. Vk pro počet klásků na klas a HTZ činil u odrůdy Super Zlatna pouze $4,4 \%$, resp. $7,0 \%$). Obecně vyšší variabilita byla zjištěna u delších poléhavých odrůd Chlumecká 12 a Mironovská a jařin (s výjimkou variability sklizňového indexu, která byla u jařin vůbec nejnižší).

II. Fenotypové korelace mezi výnosem zrna a jeho složkami u jednotlivých odrůd pšenice — Phenotype correlation between the grain yield and its components in different wheat varieties

Odrůda	Počet klásků na 1 m^2 ³	Hmotnost zrna na klas ⁴	Hmotnost 1000 zrn ⁵	Počet zrn na klas ⁶	Počet zrn na klásek ⁷	Počet klásků na klas ⁸	Sklizňový index ⁹ (HI)
Chlumecká 12	0,02	0,75 ⁺	0,63 ⁺	0,68 ⁺	0,83 ⁺	0,17	0,73 ⁺
Mironovská	-0,18	0,56 ⁺	0,52 ⁺	0,58 ⁺	0,66 ⁺	0,30	0,58 ⁺
Kormoran	0,37	0,27	0,14	0,27	0,27	0,15	0,31
Vala	0,43 ⁺	0,16	0,18	0,19	0,17	0,17	0,19
Slavia	0,25	0,15	0,20	0,08	0,08	0,07	0,19
Super Zlatna	0,76 ⁺	0,26	0,05	0,25	0,19	0,06	0,20
Košútka	0,41 ⁺	0,15	-0,17	0,21	0,25	0,10	-0,04
Maris Marksman	0,76 ⁺	0,08	0,02	0,05	0,27	-0,27	0,27
Jara	0,24	0,36	-0,06	0,33	0,29	0,33	0,59 ⁺
Rena	0,47 ⁺	0,31	-0,32	0,42 ⁺	0,41 ⁺	0,41 ⁺	0,28
Famos	0,56 ⁺	0,07	-0,16	0,13	0,00	0,20	-0,02
Highbury	0,33	0,26	-0,27	0,33	0,28	0,33	0,27

⁺ významné při $P = 0,05$ — significant at $P = 0,05$

For 1–9 see Tab. I

Závislost produktivity odrůd na realizaci jednotlivých výnosových prvků ukazuje tab. II. U odrůd Chlumecká 12 a Mironovská je výnos ovlivňován především produktivitou klasu a všemi jejími složkami (s výjimkou počtu klásků na klas), výrazný je i pozitivní vztah se sklizňovým indexem, kde se však zřejmě promítá i problém poléhání. Nelze naopak uvažovat o závislosti na dosažené hustotě porostu.

Malou závislost tvorby výnosu na dosahované hustotě porostu ($r = 0,24$ až $0,33$) předpokládáme u odrůdy Slavia a jarních odrůd Jara a Highbury, které mají vysoce produktivní klas. U obou jarních odrůd lze očekávat výraznější závislost výnosu na tvorbě některých výnosových prvků (hmotnosti zrna na klas, počtu zrn na klas a klásek, počtu klásků na klas). U odrůdy Jara se projevila i vysoká fenotypová korelace mezi výnosem a HI (ovlivněná zřejmě poléhavostí, která zapříčinila pokles obou znaků).

Odrůda Slavia vykazovala obecně velmi nízkou závislost tvorby výnosu na jednotlivých výnosových prvcích. Nepřímo to svědčí o tzv. vyváženosti této odrůdy v podmínkách zkoušení.

Do další skupiny je možné zařadit odrůdy s větší závislostí tvorby výnosu na dosahované hustotě porostu. Z ozimů sem patří Kormoran, Vala a Košútka ($r = 0,37$ až $0,43$). U prvních dvou odrůd lze sledovat nižší vyváženou závislost i na všech prvcích produktivity klasu (zvláště u odrůdy Kormoran), u odrůdy Košútka to neplatí pro HTZ a HI. Větší závislost na hustotě porostu můžeme sledovat i u jarních odrůd Rena a Famos ($r = 0,47$, resp. $0,56$). U odrůdy Rena se uplatňují i prvky produktivity klasu s výjimkou HTZ.

Nejtěsnější fenotypovou závislost mezi hustotou porostu a výnosem ($r = 0,76$) jsme zjistili u odrůd Super Zlatna a Maris Marksman. Závislost na prvcích produktivity klasu byla naopak poměrně nízká.

Literatura

- ALLARD, R. W. — BRADSHAW, A. D.: Implication of genotype — environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.*, 1964, č. 4, s. 503—508.
- BECKER, M. C.: Biometrical and empirical relations between different concepts of phenotypic stability. In: *Quantitative genetics and breeding methods*. INRA, Versailles, 1981, s. 307—314.
- BEDŮ, Z. — BALLA, L.: Őszi búzafajták termőképesség stabilitása különbözökökológiai viszonyok között. *Növénytermelés*, 26, 1977, č. 6, s. 443—449.
- BOROJEVIC, S.: Ideotypes for high productivity, performance stability and adaptation. 2nd Int. Wheat Conf. Zagreb, 1975, s. 46—95.
- EBERHARD, S. A. — RUSSEL, W. A.: Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 1966, č. 6, s. 36—40.
- FINLAY, K. W. — WILKINSON, G. N.: The analysis of adaptation in plant — breeding programme. *Austral. J. agric. Res.*, 14, 1963, s. 742—754.
- HANSON, W. D.: Relative and comparative genotypic stability parameters. *Theor. appl. Genet.*, 40, 1970, s. 226—231.
- HAUFE, W. — GEIDEL, N.: Zur Beurteilung der Ertragssicherheit von Sorten und Zuchtstämmen. I. Definitionen, Stabilitätsparameter und deren Interpretationsmöglichkeiten. *Z. Pfl.-Zücht.*, 80, 1978, s. 24—37.
- JATASRA, D. S. — PARODE, R. S.: Phenotypic adaptability of characters related to productivity on wheat cultivars. *Indian J. Genet. Pl. Breed.*, 40, 1980, č. 1, s. 132—139.
- OKABE, S. — YASUMORO, Y.: Assessment of adaptation in wheat breeding. *Adaptability in plants — JIBP synthesis*, 1975, č. 6, s. 167—171.
- OSTROVERCHOV, V. O.: Srovnatelná ocena ekologičeskoj plastičnosti sortov sel'skochozjajstvennych rastenij. *Genetika količestvennych priznakov sel'skochozjajstvennych rastenij*. Nauka, 1978, s. 128—141.
- SNEEP, J. — HENDRIKSEN, A. J. T.: Plant breeding perspectives. Wageningen, 1979, 435 s.
- STROIKE, J. E. — JOHNSON, V. A.: Winter wheat cultivar performance in an international array of environments. *Nebr. Agric. Exp. St. Res. Bull.*, 1972, s. 251.
- WRICKE, G.: Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Z. Pfl.-Zücht.*, 47, 1962, s. 92—96.

Došlo 7. 3. 1990

L. DOTLAČIL. K. TOMAN (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně):
The stability of the yield of different wheat varieties.
Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 33–38.

The stability of the grain yield and its components have been studied in trials with 12 different wheat varieties in 27 environment (three years, three sites, three sowing rates). The lowest response of the grain yield to the environment at a high total variability was exhibited by extensive long-stem varieties Chlumecká 12 and Mironovská. The yield was found to be dependent especially on the spike productivity obtained. The Kormoran and Košútka varieties exhibited also a low response to the environment at the total low yield variability. An average to higher response was manifested by the varieties Maris Marksman and Super Zlatna, Famos and Highbury of spring varieties. The most marked yield response was exhibited by the Vala and Slavia varieties, the Rena variety of the spring crops ($b = 1.15$ to 1.19). The changes in both winter crops were more influenced by the stand density, by higher spike productivity in the Rena variety. The Slavia variety exhibited very low dependence of the yield formation on the different components, and thus also, balance and adaptability and stability. The lowest phenotype variability of thousand-kernel weight (TKW), harvest index and the number of spikelets per spike were exhibited in the studied traits.

DOMINANT POLYPHENOLIC COMPOUNDS OF THE TRITICALE GRAINS

Jaromír Lachman, Vladimír Pivec, Věra Řeháková, Jaromír Hubáček

University of Agriculture, 165 21 Praha 6

By means of the column chromatography on polyamide powder and the two-dimensional paper chromatography, the polyphenolic complex of the triticale grain was separated. Six major polyphenolic compounds were identified, using spectral systematic identification in UV region, the characteristic shifts due to addition of diagnostic agents, R_F values, and cochromatography. Of flavonoids we demonstrated quercetol and its 3-O- β -D-glucopyranoside isoquercitrol and the 3-O- β -D-rhamnoglucopyranoside rutin, of coumarins scopoletin, and of phenolic acids ferulic acid was identified in free form and in form of an esterically fixed conjugate. The structure of polyphenols of the triticale grain is compared with the polyphenolic complex of wheat and rye.

The composition of the flavonoid complex of wheat and rye has been the subject of numerous investigations, but the structure of flavonoids of triticale has not yet been investigated, although the complex of flavonoids in the hybrids of plants contains either all flavonoid compounds or the majority of flavonoids present in the both parent plants (Alston, Turner, 1962). The knowledge of flavonoid compounds from the point of view of chemotaxonomy is worthwhile because triticale, a man-synthesised crop, is an original amphiploid with little subsequent development and differentiation (Larter, 1968). Dedio et al. (1969) have showed that the number of flavonoid compounds on the chromatograms of triticale increases with the level of ploidy but does not increase proportionally with the number of genomes. It has been found that the variation of quantities is rather low whereas the number of flavonoid compounds varied from 8 to 13. Though Lawrence, Sturgess (1957) have found in the flowers of *Streptocarpus* some new hybrid constituents, Bhatia et al. (1968) found no new flavonoid compounds in the leaves of the hybrids of rye and wheat.

O- and C-glycosides are characteristic of the wheat and rye species. Harborne, Hall (1964) found in wheat tricin and C-glycosides, derived from apigenin and luteolin. These are, above all, isovitexin (6-C-glucosylapigenin) and isoorientin (6-C-glucosylluteolin). Julian et al. (1971) identified in hexaploid *T. aestivum* the glycosides of apigenin: vicenin-2 (6,8-C-diglycosylapigenin), isoswertisin (8-C-glucosylapigenin 7-methyl ether) 4'-O-glucoside and of luteolin: isoorientin (6-C-glucosylluteolin), luto-narin (isoorientin 7-O-glucoside), isoorientin 7-O-rutinoside and lucenin-1 and lucenin-2 (6,8-C-diglycosylluteolins). Wagner et al. (1980) described, in the cultivated wheat, four other glycosides derived from apigenin: vicenin-1 (6,8-C-diglycosylapigenin), isoschaftoside (6-C-glycosyl-8-C-arabinosylapigenin), schaftoside (6-C-arabinosyl-8-C-glycosylapigenin) and sinapoyl ester of 6-arabinosyl-8-C-galactosylapigenin. Harborne et al. (1986) found, on the basis of previous investigations, that in the leaves of the 26 *Triticum* species at least 34 unidentified flavonoid-constituents occurred at varying rates.

The flavonoids of rye, *Secale cereale* L., have been described mainly in the grains — caryopses (Kuwatsuka, Oshima, 1964; Trojna et al., 1976). Trojna et al. (1976)

identified in the caryopses of rye the flavonoid apigenin glycosides — vicianine-1,2 (6,8-C-diglycosylapigenins), isovitexin (6-C-glucosylapigenin), luteolin and chrysoeriol 7-O-rhamnoglucoside. Major constituents were tricin and its glycosides tricin (tricin 7-O-rhamnoglucoside) and tricin 5-O-glucoside. They also identified isorhamnetol 3-O-rutinoside and the quercetol glycoside rutin (quercetol 3-O- α -L-rhamnosyl- β -D-glucopyranoside).

Maga, Lorenz (1974) separated and quantified phenolic acids in the various triticales shorts, brans, grains and flours, to verify phenolic acids being characterized as possessing sour, bitter, astringent and phenol-like flavours, contributing to the flavour of flour, and affecting the mixing properties of doughs. The authors found that the wheat and triticate flours contain the same phenolic acids. The bran portion contains the highest phenolic acid level while the flour is the lowest in phenolic acid level. The predominant phenolic acids are vanillic, *p*-coumaric, ferulic, *p*-hydroxybenzoic, sinapic and *o*-coumaric acids. Vanillic, *o*- and *p*-coumaric acids were found in the triticales brans and shorts fractions at levels higher than its reported taste threshold and the ferulic acid at levels higher than 50 % of its taste threshold (Lachman et al., 1989). Trojna et al. (1976) found in the rye caryopses two dominant stereoisomers of chlorogenic acid. Analogical stereoisomers of chlorogenic acids were reported in the wheat by Julian et al. (1971).

In this study we paid attention to the isolation and identification of major polyphenolic compounds contained in the triticales grains and to their comparison with the phenolic constituents that had been found in the wheat (w) and the rye (r).

MATERIAL AND METHOD

The grains of the triticales varieties Dagro, Presto, Lasko, Grado, Salvo, Bolero, BR-2, MAH-384, MAH-484 Malno, KS-12, UH-74 Korm were obtained from the Breeding Station Úhřetice. The grains came from the 1988 harvest.

The sample 100 g amounts of the ground grains of each variety were pre-extracted for 12 hours in the Soxhlet apparatus with petroleum ether. The extraction of the pre-extracted material was made with 80% aqueous ethanol for 12 hours. The extract was thickened under reduced pressure and then left to dry over calcium chloride in desiccator. The evaporation residue of the aqueous ethanol extract (4 g) was ground and mixed with a small quantity of polyamide powder.

The separation was carried out by the polyamide column chromatography and by the two-dimensional paper chromatography.

The powder of the mixture of the evaporation residue and the polyamide powder was put on the washed polyamide column (70 × 4.5 cm). Polyamide powder has the granulation 0.315–0.500 mm. Elution was performed for the first time with water until the Molisch reaction to the saccharides was negative (ca. 2,000 ml) and then with methanol (ca. 2,000 ml). The methanolic eluate was thickened on the water bath to the 50 ml volume at a temperature of 50 °C, clarified by centrifugation and then separated with the two-dimensional descending paper chromatography (Whatman no. 4) in the following systems:

- S₁: 1-butanol + acetic acid + water (4:1:5) in the longer direction of the paper chromatogram;
- S₂: acetic acid + water (15:85) in the shorter direction.

The separated substances were eluted from the two-dimensional chromatograms by means of methanol and the eluate was thickened to a small volume. Each compound was re-chromatographed by means of preparatory one-dimensional chromatography.

Chromatographic papers were washed in 15% acetic acid and distilled water. The compounds were applied as bands and re-chromatographed in systems S_1 or S_2 .

Acid glycoside hydrolysis

3 mg of isolated compound was dissolved in 0.3 ml methanol, 6 ml of 6% hydrochloric acid was added and the reactive mixture was warmed in boiling water bath under reflux condenser for 45 min. After cooling the hydrolyzate was applied to a small polyamide column (1×10 cm) and eluted with 50 ml water and then with 50 ml of methanol. Saccharides in the thickened water eluate were identified by co-chromatography with authentic preparations using the circular chromatography with the system S_1 and after the detection with benzidine agent. Aglycons in the thickened methanolic eluate were identified chromatographically and spectrally.

Spectral analysis

The individual substances were identified on the basis of the systematic spectrophotometric identification. The spectra of the substances were measured in methanolic solutions at a concentration of 10^{-4} mol.l⁻¹ after addition of diagnostic agents (CH_3ONa , AlCl_3 , $\text{AlCl}_3 + \text{HCl}$, CH_3COONa , $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_3\text{BO}_3$) causing characteristic bathochromic and hypsochromic shifts in absorption peaks (Mabry et al., 1970). For the measuring the spectrophotometer SPECORD UV-VIS and cells with 1 cm layer-thickness were used.

RESULTS AND DISCUSSION

On the two-dimensional chromatograms of all varieties five major compounds were represented at different intensities (Tab. I).

In the system S_2 on one-dimensional chromatogram, substance 3 was separated into two substances that were designated 3a and 3b. Substances 1, 2, 3a, 3b, 4 and 5 were identified by means of UV spectra (Tab. II), by R_F values, and eventually by comparison with the authentic samples.

Substance 1 exerting bright yellow fluorescence in UV light and in ammonia vapours had a basic spectrum characteristic of quercetol. The presence of dihydroxyl group in position 3', 4' confirms the hypsochromic shift 20 nm after the addition of hydrochloric acid to the aluminium complex (from 460 to 440 nm) and the bathochromic shift of the maximum of the methanolic spectrum, as compared with that obtained after addition of boric acid to the methanolic solution with sodium acetate. Bathochromic shifts after

I. Fluorescence of compounds of triticale grain in ultraviolet light before and after saturation with ammonia vapours and their R_F values in the system S_1 and S_2

Substance	UV light / + ammonia fluorescence	R_F	
		S_1	S_2
1	yellow / yellow	0,74	0,06
2	purple / yellow	0,64	0,58
3	blue / blue	0,85	0,44
4	bright blue / blue-green	0,85	0,52
5	purple / yellow	0,44	0,55

II. Absorption maxima in the UV region ($\lambda_{\max}$ nm methanol) and their characteristic shifts due to addition of diagnostic agents

Substance	CH ₃ OH		CH ₃ ONa		AlCl ₃		AlCl ₃ + HCl		CH ₃ COONa		CH ₃ COONa + H ₃ BO ₃	
1	258	303sh 373	337 decomposition		274	460	268	430	278	330 404	263	303sh 394
2	261	308 368	278	333 424	279	310 447	274	304 416	277	322sh 428	267	390
Aglycone of substance 2	256 269sh	302sh 372	237sh	329 decomposition	273 304sh	333 459	266 359	301sh 430	257sh 276	329 399	262	303sh 391
3a	267 min ⁺ 283	328	decomposition		284		283					
3b	268 min ⁺ 283	318			284		284					
4	257	303 355	282	408		307 365	267	304 358				
5	258 301sh	267sh 360	273	327 410	274	304sh 438	270 367sh	297 404	272	325 390	262	302 385
Aglycone of substance 5	255 268sh	301sh 370	246sh	323 decomposition	272 305sh	333 459	265 358	301sh 428	257sh 272	329 389	261	303sh 389

+ Spectral minima $\lambda_{\min}$ (nm)

the addition of sodium acetate (20 and 31 nm) reveal the free hydroxyl group in position 7. The substance was co-chromatographed with the authentic preparation of quercetol (Lachema, National Corporation, Brno) and identified as quercetol.

Substance 2 manifested brown-purple fluorescence in the UV light, and in the presence of ammonia vapour it fluoresced bright yellow. Hypsochromic shift after the addition of hydrochloric acid to aluminium complex (31 nm) and bathochromic shift of the maximum of the basic peak of the methanolic solution after the addition of boric acid to the solution with sodiumacetate (22 nm) confirm the presence of a free dihydroxyl group in position 7. The basic spectrum of this substances was derived from quercetol; from the R_F values in the systems S_1 (0.64) and S_2 (0.58) it was assumed that this substance is a quercetol monoglycoside. After the acid hydrolysis we obtained D-glucose and quercetol. Substance 2 was identified as isoquercitol, quercetol 3-O- β -D-glucopyranoside (Geissman, 1962; Mabry et al., 1970).

Substance 3a, producing in UV light and in ammonia vapours brightly blue fluorescence, had the basic methanolic spectrum characteristic of the bound form of ferulic acid (Harborne, 1960). After the addition of aluminium chloride there was no change of the original spectrum. Spectral data and the R_F value in the system S_1 (0.85) and S_2 (0.38) allow for drawing the conclusion that the substance is probably a fixed conjugate of ferulic acid in the form of ester.

Substance 3b, fluorescing in the UV light and in the presence of ammonia vapours bright blue, had a methanolic spectrum characteristic of free ferulic acid (Harborne, 1960). The R_F value in the system S_1 (0.85) and S_2 (0.61) were in accordance with literary data (Harborne, 1960). Substance 3b was identified as ferulic acid.

Substance 4 showed bright blue fluorescence in the UV light which became bright blue-green after saturation with ammonia vapours. The basic methanolic spectrum was characteristic of a substance of coumarin type (Harborne, 1960). After the addition of aluminium chloride and hydrochloric acid there was no change of the methanolic spectrum and this fact confirms the absence of free *o*-dihydroxyl groups. The R_F values in the system S_1 (0.81) and S_2 (0.61) are well comparable with literary data published by Harborne (1960) for scopoletin, i.e. 6-methoxyumbelliferone (4-hydroxy-6-methoxy-2H-1-benzopyran-2-one).

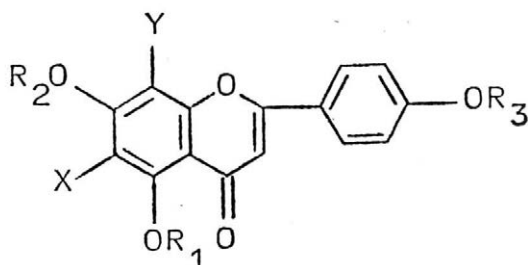
Substance 5 showed in the UV light bright brown-purple fluorescence and in alkaline medium of ammonia vapours intensively yellow fluorescence. The spectral data confirm that this glycoside is a quercetol type with a blocked hydroxyl group in position 3 and free hydroxyl group in position 7. Acid hydrolysis yielded L-rhamnose, D-glucose and quercetol. By comparison of R_F values and spectra with literary data (Geissman, 1962; Harborne, 1967; Mabry et al., 1970) and with data obtained for authentic preparations of rutin (Galena, Opava) and quercetol (Lachema, Brno), this substance was identified as rutin, i.e. quercetol 3-O- α -L-rhamnopyranosyl- β -D-glucopyranoside.

In the tritcale grains, the major flavonoid constituents were the flavonol quercetol and its 3-O-glucoside isoquercitol which might be a hydrolytic product of rutin (Geissman, 1962), which was also detected in the tritcale grains. The structure of apigenin, luteolin, tricetin, chrysoeriol and quercetol and their glycosides is characteristic of some species of *Compositae* (*Graminae*): according to data published by Jössang, Molho (1974), the hydroxylation pattern in position 5 and 7 is present in *Compositae* in 98 % species, in position 4 in 96 %, in position 3' in 65 %, and in position 3 in 48 % of the species.

Of the phenolic acids, we identified free ferulic acid and its estERICALLY bound conjugate. Ferulic acid belongs to the phenolic acids that are present in large amounts in the tritcale brans and shorts (Maga, Lorenz, 1974). Obviously these acids are not free but fixed in the form of complex esters.

As a major coumarin we demonstrated scopoletin. Coumarins are typical of grains. Van Sumerre et al. (1958) demonstrated the presence of umbelliferon, esculetin, scopoletin and herniarin in barley, with some exceptions for spring barley where scopoletin has not been demonstrated. Eberhardt (1954) detected scopoletin in oats and its glucoside scopolin was found in non-prolonging parts of the oat roots by Goodwin, Pollock (1954) and Goodwin, Taves (1950).

Chemical formulas of the flavonoids of wheat and rye



X = glucosyl, Y = R₁ = R₂ = R₃ = H

X = Y = glucosyl, R₁ = R₂ = R₃ = H

Y = R₃ = glucosyl, R₂ = CH₃, R₁ = X = R₃ = H

X = arabinosyl, Y = glucosyl, R₁ = R₂ = R₃ = H

X = glucosyl, Y = arabinosyl, R₁ = R₂ = R₃ = H

X = arabinosyl, Y = galactosyl,

R₂ = sinapoyl, R₁ = R₃ = H

isovitexin (saponaretin) (w, r)

vicenins-1, 2 (w, r)

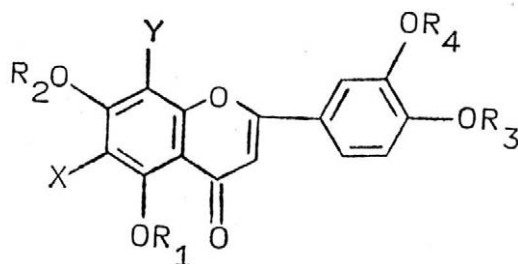
isoswertisin 4'-O-glucoside (w)

schaftoside (w)

isoschaftoside (w)

sinapoyl ester of

6-C-arabinosyl-8-C-galactosylapigenin (w)



X = Y = R₁ = R₂ = R₃ = R₄ = H

X = glucosyl, Y = R₁ = R₂ = R₃ = R₄ = H

X = R₂ = glucosyl, Y = R₁ = R₃ = R₄ = H

X = glucosyl, R₂ = rhamnoglucosyl,

Y = R₁ = R₃ = R₄ = H

X = Y = glucosyl, R₁ = R₂ = R₃ = R₄ = H

X = rhamnoglucosyl,

Y = R₁ = R₂ = R₃ = R₄ = H

X = glucoglucoglucosyl,

Y = R₁ = R₂ = R₃ = R₄ = H

R₂ = rhamnoglucosyl,

R₄ = CH₃, X = Y = R₁ = R₃ = H

luteolin (w, r)

isoorientin (lutanaretin) (w)

lutanarin (w)

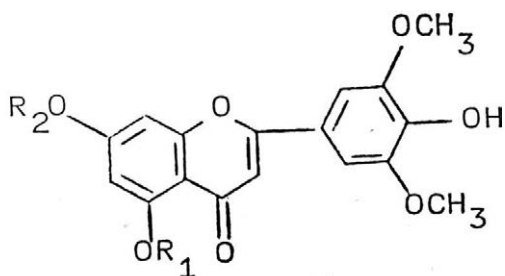
isoorientin 7-O-rutinoside (w)

lucenins-1,2 (w)

isoorientin 6''-O-rhamnoside (w)

isoorientin 6''-O-diglucoside (w)

chrysoeriol 7-O-rhamnoglucoside (w)



$R_1=R_2=H$

$R_2=\text{glucosyl}, R_1=H$

$R_2=\text{diglycosyl}, R_1=H$

$R_2=\text{glycosyl}, R_1=H$

$R_1=\text{glucosyl}, R_2=H$

$R_2=\text{rhamnoglucosyl}, R_1=H$

tricin (w, r)

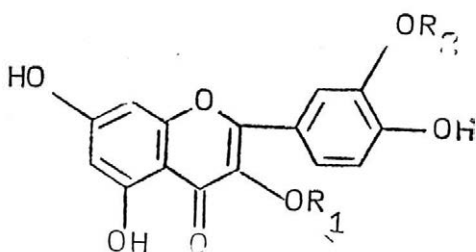
glucotricin (w)

tricin 7-O-diglycoside (w)

tricin 7-O-monoglycoside (w)

tricin 5-O-glucoside (w, r)

tricin (w)



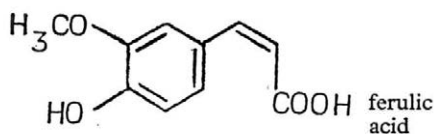
$R_1=\text{rhamnoglucosyl}, R_2=H$

$R_1=\text{rhamnoglucosyl}, R_2=CH_3$

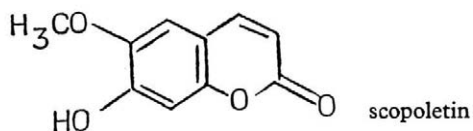
rutin (w)

isorhamnetol 3-O-rutinoside (r)

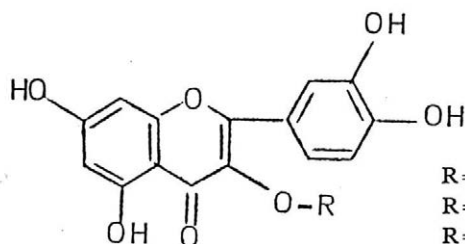
Phenolic compounds of tritcale



ferulic acid



scopoletin



$R=H$

$R=\text{glucosyl}$

$R=\text{rhamnoglucosyl}$

quercetol

isoquercitol

rutin

References

- ALSTON, R. E. — TURNER, B. L.: New techniques in analysis of complex natural hybridization. Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A., 48, 1962, pp. 130—137.
- BHATIA, C. R. — MITRA, R. K. — SAGANATH, D. R.: Polyploidy and isoenzymes. (Abstr.) Genetics, 60, 1968, pp. 162.
- DEDIO, W. — KALTSIKES, P. J. — LARTER, E. N.: A thin-layer chromatographic study of the phenolics of triticale and its parental species. Can. J. Bot., 47, 1969, No. 10, pp. 1589—1593.
- EBERHARDT, F.: Ausscheidung einer organischen Verbindung aus den Wurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). Naturwissenschaften, 41, 1954, pp. 259.
- GEISSMAN, T. A. (ed.): The chemistry of flavonoid compounds. New York, Pergamon Press 1962.
- GOODWIN, R. H. — POLLOCK, B. M.: Roots. I. Properties and distribution of fluorescent constituents in *Avena* roots. Amer. J. Bot., 41, 1954, pp. 516—520.
- GOODWIN, R. H. — TAVES, C.: The effect of coumarin derivatives on the growth of *Avena* roots. Amer. J. Bot., 37, 1950, pp. 224—231.
- HARBORNE, J. B.: Plant polyphenols 2. The coumarins of *Solanum pinnatisectum*. Biochem. J., 74, 1960, pp. 270—273.
- HARBORNE, J. B.: Comparative biochemistry of the flavonoids. London, New York, Academic Press 1967, pp. 383.
- HARBORNE, J. B. — HALL, E.: Tricin and glycoflavones in grasses. Phytochemistry, 3, 1964, pp. 421—428.
- HARBORNE, J. B. — BOARDLEY, M. — FRÜST, S. — HOLM, G.: The flavonoid in leaves of diploid *Triticum* species (*Gramineae*). Pl. Syst. and Evol., 154, 1986, No. 3—4, pp. 251—257.
- JÜSSANG, P. — MOLHO, D.: Essai de représentation géométrique des relations chimiotaxonomiques. Application à l'IO-substitution des flavones. Bull. Mus. nat. Hist. natur. Sci. phys.-chim., 3, 1974, No. 274, pp. 21—29.
- JULIAN, A. E. — JOHNSON, G. — JOHNSON, D. K. — DONNELLY, B. J.: The glycoflavonoid pigments of wheat (*Triticum aestivum*) leaves. Phytochemistry, 10, 1971, pp. 3185—3193.
- KUWATSUKA, S. — OSHIMA, Y.: Studies on polyphenols in rice plant. Part III. Isolation and determination of tricinglycosides „glucotricin“ and „tricin“⁴. Nippon Nogei Kagaku Kaishi (J. Agric. Chem. Soc. Jap.), 38, 1964, No. A-31, pp. 351—355.
- LACHMAN, J. — PIVEC, V. — ŘEHÁKOVÁ, V. — HUBÁČEK, J. — POŇUCHÁLEK, J.: Kvalitativní zhodnocení vybraných genetických zdrojů tritikale. Rostl. Vyr., 35, 1989, No. 10, pp. 1063—1070.
- LARTER, E. N.: Triticale. Agric. Inst. Rev., 23, 1968, pp. 12—15.
- LAWRENCE, W. J. C. — STURGESS, V. C.: Studies on streptocarpus. III. Genetics and chemistry of flower colour in the garden forms, species and hybrids. Heredity, 11, 1957, pp. 303—336.
- MABRY, T. J. — MARKHAM, K. R. — THOMAS, M. S.: The systematic identification of flavonoids. Heidelberg, New York, Springer Verlag Berlin 1970.
- MAGA, J. A. — LORENZ, K.: Phenolic acid composition and distribution in wheat flours and various triticale milling fractions. Lebensm.-Wiss. Technol., 7, 1974, No. 5, pp. 272—278.
- PORTER, P. M. — BANWART, W. L. — HASSETT, J. J.: Phenolic acids and flavonoids in soybean root and leaf extracts. Envir. Exp. Bot., 26, 1986, No. 1, pp. 65—73.
- SUMERE van, Ch. — HILDERSON, H. — MASSART, L.: Coumarins and phenolic acids of barley and malt husk. Naturwissenschaften, 45, 1958, pp. 292.
- TROJNA, M. — HUBÁČEK, J. — ŘEHÁKOVÁ, V.: Flavonoidní látky obilky žita. Rostl. Vyr., 22, 1976, No. 1, pp. 43—51.
- WAGNER, H. — OBERMEIER, G. — CHARI, V. M. — GALLE, K.: Flavonoid C-glycosides from *Triticum aestivum*. J. Nat. Prod., 43, 1980, pp. 583—587.

Received March 7, 1990

J. LACHMAN, V. PIVEC, V. ŘEHÁKOVÁ, J. HUBÁČEK (Vysoká škola zemědělská, Praha): **Dominantní polyfenolické látky obilky tritikale.** Rostl. Vyr., 37, 1991 (1): 39—46.

Sloupcovou chromatografií na polyamidu a dvourozměrnou papírovou chromatografií byl rozdělen polyfenolický komplex obilky tritikale. Šest dominantně zastoupených polyfenolických látek bylo identifikováno na základě spektrální analýzy v ultrafialové oblasti a charakteristických posuvů za přídavku diagnostických činidel, R_f hodnot a kochromatografie. Z flavonoidů byl identifikován kvercitol a jeho 3-O- β -D-glukopyranosid izokvercitol a 3-O- β -D-rhamnoglukopyranosid rutin, z kumarinů skopoletin a z fenolkarboxylových kyselin ferulová kyselina ve volné formě a estericky vázaného konjugátu. Struktura polyfenolů obilky tritikale je srovnána s polyfenolickým komplexem pšenice a žita.

EKONOMICKE ASPEKTY HNOJENÍ DUSÍKEM U OZIMÉHO JEČMENE

Zdeněk Ondruch

Výzkumný ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

V letech 1987 až 1989 byl sledován v podmínkách výrobního typu řepářského vliv stupňovaných a dělených dávek dusíku při standardním hnojení fosforem a draslíkem po předplodině ozimé pšenici na výnos a kvalitu zrna s přihlédnutím k ekonomice hnojení dusíkem. V průměru pokusných let byl dosažen nejvyšší výnos zrna u šestiřadého genotypu shodně při 90 a 120 kg N.ha⁻¹ rovnoměrně dělených během vegetace, obdobně u dvouřadého genotypu ozimého ječmene při 60 kg N.ha⁻¹. Při porovnání ekonomiky dusíkatého hnojení dosaženým ziskem v KČS z 1 ha půdy se pro šestiřadý genotyp zdá nejvhodnější dávka 90 kg N.ha⁻¹ (30 kg před setím, 30 kg v regeneraci, 30 kg počátkem sloupkování), pro dvouřadý genotyp 60 kg N.ha⁻¹ (30 kg před setím, 30 kg v regeneraci). Aplikací stupňovaných dávek dusíku ve srovnání s fosforečným a draselným hnojením se zvýšil výnos zrna, obsah hrubých proteinů v sušině zrna a jejich produkce z jednotky plochy při současném mírném zvýšení počtu klasů a jeho produktivity. U šestiřadého genotypu došlo k výraznému zvýšení počtu klasů a u dvouřadého genotypu k zvýšení hmotnosti obilky. Produkce hrubých proteinů byla dusíkatým hnojením zvýšena více u dvouřadého genotypu ozimého ječmene.

Dávky dusíku k šestiřadému ozimému ječmeni vzhledem k agroekologickým podmínkám pěstování dosahují v NDR úrovně 90 až 120 kg N.ha⁻¹ (Besse et al., 1982) v Rakousku 90 kg N.ha⁻¹ (Becker et al., 1984), v SRN až 140 kg N.ha⁻¹ (Reiner, 1977; Teicher, Gutscher, 1980).

Maximální celkové dávky v ČR byly doporučeny pro odrůdu Erfa v rozmezí 90 až 120 kg N.ha⁻¹, Borwina 70 až 90 kg N.ha⁻¹ (Ondruch, 1981, 1984).

Rozhodujícím a ekonomicky efektivním opatřením pro využití dusíkatých hnojiv je u ozimého ječmene jejich dělená aplikace, která pro podmínky ČR tvoří jednu třetinu (30 kg N.ha⁻¹) z celkové dávky před setím a zbytku podle kategorií porostu během regenerace a sloupkování (Petr, Hradecká, 1985; Lekeš et al., 1988).

Při srovnání hnojení dusíkem k víceřadým a dvouřadým formám ozimého ječmene uvádějí Becker et al. (1984), že pokud se neliší v odolnosti vůči poléhání, neliší se víceřadé a dvouřadé ozimé ječmeny podstatně v dávce a dělení dusíkatého hnojiva.

MATERIÁL A METODA

Cílem přesných polyfaktoriálních polních pokusů v letech 1987 až 1989 bylo v intenzivních podmínkách výrobního typu řepářského v KVŠÚO v Kroměříži zjistit případnou odlišnou reakci šesti- a dvouřadého genotypu ozimého ječmene na dávku dusíku a efektivnost jejího rozložení během vegetace vzhledem k výnosu zrna, jeho struktuře a produkci hrubých proteinů z jednotky plochy.

Půdní a klimatická charakteristika pokusného místa

Půdní typ (druh) je degradovaná černozem hlinitá, sorpční kapacita střední $T = 20$ mval, nasycenost koloidního komplexu $V = 85,60$. Půdy dobře udržují srážkovou vodu

Varianty hnojení ¹	Dávka N (kg. ha ⁻¹) a termín aplikace ²			
	před setím ³ DAM 390	DC 22 LAV	DC 31 DAM 390	DC 50 LAV
1. PK				
2. N ₆₀ PK	30	30	—	—
3. N ₉₀ PK	30	60	—	—
4. N ₉₀ PK	30	30	30	—
5. N ₉₀ PK	30	30	—	30
6. N ₁₂₀ PK	30	60	—	30
7. N ₁₂₀ PK	30	30	30	30

¹treatments of fertilizing, ²N-rate and the time of application, ³before sowing

a mají dobrou kapilární vzlinavost. Obsah přístupného fosforu podle Egnera — střední hodnota 70,0 mg.kg⁻¹, draslíku podle Schachtschabela — střední hodnota 120,5 mg.kg⁻¹, obsah humusu (C_{org} 1,724) — střední hodnota 1,81 %. Průměrná roční teplota vzduchu činila 8,6 °C, průměrný roční úhrn srážek 599 mm.

Sledované varianty byly šestiřadý genotyp nšl. LU-16 a dvouřadý genotyp nšl. KM-60; předplodina — ozimá pšenice, výsevek 400 obílek na 1 m² při zahrnutí užítkové hodnoty zrna a HTZ realizovaný 17. až 20.9. Šířka řádků byla 125 mm, velikost sklizňových parcel 10 m², čtyřikrát opakovaných metodou náhodných bloků.

Chemický rozbor zrna: obsah dusíku podle Klejdahla x 6,25 — hrubý protein. Základní dávky fosforu (32 kg.ha⁻¹ ve formě granulovaného superfosfátu), draslíku (100 kg.ha⁻¹ v draselné soli) byly zaorány před setím.

Při hodnocení efektivity hnojení dusíkem byla oceněna 0,1 t zrna 170,— Kčs, 1 kg dusíku v průmyslových hnojivech v průměru 6,— Kčs; náklady na aplikaci dusíku činily 60,— Kčs.ha⁻¹. Náklady sběru zvýšené produkce představují 1,90,— Kčs na 0,1 t zrna. Koeficient ekonomické efektivity hnojení je hodnota zvýšené produkce v Kčs na náklady na hnojení dusíkem v Kčs.ha⁻¹ plus náklady sběru zvýšené produkce. Rentabilita hnojení v % je zisk v Kčs.ha⁻¹ na náklady na hnojení dusíkem v Kčs.ha⁻¹ plus náklady sběru zvýšené produkce. Statistické hodnocení výnosu bylo provedeno analýzou rozptylu. Varianty hnojení udává tab. I.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výnos zrna ozimého ječmene v závislosti na variantách hnojení uvádí tab. II, z níž vyplývá, že nejvyššího výnosu zrna u genotypu nšl. LU-16 bylo dosaženo shodně při dávkách dusíku 90 a 120 kg N.ha⁻¹ rovnoměrně dělené během vegetace, u genotypu nšl. KM-60 již shodně při 60 kg N.ha⁻¹, 90 a 120 kg N.ha⁻¹. U genotypu nšl. LU-16 je na nejvyšších výnosových variantách patrné výraznější zvýšení přírůstku výnosu zrna oproti nšl. KM-60. Ze vzájemného srovnání nejvyšších dosažených výnosů je zřejmé, že u šestiřadého nšl. LU-16 činilo zvýšení 0,26 t.ha⁻¹ (21,5 %) oproti dvouřadému nšl. KM-60. Produkce zrna dosažená 1 kg N.ha⁻¹ (+PK) je v průměru variant u obou sledovaných genotypů shodná a má klesající tendenci se zvyšovanou dávkou dusíku. Nejvyšší zvýšení produkce zrna 1 kg N.ha⁻¹ (+PK) bylo dosaženo u nšl. KM-60 dávkou 60 kg N.ha⁻¹ a u nšl. LU-16 dávkou 90 kg N.ha⁻¹.

II. Výnos zrna ozimého ječmene nšl. LU-16 a nšl. KM-60 při 86% sušině (1987–1989) – Winter barley grain yield of LU-16 new breed and KM-60 new breed at 86% dry matter (1987–1989)

Varianty hnojení ¹	nšl. LU-16				nšl. KM-60			
	výnos zrna ² (t.ha ⁻¹)	přírůstek výnosu ³ (t.ha ⁻¹)	výnos zrna ² (%)	produkce zrna 1 kg N(+PK) ⁴ (kg.ha ⁻¹)	výnos zrna ² (t.ha ⁻¹)	přírůstek výnosu ³ (t.ha ⁻¹)	výnos zrna ² (%)	produkce zrna 1 kg N(+PK) ⁴ (kg.ha ⁻¹)
1.	6,07	—	100	—	5,86	—	100	—
2. N ₆₀ PK	6,86	0,79	113	13,2	7,05	1,19	120	19,8
3. N ₉₀ PK	7,19	1,12	118	12,4	6,97	1,11	119	12,3
4. N ₉₀ PK	7,54	1,47	124	16,3	7,06	1,20	120	13,3
5. N ₉₀ PK	6,92	0,85	114	9,4	6,91	1,05	118	11,7
6. N ₁₂₀ PK	7,17	1,10	118	9,2	7,07	1,21	121	10,1
7. N ₁₂₀ PK	7,54	1,47	124	12,2	6,59	0,73	112	6,1
Průměr ⁵	7,04	1,13	—	12,1	6,79	1,08	—	12,2
Hd 0,05	0,59				0,62			
0,01	1,09				1,15			

¹treatment of fertilizing, ²grain yield, ³grain yield increment, ⁴grain yield 1 kg of N(+PK), ⁵average

III. Struktura výnosu a obsah hrubých proteinů ozimého ječmene nšl. LU-16 a nšl. KM-60 (1987–1989) – The yield structure and crude protein contents of winter barley of the LU-16 and KM-60 new breeds (1987–1989)

Varianty hnojení ¹	nšl. LU-16					nšl. KM-60				
	počet klasů ² (ks.m ⁻²)	HTZ ³ g	počet zrn v klasu ⁴	% HP v sušině zrna ⁵	HP ⁶ (kg.ha ⁻¹)	počet klasů ² (ks.m ⁻²)	HTZ ³ g	počet zrn v klasu ⁴	% HP v sušině zrna ⁵	HP ⁶ (kg.ha ⁻¹)
1. PK	614	41,0	24,8	12,1	734	642	49,0	19,1	12,5	732
2. N ₆₀ PK	652	40,9	21,5	12,3	844	768	50,9	18,4	13,6	959
2. N ₉₀ PK	689	40,5	26,4	12,5	899	799	52,2	17,0	13,4	934
4. N ₉₀ PK	659	40,7	29,0	12,3	927	745	50,2	19,1	13,4	946
5. N ₉₀ PK	624	40,1	29,5	13,1	906	828	52,0	16,5	13,8	954
6. N ₁₂₀ PK	673	40,8	27,1	13,2	946	770	51,6	17,9	13,8	976
7. N ₁₂₀ PK	675	40,9	27,7	13,4	1010	777	51,5	16,7	14,4	949
Průměr ⁷	655	40,7	26,6	12,7	894	761	51,0	17,8	13,6	923

¹treatments of fertilizing, ²number of spikes, ³thousand-kernel weight, ⁴number of kernels per spike, ⁵% of crude protein in grain dry matter, ⁶crude protein in kg per ha, ⁷average

Vliv dusíkatého hnojení na výnos, jeho strukturu a produkci hrubého proteinu u ozimého ječmene uvádí tab. III. Je zřejmé, že nejvyšší výnos zrna je pozitivně ovlivněn u šestiřadého nšl. LU-16 zejména vysokou produktivitou klasu při jejich naprůměrném počtu na jednotce plochy, a u dvouřadého nšl. KM-60 pak nadprůměrným počtem klasů, vysokou hmotností zrna a jeho vyšším počtem v klasu.

Dusíkatým hnojením se zvyšoval u nšl. LU-16 počet klasů na jednotce plochy a počet zrn v klasu, mírně se snížila hmotnost 1000 zrn. Např. u výnosově nejlepší varianty vzrostl při dávce 90 kg N.ha⁻¹ oproti nehnojené kontrole počet klasů o 7,3 % a počet zrn v klasu o 16,9 %. U nšl. KM-60 varianty s nejvyššími výnosy vykazovaly vlivem dusíkatého hnojení zvýšenou tvorbu produktivních stébel (klasů), zvýšila se hmotnost 1000 zrn, poklesl však počet zrn v klasu. Např. u varianty se 60 kg N.ha⁻¹ vzrostl oproti nehnojené kontrole počet klasů na jednotce plochy o 19,6 %, HTZ se zvýšila o 3,9 %, počet zrn v klasu se snížil o 3,8 %.

Dvouřadý genotyp nšl. KM-60 má v zrně vyšší průměrný obsah hrubého proteinu o 0,9 % při vyšší hmotnosti 1000 zrn o 10,3 g oproti šestiřadému nšl. LU-16. Je pravděpodobné, že dvouřadý genotyp ozimého ječmene bez ohledu na vyšší stupeň ředění produkce sušiny zrna lépe reaguje na hnojení dusíkem zvýšením obsahu hrubého proteinu oproti genotypům šestiřadým.

Produkce hrubého proteinu dosažená z jednotky plochy je v průměru sledovaných variant vyšší o 29 kg.ha⁻¹ (3,2 %) u dvouřadého nšl. KM-60 i přes celkově mírně nižší průměrný výnos zrna oproti šestiřadému nšl. LU-16 (96,4 %). Pouze v jednom případě byla dosažena u nšl. LU-16 (varianta 7) vyšší produkce hrubého proteinu oproti dvouřadému nšl. KM-60.

Nejvyšší produkce hrubého proteinu u šestiřadého nšl. LU-16 byla dosažena při 120 kg N.ha⁻¹ rovnoměrně dělených během vegetace, obdobně u dvouřadého nšl. KM-60 s převahou regenerační dávky dusíku.

Ekonomiku hnojení sledovaných genotypů ozimého ječmene uvádí tab. IV a V. Je zřejmé, že z ekonomického hlediska (vyjádřeno hodnotou zisku) možno za neefektiv-

IV. Ekonomika hnojení ozimého ječmene nšl. LU-16 (1987–1989) — Economy of winter barley fertilizing of the LU-16 new breed (1987–1989)

Varianty hnojení ¹	Výnos zrna při 86 % sušiny ²	Přírůstek výnosu zrna ³	Hodnota zvýšené produkce ⁴	Náklady na hnojení dusíkem ⁵	Náklady sbě- ru zvýšené produkce ⁶	Zisk ⁷	Koeficient ekono- mické efektivity hnojení ⁸	Rentabilita hnojení ⁹ (%)
	t. ha ⁻¹		Kčs ha ⁻¹					
1. PK	6,07	—	—	—	—	—	—	—
2. N ₆₀ PK	6,86	0,79	1343	480	15,00	848	2,71	1,71
3. N ₉₀ PK	7,19	1,12	1904	660	21,00	1223	2,79	1,79
4. N ₉₀ PK	7,54	1,47	2499	720	28,00	1751	3,34	2,34
5. N ₉₀ PK	6,92	0,85	1445	720	16,00	709	1,96	0,96
6. N ₁₂₀ PK	7,17	1,10	1870	900	21,00	949	2,03	1,03
7. N ₁₂₀ PK	7,54	1,47	2499	960	28,00	1511	2,53	1,53

¹treatment of fertilizing, ²grain yield at 86 % of dry matter, ³grain yield increment, ⁴value of increased yield, ⁵costs of nitrogen fertilizing, ⁶costs of harvest of increased yield, ⁷profit, ⁸coefficient of economic effectiveness of fertilizing, ⁹profitability of fertilizing

Varianty hnojení ¹	Výnos zrna ¹ při 86 % sušiny ²	Přrůstek výnosu zrna ³	Hodnota zvýšené produkce ⁴	Náklady na hnojení dusíkem ⁵	Náklady sbě- ru zvýšené produkce ⁶	Zisk ⁷	Koeficient ekono- mické efektivity hnojení ⁸	Rentabilita hnojení ⁹ (%)
	t. ha ⁻¹		Kčs. ha ⁻¹					
1. PK	5,86	—	—	—	—	—	—	—
2. N ₆₀ PK	7,05	1,19	2023	480	23,0	1520	4,02	3,02
3. N ₉₀ PK	6,97	1,11	1887	660	21,0	1206	2,77	1,77
4. N ₉₀ PK	7,06	1,20	2040	720	23,0	1297	2,74	1,74
5. N ₉₀ PK	6,91	1,05	1785	720	20,0	1045	2,41	1,41
6. N ₁₂₀ PK	7,07	1,21	2057	900	23,0	1134	2,22	1,23
7. N ₁₂₀ PK	6,59	0,73	1241	960	14,0	267	1,27	0,27

For 1—9 see Tab. IV

nější považovat u šestiřadého genotypu nšl. LU-16 dávku dusíku 90 kg. ha⁻¹ použitou děleným způsobem v DC 0 (před setím) DC 22 a DC 31.

U dvouřadého ozimého genotypu je možno z ekonomického hlediska považovat nejefektivnější dávku dusíku ve výši 60 kg. ha⁻¹, dělenou z poloviny před setím a z poloviny v DC 22.

Rozdíl ve výši zisku dosaženého dusíkatým hnojením činí 231,— Kčs. ha⁻¹ ve prospěch šestiřadého genotypu nšl. LU-16. Dusíkaté hnojení šestiřadého ozimého ječmene potvrdilo dřívější poznatky, které uvádí Ondruch (1981, 1984), Petr, Hradecká (1985).

U dvouřadého ozimého ječmene nšl. KM-60 působilo dusíkaté hnojení na výnos zrna ekonomicky nejefektivněji při dávce 60 kg N. ha⁻¹ především zvýšenou tvorbou klasů a hmotností zrna. Nižší dávka dusíku při zvýšené odolnosti k poléhání tak vytváří předpoklady jeho vyšší pěstitelské ekologizace.

Použitím dělených dávek dusíku zejména v fázi počátku metání se zvyšoval obsah hrubých proteinů v sušině a zvýšila se celková produkce hrubých proteinů z jednotky plochy. Produkce hrubých proteinů na jednotku plochy převýšila u dvouřadého genotypu nšl. KM-60 produkci dosaženou šestiřadým nšl. KM-60 a produkci dosaženou šestiřadým nšl. LU-16, což je v podmínkách intenzivních oblastí, kde se s pěstováním dvouřadého ozimého ječmene počítá pro krmné využití, cenným zjištěním.

Literatura

- BESSE, G. et al.: Getreidewirtschaft, 1982, č. 5/6, s. 111—112.
 BECKER, F. A. et al.: Landwirtsch. Forsch., 37, 1984, č. 3/4, s. 227—240.
 LEKEŠ, J. et al.: Technologie pěstování a agrobiologická kontrola porostů obilovin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1988, č. 5.
 ONDRUCH, Z.: Technologie pěstování nových odrůd ozimého ječmene. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1981.
 ONDRUCH, Z.: Technologie pěstování odrůd ozimého ječmene. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1984.
 PETR, J. — HRADECKÁ, D.: Optimalizace výnosů ozimého ječmene. Úroda, 1985, č. 9, s. 402—403.

REINER, L. et al.: Aktual Wintergerste. DLG Verlag F/M 1977.

TEICHER, K. — GUTSER, R.: Landwirtsch. Forsch., 33, 1980, č. 4, s. 376—384.

Došlo 13. 3. 1990

Z. ONDRUCH (Cereal Research Institute, Kroměříž):

Economic aspects of nitrogen fertilizing in winter barley.

Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 47—52.

In 1987—1989, the effects of gradated and split nitrogen application rates were studied at the standard phosphorus and potassium fertilizing after winter wheat as a forecrop on the grain yield and quality with respect to economy of nitrogen fertilizing. The highest grain yield was obtained in the six-row genotype at uniformly split nitrogen application rates of 90 and 120 kg per ha in the growing season on an average for the years under study, this is similarly in the two-row genotype of winter barley at nitrogen application rate of 60 kg per ha. Comparing economy of nitrogen fertilizing with the profit obtained in Czechoslovak crowns per ha of soil, nitrogen application rate of 90 kg per ha is considered to be the most suitable (30 kg before sowing, 30 kg in regeneration, 30 kg at the onset of shooting) for the six-row genotype, this rate is 60 kg of N per ha (30 kg before sowing, 30 kg in regeneration) for the two-row genotype. The increased grain yield was obtained when gradated nitrogen application rates were applied in comparison with phosphorus and potassium fertilizing, the crude protein contents in the grain dry matter and their output per area unit rose too at the simultaneous slight increase in the number of spikes and their productivity. The number of spikes increased significantly in the six-row genotype and kernel weight increased in the two-row genotype. The crude protein yield increased more in the two-row genotype of winter barley when nitrogen fertilizing was applied.

VLIV INTENZIFIKAČNÍCH FAKTORŮ NA VÝNOS A KVALITU JARNÍHO JEČMENE

František Tichý, Milan Kopecký, Antonín Souček

Výzkumný ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

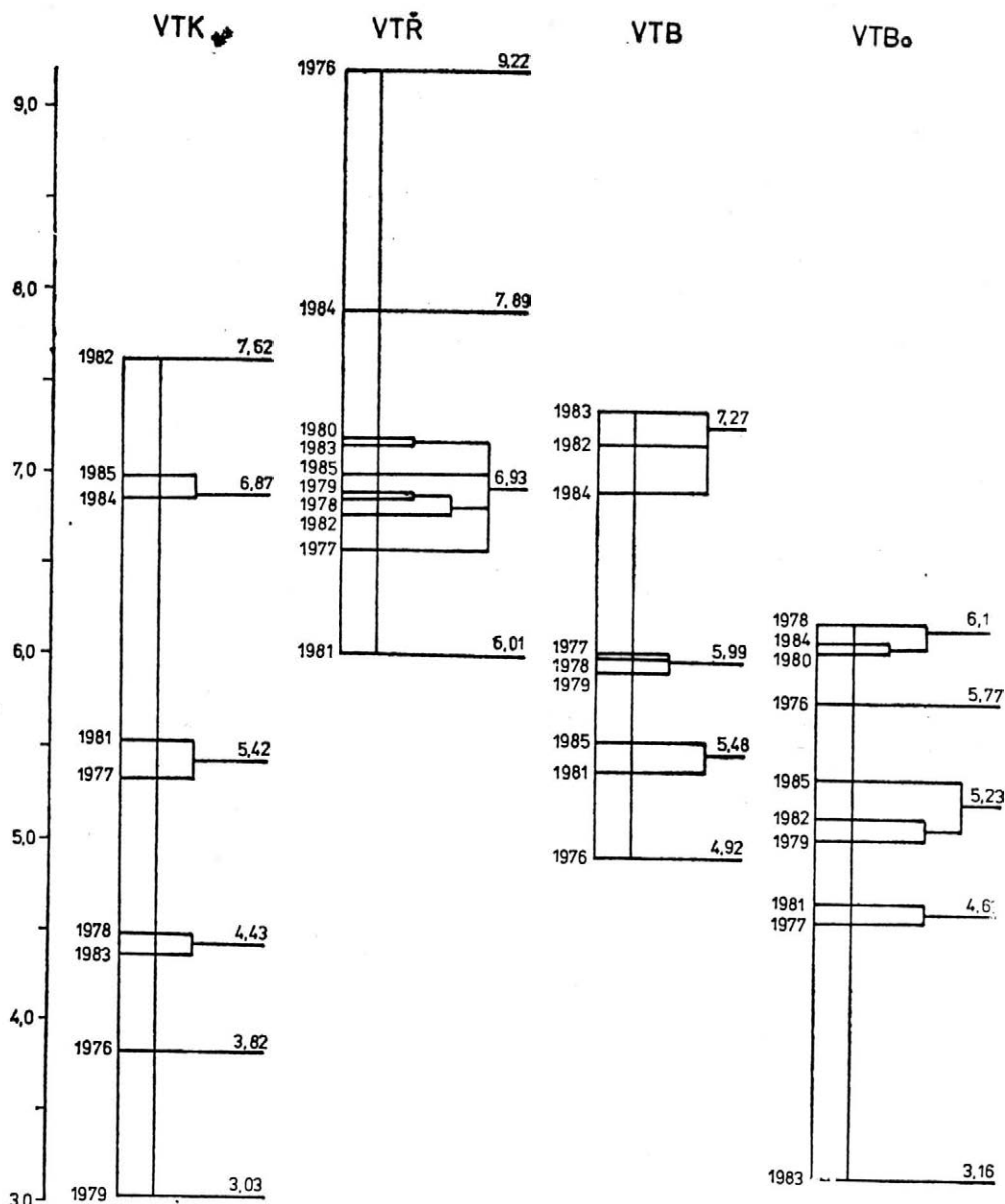
Pro podrobnější analýzu pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů (předplodin, norem výsevků a stupňovaných dávek dusíku před setím) na výnos, výnosové prvky a jakost jarního ječmene při jeho maximální a minimální výnosové úrovni bylo v letech 1976 až 1985 použito přesných polních pokusů KVŠÚO Kroměříž z pokusných míst Pohofelice, Kroměříž, Strítež a Březová. Výnosy odrůd byly pomocí shlukové analýzy rozděleny do skupin. Skupiny ročníků s maximálním a minimálním výnosem byly vyhodnoceny pomocí analýzy variance a úrovně *F*-testu. Při maximálních výnosech bylo zjištěno ve všech výrobních podmínkách stejné pořadí vlivu vybraných faktorů na výnos i obsah bílkovin v sušině zrna: předplodina, stupňované dávky dusíku před setím, výsevek. Maximální výnosy jarního ječmene s výjimkou výrobního typu kukuřičného byly dosahovány po organicky hnojených okopaninách. Negativní vliv méně vhodné předplodiny obilniny byl zřetelně nižší půdní úrodnosti. Ve všech výrobních typech s výjimkou kukuřičného byl zjištěn po obilnině vyšší obsah bílkovin v sušině zrna. V letech s maximálními výnosy bylo využití dusíku závislé na produktivitě prostředí, kdy rozdíl mezi výnosy dosaženými při aplikaci dusíku v dávce 60 kg. ha⁻¹ oproti nulové variantě činil +40 kg. ha⁻¹ ve výrobním typu kukuřičném až +1170 kg. ha⁻¹ ve výrobním typu bramborářském. Ve stejných výrobních typech byl nárůst obsahu bílkovin +0,4 % až +0,9 %. Naopak v letech s minimálními výnosy aplikace stejné dávky dusíku ve výrobních typech s vysokou produktivitou prostředí snižovala výnos nebo neměla žádný účinek; ve výrobních typech s nižší produktivitou prostředí byla účinnost dusíkatého hnojení podstatně snížena. Ve všech výrobních typech byla minimální výnosová difference mezi oběma normami výsevu.

Kolísání výnosů jarního ječmene v závislosti na průběhu povětrnostních podmínek se pohybuje kolem 20 % a projevuje se rozdílně silně v interakci s pestrými škálami agroekologických podmínek, úrovní agrotechniky a zdravotním stavem jednotlivých odrůd. Na tvorbu výnosu jarního ječmene má silný vliv charakter ročníku, neboť v důsledku kratší vegetační doby a slabšího kořenového systému se hůře vyrovnává s výkyvy počasí, zhoršeným fyzikálním stavem půdy a chybami v agrotechnice než ozimá pšenice. Zvýšenou úrovní agrotechniky lze do jisté míry vliv ročníku zmírnit (Kopecký, 1986).

Studie termodynamických podmínek při dosažení maximálních výnosů jarního ječmene v delší časové řadě umožnily stanovit, že maximální výnos se utváří s převahou vlivu teplot v dubnu a v červenci nad srážkami a s převahou srážek nad teplotami v květnu a červnu (Kudrna, 1979, 1984, 1985).

Baier et al. (1988) rozlišují přirozené agroekologické bariéry na nepřekonatelné, obtížně překonatelné nebo pozvolně překonatelné. Charakter těchto bariér je nutno respektovat při projektování výnosů, kterých má být dosaženo metodou biologické maximalizace. Jednou z nepřekonatelných výnosových bariér jsou klimatické a vegetační podmínky vyplývající z nadmořské výšky.

Komplexní odrůdová pěstitelská technologie jarního ječmene je syntézou rozhodujících pěstitelských opatření, slučujících co nejefektivnější využití potenciálu genetických a agrobiologických zvláštností jednotlivých odrůd s cílem dosáhnout maximálního výnosu s nejvyšší sladovnickou, popřípadě nutriční hodnotou zrna a s minimálními náklady (Lekeš, 1975).



1. Shluková analýza výnosů jarního ječmene v jednotlivých výrobních typech — Cluster analysis of spring barley yields in different production regions

VTK — výrobní typ kukuřičný — maize-growing region

VTR — výrobní typ řepařský — sugar beet-growing region

VTB — výrobní typ bramborářský — potato-growing region

VTBo — výrobní typ bramborářsko-ovesný — potato-oat-growing region

MATERIÁL A METODA

Pro podrobnější analýzu pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů na výnos, výnosové prvky a jakost jarního ječmene při jeho maximální a minimální výnosové úrovni bylo v letech 1976 až 1985 použito přesných polních pokusů KVŠÚO Kroměříž (Kopecký, 1986) z pokusných míst Pohořelice, Kroměříž, Střítež a Březová. Charakteristiku pokusných míst a průběh povětrnostních podmínek v letech 1976 až 1985 uvádí

Tichý (1988). Ve všech výrobních typech byly pro analýzu z těchto pokusů vybrány tyto odrůdy: 1976—1978 Spartan, 1979—1981 Karát, 1982—1983 Kredit, 1984—1985 Jaspis. Charakteristiku použitých odrůd uvádějí Lekeš et al. (1985, 1988).

Výnosy odrůd (obr. 1) byly pomocí shlukové analýzy rozděleny do skupin (Purš, 1986). Skupiny ročníků s maximálním a minimálním výnosem byly vyhodnocovány pomocí analýzy variance. Podle úrovně *F*-testu bylo zjišťováno pořadí vlivu intenzifikačních faktorů předplodin (okopaniny, obilniny), normy výsevu (výrobní typ kukuřičný a výrobní typ řepařský 3,5 a 5,0 mil. klíčivých zrn na 1 ha, ve výrobním typu bramborářském a výrobním typu bramborářsko-ovesném 4,5 a 6,0 mil. klíčivých zrn na 1 ha), stupňovaných dávek dusíku před setím (0, 30, 60, 90 kg ve výrobním typu řepařském a výrobním typu bramborářsko-ovesném a 0, 60, 90 kg ve výrobním typu kukuřičném a výrobním typu bramborářském) na výnos, výnosové prvky a kvalitu jarního ječmene (obsah bílkovin v sušině zrna a obsah extraktu v sušině sladu). Pořadí intenzifikačních faktorů bylo uváděno pouze v těch případech, kdy alespoň u jednoho faktoru byla úroveň *F*-testu průkazná.

VÝSLEDKY

1. Analýza struktury výnosových prvků při maximálních a minimálních výnosech jarního ječmene

Ve výrobním typu kukuřičném byl maximální výnos výsledkem vyrovnané úrovně všech výnosových prvků. Rozhodujícím výnosovým prvkem při tvorbě maximálních výnosů ve výrobním typu řepařském byl počet klasů na 1 m², ostatní výnosové prvky se blížily průměru souboru. Ve výrobním typu bramborářském a bramborářsko-ovesném při tvorbě maximálních výnosů byl rozhodujícím výnosovým prvkem počet zrn v klasu. Při maximálních výnosech bylo dosaženo maximálního počtu zrn na 1 m²: ve výrobním typu kukuřičném 16 866, ve výrobním typu řepařském 23 758, ve výrobním typu bramborářském 16 873 a ve výrobním typu bramborářsko-ovesném 14 809.

Při minimálním výnosu se na jeho snížení ve výrobním typu kukuřičném podílela především nízká úroveň počtu klasů, kdy kompenzace dalšími výnosovými prvky již nebyla možná. Ve výrobním typu řepařském se na snížení výnosu podílela nižší úroveň počtu klasů na 1 m² a počtu zrn v klasu. Ve výrobním typu bramborářském byl minimální výnos způsoben sníženou hmotností tisíce zrn a ve výrobním typu bramborářsko-ovesném snížením všech výnosových prvků proti průměru souboru, zejména počtu zrn v klasu. Při této výnosové úrovni bylo dosaženo nejnižšího počtu obilí na 1 m², a to ve výrobním typu kukuřičném 7328, ve výrobním typu řepařském 14 087, ve výrobním typu bramborářském 14 134 a výrobním typu bramborářsko-ovesném 8335.

Z rozdílů maximálních a minimálních výnosů a výnosových složek jarního ječmene lze usuzovat na jejich variabilitu. Z relativního hlediska nejvyšší variabilita (251 %) byla ve výrobním typu kukuřičném, nejnižší ve výrobním typu bramborářském (148 %). Také z absolutního hlediska byl výnosový rozdíl mezi maximálním a minimálním výnosem nejvyšší ve výrobním typu kukuřičném (4590 kg·ha⁻¹) a nejnižší ve výrobním typu bramborářském (2350 kg·ha⁻¹). Vysoká variabilita výnosů ve výrobním typu kukuřičném je důsledkem velkého kolísání půdní vlhkosti. Naopak ve výrobním typu bramborářském při dostatečných srážkách je půdní vlhkost více než optimální a při nižší výnosové úrovni je výnosová variabilita malá.

Z výnosových prvků se ve výrobním typu kukuřičném a řepařském vyznačoval nejnižší stabilitou počet klasů na 1 m², ve výrobním typu bramborářském počet zrn v klasu a ve výrobním typu bramborářsko-ovesném hmotnost tisíce zrn. Pro vytvoření vysoce výnosných porostů jarního ječmene v jednotlivých výrobních typech je nutné

dosáhnout optimální úrovně výnosových prvků v rozmezí hodnot mezi výnosovými složkami zjištěnými při nadprůměrném a maximálním výnosu. Počet klasů na 1 m² a počet zrn na 1 m² je ve vztahu k úživnosti prostředí, tj. nejvyšší ve výrobním typu řepařském a nejnižší ve výrobním typu bramborářsko-ovesném.

2. Pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů na výnos

Maximální výnosová úroveň

Ve všech výrobních podmínkách bylo pořadí vlivu analyzovaných intenzifikačních faktorů na výnos stejné (tab. I až IV): předplodina, stupňované dávky dusíku před setím, výsevek. Ve výrobním typu kukuřičném nebyla prokázána průkaznost tohoto pořadí.

Předplodina je jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících výnos. Maximální výnosy jarního ječmene s výjimkou výrobního typu kukuřičného jsou dosahovány po organicky hnojených okopaninách. Ve výrobním typu kukuřičném bylo dosaženo maximálního výnosu po obilnině, a sice 7,90 t.ha⁻¹, tj. o 560 kg více než po okopanině. Ve výrobním typu řepařském byl maximální výnos po okopanině 9,62 t.ha⁻¹, tj. o 820 kg více než po obilnině. Obilnina jako zhoršující předplodina snižuje půdní úrodnost. Ve výrobním typu bramborářském bylo dosaženo maximálního výnosu po okopanině, a to 8,15 t.ha⁻¹, tj. o 1750 kg více než po obilnině. Z toho je zřejmé, že negativní vliv méně vhodné předplodiny je zvyrazňován nižší půdní úrodností. Ve výrobním typu bramborářsko-ovesném bylo maximálního výnosu dosaženo po okopanině, a to 6,75 t.ha⁻¹, tj. o 1280 kg více než po obilnině.

Nejdůležitější živinou ve výživě jarního ječmene je dusík. Účinnost dusíkatého hnojení stupňovanými dávkami před setím je silně ovlivněna ročníkem, půdní úrodností, fyzikálním stavem půdy, předplodinou a řadou dalších faktorů. V letech s maximálními výnosy bylo využití dusíku z průmyslových hnojiv nejnižší ve výrobním typu kukuřičném, nejvyšší ve výrobním typu bramborářském a výrobním typu bramborářsko-ovesném. Ve výrobním typu řepařském bylo nejvyššího výnosu dosaženo při dávce dusíku 30 kg před setím (ve srovnání s nulovou variantou vyššího o 450 kg); vyšší dávky již výnos nezvyšovaly. V horších půdně-klimatických podmínkách výrobního typu bramborářského a výrobního typu bramborářsko-ovesného byla zjištěna nejvyšší účinnost dusíkatého hnojení. Rozdíl mezi výnosy dosaženými při aplikaci 60 kg dusíku a na nulové variantě činil v těchto podmínkách více jak 1 t, kdežto ve výrobním typu řepařském 280 kg a ve výrobním typu kukuřičném pouze 40 kg. Při dosažení maximálních výnosů v méně příznivých půdně-klimatických podmínkách výrobního typu bramborářského a výrobního typu bramborářsko-ovesného je vyšší účinnost dusíkatého hnojení.

Výsevek byl ze sledovaných faktorů na posledním místě. Ve všech výrobních typech byla minimální výnosová diference mezi dvěma normami výsevu.

Minimální výnosová úroveň

Z analýzy vyplynulo pořadí vlivu faktorů na výnos: ve výrobním typu kukuřičném a výrobním typu bramborářském — předplodina, výsevek, stupňované dávky dusíku před setím, ve výrobním typu řepařském a výrobním typu bramborářsko-ovesném — předplodina, stupňované dávky dusíku před setím, výsevek.

Byl zjištěn zvýrazněný vliv předplodiny. Ve všech výrobních typech byla předplodina průkazně na prvním místě. Při této minimální úrovni výnosů byl ve výrobním typu kukuřičném výnos po obilnině vyšší než po okopanině o 1470 kg a ve výrobním typu bramborářském o 1140 kg.ha⁻¹. Minimálních výnosů bylo ve výrobním typu kukuřičném a výrobním typu bramborářském dosaženo v letech s velkým nedostatkem srážek (1979 a 1976). Okopaniny s vyššími nároky na vodu v letech s výrazným vláhovým deficitem v půdně-klimatických podmínkách výrobního typu kukuřičného tento negativní

vliv prohlubují. Ve Stříteži (výrobní typ bramborářský) jde o atypické půdní podmínky (lehké půdy) a v roce 1976 byl značný srážkový deficit. Ve výrobních typech řepářském a bramborářsko-ovesném byl však při minimální úrovni výnosů vyšší výnos po okopaně o 540 a 730 kg.

Stupňované dusíkaté hnojení před setím

Ve výrobním typu řepářském a bramborářsko-ovesném zaujalo stupňované dusíkaté hnojení v pořadí druhé místo, ve výrobním typu kukuřičném a bramborářském třetí místo. Ve výrobním typu kukuřičném a řepářském stupňované dávky dusíku před setím výnos snižovaly, ve výrobním typu bramborářském a bramborářsko-ovesném naopak zvyšovaly. Rozdíl mezi výnosy dosaženými při aplikaci 60 kg dusíku a na nulové variantě činil ve výrobním typu kukuřičném -130 kg, výrobním typu řepářském -6 kg, výrobním typu bramborářském +6 kg, výrobním typu bramborářsko-ovesném +520 kg. Z uvedeného je zřejmé, že minimálních výnosů je dosahováno při minimálním nebo nulovém využití stupňovaných dávek dusíku, vyjma výrobního typu bramborářsko-ovesného.

Vliv výsevků byl oproti maximálním výnosům zvýrazněný ve výrobním typu kukuřičném a výrobním typu bramborářském. Ve výrobním typu kukuřičném měl vyšší výsvek za následek výnosovou depresi vlivem zvýšené transpirace a prohloubení negativního vlivu vláhového deficitu. Ve výrobním typu bramborářském bylo vyššího výnosu dosaženo při vyšším výsevu 6 mil. klíčivých zrn na 1 ha, což souviselo s nižší produktivitou prostředí.

3. Pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů na výnosové složky jarního ječmene

Pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů na výnosové složky jarního ječmene nebylo možné vyhodnotit. Dominantní byla kompenzace výnosových prvků.

4. Pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů na obsah bílkovin v sušině zrna

Byl prokázán negativní vztah mezi výnosem a obsahem bílkovin v zrně (tab. I až IV).

Při maximální výnosové úrovni bylo ve většině výrobních typů kromě výrobního typu bramborářského (nepřukaznost pořadí) zjištěno stejné pořadí vlivu analyzovaných faktorů na obsah bílkovin v sušině zrna: předplodina, dávky dusíku před setím, výsevky. Byl zjištěn vyšší obsah bílkovin v sušině zrna po obilnině ve všech výrobních typech s výjimkou výrobního typu kukuřičného. Zvýšené dávky dusíku ve všech výrobních typech způsobily nárůst obsahu bílkovin. Výše výsevků se v obsahu bílkovin neprojevila.

Při minimální výnosové úrovni bylo stejné pořadí vlivu analyzovaných faktorů jako u maximální varianty ve výrobním typu řepářském a bramborářsko-ovesném. Ve výrobním typu kukuřičném a bramborářském byl zvýrazněný vliv výsevků na obsah bílkovin v sušině zrna. Vyšší výsvek zvyšoval obsah bílkovin. Neprokázal se pozitivní vliv okopávání na obsah bílkovin v sušině zrna. I o zlepšující předplodině bylo ve všech výrobních typech s výjimkou výrobního typu bramborářsko-ovesného dosaženo vyššího obsahu bílkovin.

Ze srovnání maximální a minimální úrovně výnosů vyplývá, že ve všech případech měl minimální výnos za následek zhoršení jakosti (zvýšení obsahu dusíku).

5. Pořadí vlivu vybraných intenzifikačních faktorů na obsah extraktu v sušině sladu

Při maximální výnosové úrovni jarního ječmene bylo zjištěno toto pořadí vlivu faktorů na obsah extraktu v sušině sladu (tab. I až IV): výrobní typ kukuřičný a bramborář-

I. Analýzy variance VTK (Pohořelice) — Analyses of variance of maize-growing region (Pohořelice)

	Zdroj proměnnosti ¹	DF	MO					
			výnos ¹³	počet klasů na 1 m ² ¹⁴	HTZ ¹⁵	počet zrn v klasu ¹⁶	bílkoviny v sušině zrna ¹⁷	extrakt v sušině sladu ¹⁸
Maximální výnos ² (rok 1982)	A vliv předplodin ⁴	1	0,96	1 365,33	26,70 ⁺⁺	0,61	4,38 ⁺	0,05
	B vliv výsevků ⁵	1	0,01	507,00	0,04	1,02	0,36	0,43
	C vliv hnojení N před setím ⁶	2	0,06	756,08	0,49	0,08	0,43	0,56
	AB	1	0,02	40,33	0,10	0,61	0,00	1,48
	AC	2	0,04	233,58	0,84	0,81	0,08	0,13
	BC	2	0,07	1 026,75	0,81	1,20	0,31	0,23
	ABC reziduální ⁷	2	0,11	196,58	0,20	0,63	0,19	0,16
	+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		8,56 —	6,9 —	132,9 ⁺⁺ 1	0,9 —	23,5 ⁺ 1	0,3 —
	B výsevků ¹⁰		0,10 —	2,6 —	0,2 3	1,6 —	1,9 3	2,7 —
	C hnojení N před setím ¹¹		0,59 —	3,8 —	2,4 2	0,1 —	2,3 2	3,4 —
			t. ha ⁻¹		g		%	%
			7,61	770	45,1	21,9	14,4	77,0

Minimální výnos³ (rok 1979)

A vliv předplodin ⁴	1	6,51 ⁺⁺	20 336,33 ⁺	56,76 ⁺⁺	28,83 ⁺	3,63 ⁺	8,13					
B vliv výsevků ⁵	1	0,49 ⁺⁺	1 496,33	9,90 ⁺⁺	0,96	4,24 ⁺	4,71					
C vliv hnojení N před setím ⁶	2	0,02	12,25	2,66 ⁺⁺	0,21	1,34	0,16					
AB	1	0,002	800,33	2,16 ⁺⁺	8,33	0,11	0,23					
AC	2	0,002	114,08	0,38 ⁺	0,36	0,11	0,25					
BC	2	0,001	3 184,08	3,55 ⁺⁺	5,34	0,44	0,07					
ABC reziduální ⁷	2	0,003	282,58	0,007	1,08	0,09	0,57					
+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$												
pořadí vlivu dle F-testu ⁸												
A předplodin ⁹	2 061,9 ⁺⁺	1	71,9 ⁺	1	7 569 ⁺⁺	1	26,6 ⁺	1	40,2 ⁺	2	14,3	—
B výsevků ¹⁰	154,5 ⁺⁺	2	5,3	2	1 320 ⁺⁺	2	0,9	2	47,0 ⁺	1	8,3	—
C hnojení N před setím ¹¹	4,9	3	4,3	3	354 ⁺⁺	3	0,2	3	11,8	3	2,8	—
	t.ha ⁻¹				g				%		%	
	3,03		366		40,8		19,9		16,9		75,5	

¹source of variability, ²maximum yield, ³minimum yield, ⁴influence of forecrops, ⁵influence of sowing rates, ⁶influence of N-fertilizing before sowing, ⁷residual, ⁸rank of effect by F -test, ⁹forecrops, ¹⁰sowing rates, ¹¹N-fertilizing before sowing, ¹²significance, ¹³yield, ¹⁴number of spikes per 1 m², ¹⁵thousand-kernel weight, ¹⁶number of grains per spike, ¹⁷proteins in grain dry matter, ¹⁸extract in malt dry matter

II. Analýzy variance VTR (Kroměříž) — Analyses of variance of sugar beet-growing region (Kroměříž)

	Zdroj proměnlivosti ¹	DF	MO					
			výnos ¹³	počet klasů na 1 m ² ¹⁴	HTZ ¹⁵	počet zrn v klasu ¹⁶	bílkoviny v sušině zrna ¹⁷	extrakt v sušině sladu ¹⁸
Maximální výnos ² (rok 1976)	A vliv předplodin ⁴	1	2,64 ⁺⁺	3 630	34,2 ⁺⁺	5,29	1,96 ⁺⁺	16,95 ⁺⁺
	B vliv výsevků ⁵	1	0,02	54 639 ⁺⁺	0,72	12,96 ⁺⁺	0,02	0,03
	C vliv hnojení N před setím ⁶	3	0,14	52 025 ⁺⁺	5,8 ⁺	4,08 ⁺	1,56 ⁺	1,96
	AB	1	0,02	38 514	0,04	10,56 ⁺	0,003	0,56
	AC	3	0,15	3 775	0,98	0,73	0,20	0,34
	BC	3	0,04	2 661	1,00	3,55 ⁺	0,18	0,25
	ABC reziduální ⁷	3	0,06	708	0,54	0,34	0,06	0,26
	+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		43,0 ⁺⁺ 1	5,12 3	67,8 ⁺⁺ 1	1,3 2	79,0 ⁺⁺ 1	65,1 ⁺⁺ 1
	B výsevků ¹⁰		0,4 3	77,1 ⁺⁺ 1	1,3 3	24,4 ⁺⁺ 1	4,2 3	0,0 3
	C hnojení N před setím ¹¹		2,2 2	73,4 ⁺⁺ 2	10,6 ⁺ 2	0,6 3	23,9 ⁺ 2	7,5 2
			t . ha ⁻¹		g		%	%
			9,21	1 206	39,9	19,2	11,4	79,15

Minimální výnos ³ (rok 1981)	A vliv předplodin ⁴	1	1,15 ⁺⁺	55 255 ⁺⁺	0,27	3,90 ⁺⁺	6,40 ⁺⁺	2,09 ⁺
	B vliv výsevků ⁴	1	0,03	7 832 ⁺	12,7 ⁺	0,95 ⁺	0,05	0,15
	C vliv hnojení N před setím ⁶	3	0,22 ⁺	7 639 ⁺	6,06	4,75 ⁺⁺	0,71	1,01 ⁺
	AB	1	0,00	1 980	2,32	0,22	0,88	0,02
	AC	3	0,25 ⁺	698	3,41	0,29	0,09	0,22
	BC	3	0,02	410	1,20	0,08	0,03	0,18
	ABC reziduální ⁷	3	0,01	763	1,23	0,08	0,13	0,07
	+ (++) průkaznost při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		68,1 ⁺⁺ 1	72,4 ⁺⁺ 1	2,23 3	45,6 ⁺⁺ 2	48,0 ⁺⁺ 1	31,6 ⁺⁺ 1
	B výsevků ¹⁰		1,8 3	10,3 ⁺ 2	10,4 ⁺ 1	11,1 ⁺ 3	3,6 3	2,2 3
	C hnojení N před setím ¹¹		13,1 ⁺ 2	10,0 ⁺ 3	4,9 2	55,5 ⁺⁺ 1	5,3 2	15,3 2
			t.ha ⁻¹		g		%	%
			6,01	787	42,7	17,9	11,7	79,9

For 1—18 see Tab. I

III. Analýzy variance VTB (Střítež) — Analyses of variance of potato-growing region (Střítež)

	Zdroj proměnlivosti ¹	DF	MO					
			výnos ¹³	počet klasů na 1 m ² ¹⁴	HTZ ¹⁵	počet zrn v klasu ¹⁶	bílkoviny v sušině zrna ¹⁷	extrakt v sušině sladu ¹⁸
Maximální výnos ² (Ø roků 1982, 1983, 1984)	A vliv předplodin ⁴	1	9,13 ⁺⁺	93 810,08 ⁺⁺	7,52 ⁺	0,44	0,04	0,00
	B vliv výsevků ⁵	1	0,00	18,75	0,24	0,70 ⁺	0,07	0,24
	C vliv hnojení N před setím ⁶	2	1,60 ⁺	7 945,75 ⁺⁺	0,51	4,87 ⁺⁺	0,83	0,07
	AB	1	0,98 ⁺	1 026,75	0,04	2,34	0,31	0,00
	AC	2	0,43 ⁺	1 158,08	0,12	1,33 ⁺	0,13	0,01
	BC	2	0,04	90,75	0,86	0,05	0,13	0,02
	ABC reziduální ⁷	2	0,02	72,75	0,17	0,02	0,05	0,04
	+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		483,1 ⁺⁺ 1	1 289,5 ⁺⁺ 1	42,8 ⁺ 1	17,0 3	0,8 —	0,1 —
	B výsevků ¹⁰		0,4 3	0,2 3	1,4 3	27,1 ⁺ 2	1,3 —	5,5 —
	C hnojení N před setím ¹¹		84,6 ⁺ 2	109,2 ⁺⁺ 2	2,9 2	188,8 ⁺⁺ 1	15,5 —	1,6 —
			t. ha ⁻¹		g		%	%
			7,27	922	43,2	18,2	10,7	78,97

Minimální výnos ³ (rok 1976)	A vliv předplodin ⁴	1	3,84 ⁺⁺	21 420,75 ⁺	185,65 ⁺⁺	11,80 ⁺	50,67 ⁺	40,33 ⁺
	B vliv výsevků ⁵	1	0,38 ⁺	29 900,08 ⁺	4,56 ⁺	5,20	1,41	0,75
	C vliv hnojení N před setím ⁶	2	0,19 ⁺	209,25	0,30	1,87	1,40	1,71
	AB	1	1,56 ⁺⁺	1 800,75	29,45 ⁺⁺	1,54	0,99	14,08 ⁺
	AC	2	0,37 ⁺	858,75	0,81	3,03	0,44	0,17
	BC	2	0,01	2 037,58	0,06	0,85	0,21	0,54
	ABC reziduální ⁷	2	0,00	490,75	0,11	0,28	0,40	0,55
	+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		462,4 ⁺⁺ 1	43,6 ⁺ 2	1 675,1 ⁺⁺ 1	41,2 ⁺ 1	127,0 ⁺⁺ 1	73,2 ⁺ 1
	B výsevků ¹⁰		45,5 ⁺ 2	60,9 ⁺ 1	41,2 ⁺ 2	18,2 2	3,54 2	0,0 3
	C hnojení N před setím ¹¹		23,3 ⁺ 3	4,3 3	2,8 3	6,5 3	3,50 3	0,3 2
			t. ha ⁻¹		g		%	%
			4,91	817	34,9	17,29	15,11	76,0

For 1—18 see Tab. I

IV. Analýzy variance VTBo (Březová) — Analyses of variance of potato-oat-growing region (Březová)

	Zdroj proměnlivosti ¹	DF	MO					
			výnos ¹³	počet klasů na 1 m ² ¹⁴	HTZ ¹⁵	počet zrn v klasu ¹⁶	bílkoviny v sušině zrna ¹⁷	extrakt v sušině sladu ¹⁸
Maximální výnos ² (Ø rok 1978, 1980, 1984)	A vliv předplodin ⁴	1	6,52 ⁺⁺	175 980,25 ⁺⁺	26,78 ⁺⁺	0,52	4,31 ⁺⁺	0,00
	B vliv výsevků ⁵	1	0,05	3 660,25	6,12 ⁺⁺	0,00	0,02	0,92 ⁺
	C vliv hnojení N před setím ⁶	3	0,93 ⁺⁺	4 641,83	0,64 ⁺	4,48	0,37	0,27
	AB	1	0,03	900,00	1,26 ⁺⁺	0,14	0,00	0,57
	AC	3	0,08	1 450,42	0,71 ⁺⁺	0,53	0,03	0,12
	BC	3	0,00	784,42	0,26 ⁺	0,57	0,05	0,05
	ABC reziduální ⁷	3	0,01	1 163,17	0,02	0,53	0,07	0,06
	+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		514,3 ⁺⁺ 1	151,3 ⁺⁺ 1	1 201,4 ⁺⁺ 1	0,9 —	182,1 ⁺⁺ 1	0,6 3
	B výsevků ¹⁰		3,9 3	3,1 3	274,8 ⁺⁺ 2	0,0 —	0,7 3	24,1 ⁺ 1
	C hnojení N před setím ¹¹		73,3 ⁺⁺ 2	4,0 2	28,8 ⁺ 3	8,5 —	2,8 2	2,3 2
			t · ha ⁻¹		g		%	%
			6,11	692	41,79	21,38	11,08	79,82

Minimální výnos ³ (rok 1983)	A vliv předplodin ⁴	1	2,23 ⁺⁺	29 412,25 ⁺	4,73 ⁺⁺	3,24	12,00 ⁺⁺	0,92 ⁺
	B vliv výsevků ⁵	1	0,31 ⁺	4 970,25	0,10	0,49	0,08	0,41
	C vliv hnojení N před setím ⁶	3	0,50 ⁺	2 078,16	3,92 ⁺⁺	7,48	0,08	0,01
	AB	1	0,01	1 681,00	1,89 ⁺	1,56	0,02	0,67 ⁺
	AC	3	0,14	1 708,42	2,08 ⁺	2,42	0,2	0,03
	BC	3	0,01	766,75	1,10 ⁺	0,26	0,05	0,19
	ABC reziduální	3	0,03	970,50	0,09	1,33	0,05	0,04
	+ (++) průkaznost ¹² při $\alpha = 0,05$; resp. $\alpha = 0,01$							
	pořadí vlivu dle F-testu ⁸							
	A předplodin ⁹		80,8 ⁺⁺ 1	30,3 ⁺ 1	52,2 ⁺⁺ 1	2,4 —	225,8 ⁺⁺ 1	20,1 ⁺ 1
B výsevků ¹⁰		11,1 ⁺ 3	5,1 2	1,2 3	3,7 —	1,5 3	8,9 2	
C hnojení N před setím		18,0 ⁺ 2	2,1 3	43,2 ⁺⁺ 2	5,6 —	1,5 2	0,3 3	
		t. ha ⁻¹		g		%	%	
		3,17	604	37,9	13,8	13,3	77,6	

ský — působení faktorů nebylo průkazné; výrobní typ řepařský — předplodina, stupňované dávky dusíku, výsevek; výrobní typ bramborářsko-ovesný — výsevek, stupňované dávky dusíku, předplodina. Po zlepšující předplodině okopanině bylo dosaženo vyššího podílu extraktivních látek.

Při minimální výnosové úrovni jarního ječmene bylo pořadí vlivu faktorů na obsah extraktu v sušině sladu: výrobní typ kukuřičný — působení faktorů nebylo průkazné; ve výrobním typu bramborářském a bramborářsko-ovesném bylo pořadí stejné — předplodina, stupňované dávky dusíku před setím, výsevek; ve výrobním typu řepařském — předplodina, stupňované dávky dusíku před setím, výsevek. Pozitivní vliv okopaniny se na množství extraktivních látek neprojevil, naopak příznivějších hodnot bylo dosaženo po méně vhodné předplodině obilnině.

U obou úrovní výnosů se projevuje negativní závislost mezi obsahem bílkovin v sušině zrna a extraktem v sušině sladu. Se zvětšujícím se obsahem dusíku v sušině zrna klesal obsah extraktu v sušině sladu. Vyšší dávky dusíku ve všech výrobních podmínkách způsobily pokles množství extraktivních látek ve sladu.

DISKUSE

Při maximální výnosové úrovni bylo ve všech výrobních podmínkách pořadí vlivu intenzifikačních faktorů na výnos stejné: předplodina, stupňované dávky dusíku před setím, výsevek. Maximální výnosy jarního ječmene s výjimkou výrobního typu kukuřičného jsou dosahovány po organicky hnojených okopaninách.

Jak uvádí Kopecký (1985), předplodina zůstává stále jedním z rozhodujících činitelů, co se týká tvorby výnosu, výnosové stability a sladovnické kvality jarního ječmene. Nejvyšší výnosy a jakost jsou dosahovány ve všech výrobních podmínkách po organicky hnojených okopaninách. Pouze v letech s výrazným vláhovým deficitem dává jarní ječmen vyšší výnosy po obilninách méně náročných na vodu, a to především ve výrobním typu kukuřičném. Cukrovka a kukuřice, které jsou zlepšujícími předplodinami, však svými vyššími nároky na vodu prohlubují negativní vliv vláhového deficitu, a proto za takovýchto podmínek nezajišťují stabilitu vysokého výnosu jarního ječmene.

V letech s maximálními výnosy bylo využití dusíku nejnižší ve výrobním typu kukuřičném, nejvyšší ve výrobním typu bramborářském a bramborářsko-ovesném. Ve výrobním typu řepařském bylo nejvyššího výnosu dosaženo při dávce 30 kg dusíku před setím, vyšší dávky již výnos nezvyšovaly. To potvrzuje Kopecký (1985) zjištěním, že maximální výnosy jarního ječmene na černozemi se dosahují v letech s podmínkami pro uvolňování a příjem živin z půdní zásoby. Účinnost dusíku z přímé aplikace bývá v těchto letech velmi nízká. Použití vyšších dávek dusíku má za těchto podmínek depresivní vliv na výnos a výrazně zhoršuje sladovnickou hodnotu zrna. Naopak při nižší produktivitě prostředí ve výrobním typu bramborářském a výrobním typu bramborářsko-ovesném byla zjištěna nejvyšší účinnost dusíkatého hnojení. Rozdíl mezi výnosy dosaženými při aplikaci 60 kg dusíku a v nulové variantě činil v těchto podmínkách více než 1 t, kdežto ve výrobním typu řepařském 280 kg a výrobním typu kukuřičném pouze 40 kg. Baier et al. (1988) věnovali pozornost některým tendencím, které se projevují v příjmu dusíku z průmyslových hnojiv u jarního ječmene odrůdy Favorit. Příjem dusíku z hnojiv se však na jednotlivých stanovištích velmi lišil. Rozdíly nemají užší návaznost na základní půdní a klimatické podmínky, jak dokazuje nízký příjem dusíku na černozemi v Čáslavi a vysoký příjem na hnědé půdě v Lukavci. Diferenciace příjmu dusíku z hnojiv na jednotlivých stanovištích je zachována v celém sledovaném intervalu stupňovaných dávek dusíku od 40 do 120 kg.ha⁻¹. Kopecký (1985) uvádí, že na výnosu ječmene se podílí především stará půdní síla (až z 80 %). Jak uvádějí Baier et al. (1974), ze sledování u jar-

ního ječmene na degradované černozemi vyplynulo, že na odběru živin zjištěném při optimálním hnojení se z půdní zásoby podílel dusík 65 %, fosfor 83 % a draslík 80 %.

Výsevek byl na posledním místě. Ve všech výrobních typech byla minimální výnosová diference mezi oběma normami výsevu. Kopecký (1985) zdůrazňuje, že pro tvorbu výnosu má zásadní význam optimální hustota porostu, kterou je možno regulovat správným výsevem. Při stanovení výsevu je nutno přihlížet k potenciální produktivnosti odrůd, jejich odnoživosti, odolnosti proti poléhání, předplodině, intenzitě hnojení, půdní úrodnosti, fyzikálnímu stavu půdy, zaplevelenosti pozemků, setí podsevu apod.

Ovlivnění jakosti ječmene dusíkatým hnojením bylo závislé na efektivnosti využití dusíku pro výnos zrna (Prugar, Voňka, 1978). Dudáš, Pelikán (1976, 1980) Hlavinková (1976), Špaldon, Očkay (1978) a jiní uvádějí se stupňovaným hnojením dusíkem zvýšení obsahu bílkovin, pokles obsahu škrobu a extraktu, snížení hmotnosti tisíce zrn a horší vyrovnanost. Uvedené závěry jsou též v souladu s výsledky, které publikoval Krejčíř (1978).

Literatura

- BAIER, J. — SMETÁNKOVÁ, M. — BAIEROVÁ, V.: Diagnostika výživy rostlin. Inst. Vých. a Vzděl. Praha, MZVŽ 1988, č. 193, s. 50.
- BAIER, J. — SMETÁNKOVÁ, M. — BARTOŠOVÁ, Z.: Vyšetření podmínek využití živin pro tvorbu výnosu jarního ječmene. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1974.
- DUDÁŠ, F. — PELIKÁN, M.: Vliv agrotechniky a hnojení na kvalitu sladovnického ječmene pěstovaného v monokultuře. Rostl. Výr., 22, 1976, č. 2, s. 189–202.
- DUDÁŠ, F. — PELIKÁN, M.: Studium vlivu agroekologických podmínek na kvalitu sladovnického ječmene. Brno, VŠZ 1980, 22 s.
- HLAVINKOVÁ, M.: Vliv agrotechniky na kvalitu sladovnického ječmene. Kvasný Prům., 22, 1976, č. 4, s. 80–81.
- KOPECKÝ, M.: Technologie pěstování jarního ječmene. In: LEKEŠ, J. a kol.: Ječmen. Praha, SZN 1985.
- KOPECKÝ, M.: Progresivní směry pěstební technologie ječmene jarního. In: Sbor. Ref. Kroměřížské obilnářské dny I, 1986.
- KREJČÍŘ, J.: Modely rostlin a porostu kulturních rostlin. Acta Univ. agric. (Brno), 26, 1978, č. 4, s. 219–228.
- KUDRNA, K.: Zemědělské soustavy. Praha, SZN 1979, 1985.
- KUDRNA, K.: Návrh přístupů a metod k řešení Programu rozvoje československého zemědělství a dalších odvětví zabezpečujících výživu lidstva. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd. Rozvoj zemědělských potravinářských a lesních věd výzkumné a vývojové základny, 1984, č. 79.
- LEKEŠ, J.: Soběstačnost ve výrobě obilovin v ČSSR. Kroměříž, VÚO 1975.
- LEKEŠ, J. et al.: Výběr genetických zdrojů jarního ječmene. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1985.
- LEKEŠ, J. et al.: Výběr genetických zdrojů jarního ječmene. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VŠÚO 1988.
- PRUGAR, J. — VOŇKA, Z.: Vliv chemizace na jakost sledovaných ječmenů. Agrochémia, 18, 1978, č. 2, s. 29–33.
- PURŠ, J.: Program při řazení řady čísel podle velikosti ZN č. 27/85. Kroměříž, VŠÚO 1986.
- TICHÝ, F.: [Kandidátská disertace.] Kroměříž 1988. Výzk. Šlecht. Úst. obiln.
- ŠPALDON, E. — OČKAY, Š.: Technologická hodnota jarního ječmene — II. Poľnohospodárstvo, 24, 1978, č. 7, s. 569–580.

Došlo 26. 2. 1990

P. TICHÝ, M. KOPECKÝ, A. SOUČEK (Cereal Research Institute, Kroměříž):
The effects of intensification factors on the yield and quality of spring barley.
Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 53–68.

In 1976–1985 exact field trials were performed at the District Cereal Research and Breeding Institute Kroměříž at the experimental sites (Pohořelice, Kroměříž, Strážec and Březová) to more detailed analysis of classification of the influence of intensification factors (forecrops, standards of

sowing rates and gradated nitrogen application rates before sowing), on the yield, yield-forming components and on the quality of spring barley at its maximum and minimum yield levels. The yields of varieties were divided into groups by analysis of variance and the level of *F*-test. The same rank of the influence of selected factors was found in all production conditions at the maximum yields on the yield and contents of proteins in the grain dry matter: forecrop, gradated nitrogen application rates before sowing, sowing rate. The maximum spring barley yields, except the maize production type, were obtained after root crops were grown when organic manuring was applied. The higher protein contents of the grain dry matter were found after cereal in all production type. The utilization of nitrogen was dependent on the productivity of environment in the years with maximum yields when the difference between yields obtained after nitrogen application at a rate of 60 kg per ha amounted to + 40 kg per ha in the maize-growing region in comparison with zero this difference amounted up to 1,170 kg per ha in the potato-growing region. The increase in protein contents ranged between +0.4 % and +0.9 % in the same growing regions. On the contrary, in the years when maximum yields were obtained and the same nitrogen rates were applied in the growing regions with high productivity of environment, this resulted in the decreased yield or had no effects; the efficiency of nitrogen fertilizing was significantly lower. The minimum yield difference was manifested between both standards of a sowing rate in all production types.

VLIV DLOUHODOBÉHO HNOJENÍ PŮDY FOSFOREM NA SCHOPNOST VESIKULOARBUSKULÁRNÍCH MYKORRHIZNÍCH HUB KOLONIZOVAT KOŘENY KUKUŘICE

Milan Gryndler, Vlastimil Vančura

Mikrobiologický ústav ČSAV, 142 20 Praha

Sledovali jsme schopnost populací vesikuloarbuskulárních mykorrhizních (VAM) hub, izolovaných ze dvou různě úrodných půd dlouhodobě hnojených fosforem, kolonizovat kořenový systém kukuřice. Zjistili jsme, že došlo k výrazné změně této schopnosti u populací izolovaných z půd intenzivně hnojených fosforem ve srovnání s populacemi z těchto půd fosforem nehnojených. Kolonizační schopnost byla studována u hydroponicky rostoucích rostlin, přičemž živný roztok obsahoval devět různých koncentrací fosforu. Vlivem hnojení půdy se zúžilo rozmezí koncentrací fosforečných iontů, ve kterém houby dobře kolonizovaly kořenový systém kukuřice.

Existuje řada prací, které se zabývají vlivem vesikuloarbuskulárních mykorrhizních (VAM) hub na rostlinu, její výživu a produkci biomasy (Gianinazzi-Pearson, 1986). Studium vlivu minerálních hnojiv a agrotechniky na populace indigenních VAM hub je již méně obvyklé, i když je z literárních pramenů známo, že způsob využití půdy může značně ovlivnit populace těchto hub. Byl studován např. vliv zavodňování půdy (Ilaq et al., 1987), vliv střídání plodin (Sieverding, Lehnier, 1984) a také vliv orby a aplikace pesticidních látek (Medve, 1984). Je doložen vliv dusíku (Baltruschat, 1987) i draslíku a fosforu (Plenchette, Corpron, 1987) na VAM houby v polních podmínkách.

Naše práce se zabývá změnou kolonizační aktivity hub izolovaných z půd dlouhodobě hnojených fosforečnými hnojivy vzhledem k houbám izolovaným z půd nehnojených.

MATERIÁL A METODA

Na dvou lokalitách v Čechách byla odebrána půda pro izolaci VAM hub. Na lokalitě Vysoké nad Jizerou byla půda odebrána ze dvou ploch (šlo o středně těžkou, málo úrodnou, hnědou půdu). První byla hnojena dávkou fosforu 590,3 kg.ha⁻¹ ročně po dobu osmi let, druhá nebyla hnojena fosforem vůbec. Na lokalitě Třeboň byla půda odebrána rovněž ze dvou ploch, plochy nehnojené a plochy hnojené dávkou fosforu 100 kg.ha⁻¹ ročně po dobu osmi let. Zde šlo o půdu hydromorfní. Obě lokality jsou využívány k pěstování zemědělských plodin.

Každý vzorek půdy byl sestaven vždy z deseti odběrů, které byly důkladně smíseny a polovina takto vzniklé směsi (cca 500 g) byla ozářena dávkou 5 Mrad záření gamma. Druhá polovina vzorku byla použita k izolaci spor VAM hub metodou vlhkého prosívání (Gerdemann, Nicolson, 1963). Takto získané spory byly pak přeneseny do ozářené půdy v 10cm kořenáčích. Kořenáče byly osety semeny plazivého jetele, inokulovány suspenzí *Rhizobium trifolii* a přeneseny do růstové komory. V růstové komoře byly rostliny jetele čtyři měsíce pěstovány a po této době byly jejich kořeny ve všech kořenáčích intenzivně kolonizovány VAM houbami. U všech kultur byly nalezeny spory.

Infikované, promyté kořeny jetele byly použity jako inokulum pro pokus s kolonizací kořenového systému kukuřice. Kořeny byly rozstříhány na 5 mm dlouhé kousky a promíseny, takže byla získána inokula čtyř populací mykorrhizních hub ze dvou lokalit, z různých hnojených variant.

Vybrané klíční rostliny kukuřice CE 240 byly zasazeny po jedné do plastických trubek se 200 ml agroperlitu, inokulovány 0,5 g inokula a pěstovány hydroponicky v 1,5krát koncentrovaném Knopově živném roztoku (pH 6,8) ve třech opakováních. Roztok obsahoval v devíti variantách 2, 3, 5, 7, 10, 15, 22, 33 a 50 mg fosforu v 1 l. Fosfor byl dodán ve formě KH_2PO_4 . Iontová síla roztoku byla nastavena pomocí K_2SO_4 na 27,0 mmol, čímž byla zároveň vyrovnána koncentrace draselných iontů. Roztok dále obsahoval základní minerální soli (Laštůvka, Minář, 1967), 0,2 mg Mn, 0,1 mg Cu, 0,2 mg Zn, 0,4 mg B, 0,6 mg Co a 0,6 mg Mo v 1 l. Tento živný roztok byl dvakrát týdně vyměňován. Rostliny byly pěstovány v růstové komoře při 16h osvětlení, 65 % relativní vlhkosti a 22 °C ve dne a 75 % relativní vlhkosti a 16 °C v noci.

Po sedmi týdnech byly rostliny vyjmuty, kořeny byly omyty a obarveny trypanovou modří (Phillips, Hayman, 1970). Intenzita infekce v kořenech byla stanovena metodou grid-line (Giovannetti, Mosse, 1980). Dále byla stanovena suchá hmotnost nadzemních částí a kořenů rostlin.

Intenzita infekce byla hodnocena statisticky pomocí dvoucestné analýzy variance. Byl vyhodnocen vliv hnojení půd, vliv koncentrace fosforečných iontů v živném roztoku a vzájemné interakce obou faktorů na kolonizaci kořenového systému rostlin.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z půdních analýz (tab. I) vyplývá, že vlivem dlouhodobého hnojení se v obou půdách zvýšilo množství dostupného fosforu. Tím mohlo dojít i ke změnám populací VAM hub.

Závislost intenzity infekce způsobené VAM houbami v kořenech hydroponicky rostoucích rostlin na koncentraci fosforu v živném roztoku je uvedena na obr. 1 a 2.

Populace z fosforem nehnojené půdy z lokality Vysoké nad Jizerou (obr. 1) vykazovala nejvyšší intenzitu infekce v živných roztocích obsahujících 5 až 22 mg fosforu v 1 l. Při vyšších koncentracích byl rozvoj symbiotických hub potlačen. Populace z těžce půdy fosforem bohaté hnojené nejlépe kolonizovala při 10 mg fosforu v 1 l roztoku.

Intenzitu infekce způsobené houbami izolovanými z lokality Třeboň znázorňuje obr. 2. Intenzita infekce indukované populací z nehnojené půdy byla nejvyšší při koncentraci 5 až 10 mg fosforu v 1 l, zatímco u populace z půdy fosforem hnojené byla tato hodnota velmi nízká a vykazovala nevýrazné maximum při 10 mg fosforu v 1 l roztoku. Výsledky statistického zpracování pokusu (dvoucestný ANOVA test) jsou uvedeny v tab. II.

Hmotnost suché nadzemní biomasy a kořenů pokusných rostlin ukazuje obr. 3, přičemž malá nadzemní biomasa rostlin indikuje nedostatek fosforu v kultivačním systému. Z výsledků je zřejmé, že nejvyšší intenzita infekce se vyskytovala ve variantách, kde rostliny trpěly mírným nedostatkem fosforu.

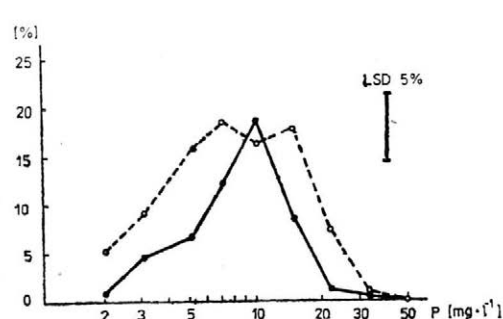
Populace izolované z lokality Vysoké nad Jizerou obsahovaly pouze jediný, blíže neidentifikovaný druh, charakteristický tvorbou hnědě zbarvených chlamydospor o průměru 110 až 160 μm . Tento druh je morfologicky blízký druhu *Glomus macrocarpum* Tul. et Tul.

Populace pocházející z lokality Třeboň obsahovaly druh *G. mosseae* (Nicol. et Gerd.) Gerdeman et Trappe a v případě populace z nehnojené plochy opět další, neurčený druh tvořící chlamydospory o průměru 90 až 150 μm .

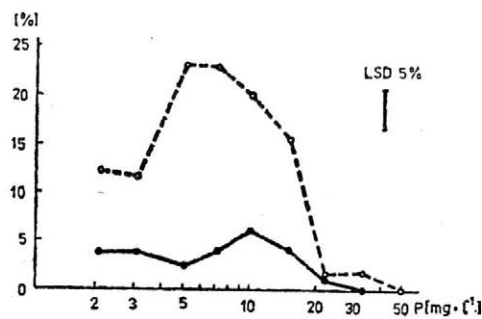
I. Laktátem extrahovatelný fosfor v pokusných půdách po osmi letech hnojení ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) — Phosphorus extracted by lactate in the test soils, eight years fertilized (mg per kg)

Varianta ¹	Třeboň	Vysoké nad Jizerou
P —	56	6
P +	71	41

¹variant



1. Závislost intenzity infekce způsobené populacemi VAM hub izolovanými z lokality Vysoké nad Jizerou (osa y) z půdy fosforem hnojené (plné kroužky) a z půdy fosforem nehnojené (prázdné kroužky) na koncentraci fosforu v živném roztoku (osa x, logaritmická funkce; $LSD\ 5\ %$ — minimální směrodatné difference pro kterékoliv dvě hodnoty) — Dependence of infection intensity caused by VAM fungi populations isolated from the site Vysoká nad Jizerou (axis y) from the soil fertilized (full circles) and from the soil unfertilized (empty circles) with phosphorus on phosphorus concentration in the nutrient solution (axis x, logarithmic function; $LSD\ 5\ %$ — minimum standard deviation for any two values)



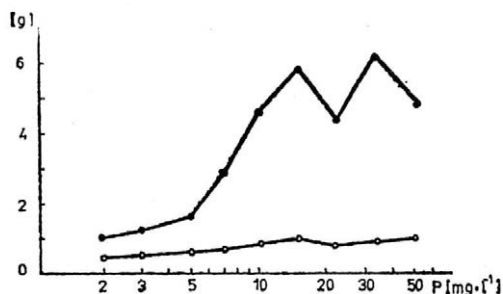
2. Závislost intenzity infekce způsobené populacemi VAM hub izolovanými z lokality Třeboň z půdy fosforem hnojené (plné kroužky) a z půdy fosforem trvale nehnojené (prázdné kroužky) na koncentraci fosforu v živném roztoku (osa x, y a funkce viz obr. 1) — Dependence of infection intensity caused by VAM fungi populations isolated from the site Třeboň from the soil fertilized (full circles) and from the soil permanently unfertilized (empty circles) with phosphorus on phosphorus concentration in the nutrient solution (axis x, y and function see Fig. 1)

II. Významnost vlivu hnojení půdy fosforem a koncentrace fosforu v živném roztoku na rozvoj infekce VAM hub v kořenech hydroponicky rostoucích rostlin (obr. 1 a 2) — Significance of the effects of source soil fertilizing with phosphorus and phosphorus concentration on the infection development by VAM fungi in the roots of plants grown in hydropony (Fig. 1 and 2)

Lokalita ¹	Hodnocený faktor ²	N	F	p
Vysoké nad Jizerou	hnojení půdy ³	1	12,211	++
	P v živném roztoku ⁴	8	13,943	+++
	interakce ⁵	8	1,408	NS
Třeboň	hnojení půdy ³	1	145,377	+++
	P v živném roztoku ⁴	8	23,210	+++
	interakce ⁵	8	11,177	++

++ $p \leq 0,01$; +++ $p \leq 0,001$; NS — statisticky nevýznamné⁶

¹site, ²evaluated factor, ³soil fertilizing, ⁴P in nutrient solution, ⁵interaction, ⁶statistically insignificant



3. Závislost vytvořené suché nadzemní biomasy (plné kroužky) a suché hmotnosti kořenů kukuřice (prázdné kroužky, osa y) na koncentraci fosforu v živném roztoku (osa x, logaritmická funkce) – Dependence of produced dry shoot biomass (full circles) and dry weight of maize roots (empty circles, axis y) on phosphorus concentration in nutrient solution (axis x, logarithmic function)

Populace VAM hub byly rozčleněny podle svých biologických vlastností do tří skupin (Abbott, Robson, 1982), které se vyznačují především různou rychlostí kolonizace kořenů rostlin, přičemž nejlépe kolonizující populace jsou zpravidla přítomny v půdách s nízkým obsahem dostupného fosforu. Po umělém zásahu do půdy může dojít k významným změnám vlastností těchto populací, zpravidla k omezení jejich růstu, a tedy i postupnému potlačení (Kucey, Diab, 1984). Je tedy možné, že původně ekologicky funkční symbiont nenachází v rhizosféře vhodné edafické podmínky (Lambert et al., 1980), a tedy ani jeho přítomnost v půdě nemusí znamenat kladný vliv na produkci biomasy rostlin (Gianinazzi-Pearson et al., 1985). V takovém případě bude vhodné introdukovat do půdy jinou populaci VAM hub, která může původní populaci nahradit.

Poděkování

Autoři děkují ing. J. Lipavskému a ing. J. Leštinovi z VÚRV v Praze-Ruzyni za umožnění odběru vzorků a za analýzy obsahu fosforu v půdách.

Literatura

- ABBOTT, L. K. — ROBSON, A. D.: Infectivity of VAM fungi in agricultural soils. *Austral. J. agric. Res.*, **33**, 1982, s. 1049–1059.
- BALTRUSCHAT, H.: Occurrence and effectiveness of indigenous VA-mycorrhizal populations in a long-term experiment. In: SYLVIA, D. M. — HUNG, L. L. — GRAHAM, J. H. (eds): *Mycorrhizae in the next decade*, Proc. 7th NACOM, IFAS, Gainesville, 1987, s. 17.
- GERDEMANN, J. W. — NICOLSON, T. H.: Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. mycol. Soc.*, **46**, 1963, s. 235–244.
- GIANINAZZI-PEARSON, V.: *Mycorrhizae: a potential for better use of phosphate fertilizer*. *Fertil. Agric.*, **92**, 1986, s. 1–10.
- GIANINAZZI-PEARSON, V. — GIANINAZZI, S. — TROUVELOT, A.: Evaluation of the infectivity and effectiveness of indigenous vesicular-arbuscular fungal populations in some agricultural soils in Burgundy. *Can. J. Bot.*, **63**, 1985, s. 1521–1524.
- GIOVANNETTI, M. — MOSSE, B.: An evaluation of techniques for measuring VAM infection in roots. *New Phytol.*, **84**, 1980, s. 489–500.
- ILAQ, L. L. — ROSALES, A. M. — ELAZEGUI, F. A. — MEW, T. W.: Changes in the population of infective endomycorrhizal fungi in a rice-based cropping system. *Pl. and Soil*, **103**, 1987, s. 67–73.
- KUCEY, R. M. N. — DIAB, C. E. S.: Effects of lime, phosphorus, and addition of VAM fungi on indigenous VA fungi and on growth of alfalfa in a moderately acidic soil. *New Phytol.*, **98**, 1984, s. 481–486.
- LAMBERT, D. H. — COLE, H. — BAKER, D. E.: Adaptation of vesicular-arbuscular mycorrhizae to edaphic factors. *New Phytol.*, **85**, 1980, s. 513–520.
- LAŠTŮVKA, Z. — MINÁŘ, J.: Metoda vodních kultur vyšších rostlin. *Folia Fac. sci. natur. Univ. Purkyn. Brun.*, **16**, 1967, č. 2, s. 48.
- MEDVE, R. J.: The mycorrhizae of pioneer species in disturbed ecosystems in western Pennsylvania. *Amer. J. Bot.*, **71**, 1984, s. 787–794.

- PHILLIPS, J. M. — HAYMAN, D. S.: Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 55, 1970, s. 158—161.
- PLENCHETTE, C. — CORPRON, I.: Influence of PK fertilization on VA mycorrhizal (VAM) fungi population. In: SYLVIA, D. M. — HUNG, L. L. — GRAHAM, J. H. (eds): *Mycorrhizae* in the next decade, Proc. 7th NACOM, IFAS, Gainesville, 1987, s. 35.
- SIEVERDING, E. — LEHNIE, D. E.: Influence of crop rotation and intercropping with legumes on VA mycorrhizal symbiosis of cassava. *Pl. and Soil*, 80, 1984, s. 143—146.

Došlo 5. 3. 1990

M. GRYNDLER, V. VANČURA (Microbiological Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Praha):

The effects of long-continued phosphorus fertilizing of the soil on the capability of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi to colonize the maize roots.

Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 69—73.

The capability of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi populations (VAM), isolated from two different fertile soils, long-continually fertilized with phosphorus has been studied for colonization of the maize root system. It was found out that marked change occurred in this capability in the populations isolated from the soils intensively fertilized with phosphorus in comparison with the populations of these soils when no phosphorus fertilizer was applied. Colonization ability was studied in the plants grown in hydropony whereby nine different phosphorus concentrations were in the nutrient solution. The range of phosphorus ion concentrations in which the fungi were colonizing well the root system was closer owing to the effects of soil fertilizing.

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Z ČINNOSTI ODBORU ROSTLINNÉ VÝROBY AZV ČSFR

Na volebním shromáždění zástupců vědeckovýzkumné základny, vysokých škol a dalších organizací, které se uskutečnilo 30. května 1990 v Praze, bylo zvoleno 156 nových členů Akademie zemědělských věd ČSFR. Po doplnění o 23 rehabilitovaných a šest čestných členů má AZV ČSFR v současné době 179 členů.

Členové AZV ČSFR pracují v devíti odborech, z nichž početně nejsilnější je odbor rostlinné výroby, ve kterém je soustředěno 73 odborníků prakticky ze všech oblastí rostlinné výroby. Na zasedání odboru rostlinné výroby AZV ČSFR, které proběhlo v září 1990, bylo v tajných volbách zvoleno předsednictvo odboru v následujícím složení: předseda — ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod); 1. místopředseda — prof. ing. Vladimír Krajčovič, CSc. (Výzkumný ústav lůk a pasienkov, Banská Bystrica); 2. místopředseda — ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně). Tajemníkem odboru rostlinné výroby byl jmenován ing. Václav Davídek, CSc., z výzkumného pracoviště AZV ČSFR v Praze.

Během roku 1990 bylo v rámci odboru rostlinné výroby ustaveno osm odborných komisí: komise polních plodin (předseda prof. ing. L. Minx, DrSc.), komise zahradních a speciálních plodin (předseda doc. ing. Z. Vachůn, CSc.), komise výživy rostlin (předseda doc. ing. V. Vaněk, CSc.), komise genetiky, šlechtění a semenářství (předseda doc. ing. O. Chloupek, DrSc.), komise ochrany rostlin (předseda RNDr. J. Šedivý, DrSc.), komise picinářská (předseda doc. ing. J. Vološin, CSc.), komise biochemie a fyziologie (předseda prof. ing. J. Repka, DrSc.), komise jakosti rostlinných produktů (předseda doc. ing. J. Prugar, DrSc.).

Činnost těchto odborných komisí byla zahájena během roku 1990; je zaměřena především na zpracování programu další práce, formování členské základny a projednávání odborných záležitostí v rámci odboru — např. komise genetiky a šlechtění uspořádala odborný seminář zaměřený na šlechtění „low-input“ odrůd, komise ochrany rostlin projednávala materiál týkající se vztahu alternativního zemědělství a ochrany rostlin a koncepce rozvoje rostlinolékařství jakož i jiných aktuálních problémů.

Práce odboru rostlinné výroby AZV ČSFR je zaměřena na řízení výzkumu, vymezení činnosti a postavení AZV ČSFR, ekonomickou reformu a její vliv na rostlinnou výrobu a především přímo na otázky související s rozvojem rostlinné výroby. V roce 1991 se počítá s tím, že jarní zasedání odboru se bude věnovat alternativnímu zemědělství a rozvoji výroby biopotravin, podzimní zasedání se bude zabývat okopaninami (brambory a cukrovka). Je třeba zaujmout konkrétní stanovisko k alternativnímu zemědělství a k potřebě zvyšování kvality potravin, komplexně posoudit nežádoucí vstupy toxických látek do potravinového řetězce, a to nejen z pohledu zemědělské činnosti, ale i z pohledu ostatních odvětví národního hospodářství. Na tomto úseku je nutné zajistit věcnou odbornou argumentaci s tím, aby prostředků, které se na tuto oblast vynakládají, bylo možné co nejefektivněji využít. Je třeba vycházet z toho, že základním výrobním prostředkem a především bohatstvím zemědělství je půda. Způsob hospodaření na ní výrazně ovlivňuje ekonomické a ekologické podmínky státu a celé společnosti.

V rostlinné výrobě je třeba plně respektovat půdní, klimatické a ekologické podmínky. Úkolem bude přehodnotit podíl zornění zejména v podhorských a horských oblastech, v některých lokalitách bude nutné reorganizovat i půdní fond a diferencovat podle podmínek i velikosti honů. V průběhu ekonomické reformy je nutné počítat s růstem finanční náročnosti vstupů, které je třeba kompenzovat nejen vhodnou státní dotační politikou, ale i uplatňováním nových vědeckovýzkumných poznatků, které se projeví ve snižování výrobních nákladů. Je třeba počítat s tím, že se nebude již jednoznačně požadovat maximální výnos, ale důraz se bude klást na kvalitu výrobků a příznivou ekonomiku výroby. Úkolem odboru rostlinné výroby bude zaměřit se i na tuto aktuální oblast. Celá činnost odboru rostlinné výroby AZV ČSFR by měla přispět k tomu, aby vědeckovýzkumná práce získala opět odpovídající postavení, které jí v naší společnosti právem náleží.

Ing. Vlastimil Rasocha, CSc.

STANOVENÍ OBSAHU OLEJE U OZIMÉ ŘEPKY METODOU NMR PŘI ZACHOVÁNÍ BIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ SEMEN

Lenka Bezecná, Ladislav Tenkl, Marcela Konrádová

Šlechtitelská stanice, 391 76 Slapy u Tábora

Metodou NMR spektrometrie lze stanovit obsah oleje v semenech ozimé řepky u vzorků malé hmotnosti (cca 1 g). U semen je zachována biologická hodnota, což je velmi důležité pro šlechtitelský materiál. V předložené práci je uveden postup při výběru kalibračních vzorků, kontrolního vzorku, přípravě vzorku k měření a prezentovány některé praktické zkušenosti získané při obsluze přístroje NEWPORT 4000 NMR ANALYSER, typ 4900 fy Oxford Analytical Instruments Ltd.

U ozimé řepky je v současné době jedním z hlavních problémů olejnatost, neboť v letech 1970 až 1987 obsah oleje klesl v průměru o 3,6 % (Vašák, Honová, 1989). Tato skutečnost má negativní důsledky na ekonomiku zpracovatelského průmyslu, který uvádí, že pokles obsahu oleje v semenech o 1,2 % v roce 1987 představoval ztrátu přibližně 26 mil. Kčs (Peningerová, Tocháček, 1989).

Obsah oleje byl na našem pracovišti doposud stanovován standardní diferenční metodou na Soxhletových přístrojích petroléterem, b.v. 30 až 60 °C. Metoda vyhovovala po stránce přesnosti stanovení, ale nevyhovovala pro časovou náročnost, používání hořlavého rozpouštědla, velkou hmotnost analyzovaného vzorku (min. 10 g) a nutnost destrukce semen cenného šlechtitelského materiálu.

Z výše uvedených důvodů bylo nutné zavést rychlou, spolehlivou a dostatečně přesnou metodu, podle níž by se zanalyzoval rozsáhlý materiál (cca 5000 vzorků) v období mezi sklizní a novým zásevem ozimé řepky, s možností použít vzorky malých hmotností bez drcení a vysoušení semen. Zvolili jsme metodu nukleární magnetické rezonance (NMR).

Metoda NMR se řadí k metodám absorpční spektrometrie. Je založena na absorpci energie elektromagnetického vlnění v oblasti krátkých Hertzových vln jádry s magnetickým momentem. Princip měření spočívá ve stanovení změny signálu magnetické rezonance atomových jader, která je úměrná obsahu vodíkových atomů v kapalně fázi vzorku.

MATERIÁL A METODA

Analýzy byly provedeny na přístroji NEWPORT 4000 NMR ANALYSER, typ 4900 fy Oxford Analytical Instruments Ltd, který je složen ze dvou modulů. V jednom modulu je umístěn magnet s možností temperace a zařízení pro vkládání vzorků (držák vzorků), které je vyměnitelné. Je možné měřit vzorky o objemu 2; 6,5; 40 a 150 ml. Naše pracoviště používá zařízení pro objemy vzorku 2 a 40 ml. Další modul přístroje tvoří jednotka, která obsahuje všechny ovládací prvky pro nastavení parametrů k měření.

Parametry přístroje

Velikost ustáleného magnetického pole:	cca 635.10 ⁻⁴ T
Frekvence vysokofrekvenčního pole (RF):	2,7 MHz
Možnost temperace magnetu:	5—100 °C
Rozsah RF:	6—500 μA

Přístroj je vybaven programy, které umožňují jednobodovou, dvoubodovou a mnohabodovou kalibraci. Mnohabodová kalibrace umožňuje sestavit kalibrační křivku na základě měření minimálně šesti a maximálně 50 referentních vzorků o známém obsahu stanovované složky. Po změření odezvy signálu NMR zadaných vzorků přístroj vybere za použití lineární regrese dva standardy, které v další práci slouží jako kalibrační vzorky pro dvoubodovou kalibraci.

Praktické provedení mnohabodové kalibrace a výběr kalibračních a kontrolních vzorků

Po praktickém ověření kalibrace přístroje výše uvedenými možnostmi jsme se rozhodli používat dvoubodovou kalibraci, pro kterou byly vzorky vybrány pomocí multikalibrace.

Základ pro výběr vzorků pro mnohabodovou kalibraci tvořilo 80 odebraných vzorků semen ze sklizené partie mezistaničních předzkoušek (MPZ), u kterých byl stanoven obsah oleje klasickou extrakční metodou podle Soxhleta.

Stanovení obsahu oleje jmenovanou metodou se v naší laboratoři provádí diferenčním způsobem (Horel, 1956). Uvedená metoda byla modifikována pro místní podmínky. Vzorky se extrahují v extraktorech o objemu 1000 ml petroléterem, b.v. 30 až 60 °C, před mletím se vysouší při teplotě 103 ± 2 °C po dobu 3 h, rozmělnují se na kávomlýnku po dobu 20 s. K extrakci se navažují 3 g vzorku.

Výsledky získané extrakční metodou byly seřazeny podle obsahu oleje a následoval výběr 50 referentních vzorků pro mnohabodovou kalibraci. Vybrané vzorky, které rovnoměrně pokrývaly celý rozsah stanovovaných hodnot, byly sušeny 3 h při teplotě 103 ± 2 °C a analyzovány metodou NMR v kvetách o objemu 40 ml.

Pomocí této mnohabodové kalibrace byly přístrojem vybrány dva standardní vzorky, které ležely nejbližší regresní přímkou, vzorek A s nízkým a vzorek B s vysokým obsahem oleje. Kontrolní vzorek K byl vybrán ze stejného souboru vzorků a volen tak, aby reprezentoval obsah oleje uprostřed stanovovaných hodnot. Tyto vzorky tvořily základ pro utvoření několika rezervních trojic A, B, K pro případ rozsypaní či jiného znehodnocení. Od každého vzorku A, B, K bylo odebráno 30 vzorků, stanoven obsah oleje, spočítán průměr a směrodatná odchylka. Z těchto souborů v rámci směrodatné odchylky bylo ponecháno vždy 15 vzorků, které se skladují v označených papírových sáčcích po dobu jednoho roku.

Příprava vzorku k měření

Přesnost a správnost získaných výsledků metodou NMR je kromě nastavení parametrů na přístroji závislá na vlhkosti vzorku, teplotě, při které měření probíhá, a na přesnosti vážení.

Vlhkost vzorku

Protože je přístroj vyladěn na rezonanci vodíkových jader, dochází při měření vlhkého materiálu ke sčítání odezvy oleje a vody. Nejjednodušší je odstranění tohoto problému vysušením vzorku. Při tom ovšem dochází k biologickému znehodnocení semen. Byly proto odzkoušeny tři způsoby kondicionování semen a vypracován způsob, který umožňuje měření obsahu oleje za 24 h kondicionace při zachování biologických vlastností semen.

1. Snižování maximální difference mezi vlhkostními vzorků (%) o různém výchozím obsahu vody v závislosti na době kondicionace (počáteční maximální rozdíl 14,9 %, konečný maximální rozdíl 0,24) — Reduction in maximum difference between moisture of samples (%) of different starting water content in dependence on the time of conditionation (initial maximum difference 14.9 %, final maximum difference 0.24)

Kondicionováno:

vzorky 1 g (sušárna) —————

vzorky 1 g (laboratoř) - - - - -

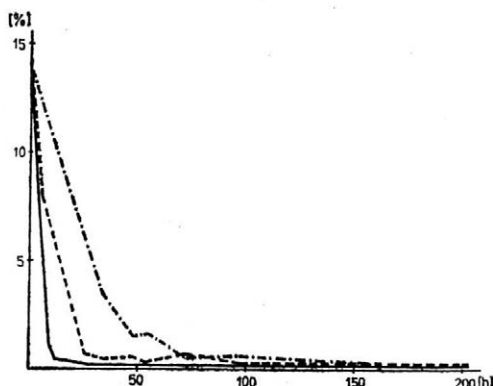
vzorky 200 g (laboratoř) -

Conditionated:

samples 1 g (drying-plant) —————

samples 1 g (laboratory) - - - - -

samples 200 g (laboratory) -



K ověření bylo použito souboru deseti vzorků, u kterých se vlhkost pohybovala v rozmezí 5,74 až 20,65 %. Od každé hodnoty vlhkosti byly odebrány 1g vzorky (2 ml), které byly umístěny do kondicionačních nádobek (nádobky z umělé hmoty s perforovaným dnem, průměr 25 mm, výška 15 mm). Část těchto vzorků byla umístěna v sušárně s cirkulací vzduchu s odpojeným topením (WSU-100, VEB Kombinat MEDIZIN — und Labortechnik Leipzig), část byla ponechána na laboratorním stole společně se zbytky vzorků v sáčkích (cca 200 g), a to v místnosti s přístrojem a sušárnou. Rovnovážný stav, tj. prakticky zanedbatelný rozdíl mezi vlhkostmi jednotlivých vzorků, byl dosažen u vzorků o hmotnosti 1 g umístěných v sušárně za 24 h, u vzorků o hmotnosti 1 g umístěných na laboratorním stole za 96 h a u vzorků o hmotnosti 200 g umístěných na laboratorním stole za 170 h.

Průběh snižování rozdílu ve vlhkosti sledovaného souboru vzorků ozimé řepky a docílení rovnovážného stavu ve vlhkosti při různém postupu kondicionace je znázorněn na obr. 1.

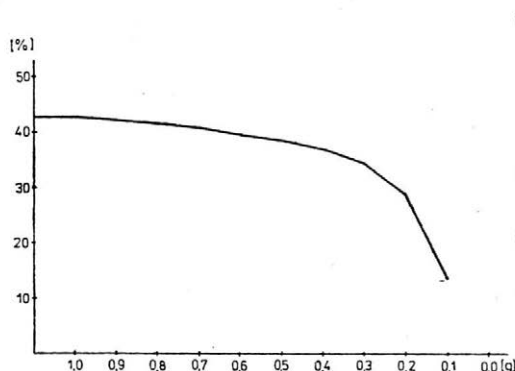
Kolísání teploty v místnosti

Nepříznivý vliv kolísání teploty v místnosti je možné řešit několika způsoby: opakovanou kalibrací přístroje, dodržením pravidelného rytmu práce, použitím kompenzace teploty.

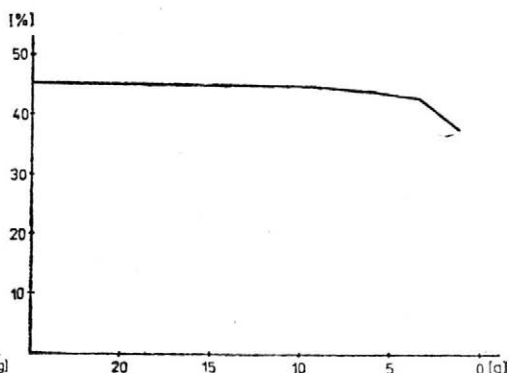
Bylo zjištěno, že není-li dodržen stejný časový interval mezi vyjmutím vzorku ze sušárny a jeho změřením, dochází ke zhoršení přesnosti měření. Tento nepříznivý stav lze částečně odstranit vyjmutím kondicionovaných, kalibračních a kontrolních vzorků ze sušárny a před měřením je ponechat volně v místnosti. Měření je možné započít za 30 min po vyjmutí. Uvedený názor je podložen zkouškou:

Bylo změřeno 40 vzorků o hmotnosti cca 1 g ihned po vyjmutí ze sušárny a zvážení. Průměrná směrodatná odchylka u hodnoceného souboru vzorků byla 0,55 %, rozpětí 0,24 až 0,94 %. Tytéž vzorky byly opět kondicionovány, vyjmuty ze sušárny, ponechány na laboratorním stole při laboratorní teplotě a změřeny. Průměrná směrodatná odchylka byla 0,38 %, rozpětí 0,19 až 0,58 %. Použitím tohoto postupu se přesnost měření zvýšila, nastává však nebezpečí nepříznivého ovlivnění výsledků stanovení náhlými změnami teploty a vlhkosti v místnosti, a to hlavně v období letních měsíců. Z tohoto důvodu dáváme přednost měření vzorků ihned po vyjmutí ze sušárny.

Při kompenzaci teploty provede přístroj z pěti měření regresi v závislosti na čase. I v tomto případě je nutné zachování pravidelného rytmu práce, neboť regrese se použije pro stanovení střední hodnoty v čase nula (tj. čas, kdy započalo první měření).



2. Závislost stanoveného obsahu oleje (%) na snižování navážky (g) u 2ml vzorků — Dependence of the determined oil content (%) on the reducing weighing amount (g) in the 2ml sample



3. Závislost stanoveného obsahu oleje (%) na snižování navážky (g) u 40ml vzorků — Dependence of the determined oil content (%) on the reducing weighing amount (g) in the 40ml sample

Velikost navážky

Přesnost naměřeného výsledku je přímo závislá na přesnosti vážení a velikosti navážky. U vzorků malé hmotnosti cca 1 g (2 ml) je nutné dodržovat navážku v rozmezí 1 až 1,099 g. Přesnost stanovení u vzorků o objemu 40 ml není na snižování navážky tak citlivá. Závislost stanoveného obsahu oleje na snižování navážky je znázorněna na obr. 2 a 3.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro posouzení saturačních efektů u vzorků řepkového semene porovnáním měřených signálů s odezvou relaxované vody byly pro měření zvoleny parametry, které jsou uvedeny v tab. I. Navážka je vkládána přes klávesnici, měření probíhá za použití dvoubodové kalibrace. Uvedené parametry byly použity při všech měřeních, jejichž výsledky jsou prezentovány.

Po zhodnocení výsledků získaných metodou extrakční a NMR jsme obdrželi korelační koeficient pro vzorky o objemu 40 ml 0,961, což je ve shodě s koeficienty uváděnými v literatuře v hodnotách od 0,950 do 0,987 (Conway, Earle, 1963; Bengtsson,

I. Parametry pro měření obsahu oleje u ozimé řepky na přístroji NEWPORT 4000 NMR ANALYSER — Parameters for oil content measurement in winter rape on the apparatus NEWPORT 4000 ANALYSER

Parametr ¹	Kyvety ² 2 ml	Kyvety 40 ml
Hodnota RF ³	150 μ A	175 μ A
Zesílení signálu ⁴	900	900
Šířka hradla ⁵	2,0 · 10 ⁻⁴ T	1,5 · 10 ⁻⁴ T
Integrační čas analýzy ⁶	10 s	10 s
Opakování ⁷	9 ×	9 ×
Integrační kalibrační čas ⁸	10 s	20 s

¹parameter, ²cuvette, ³RF value, ⁴signal amplifier, ⁵width of gate, ⁶integration time of analysis, ⁷replication, ⁸integration calibration time

1985; Ramamurthi Jambunathan et al., 1985). Zjištěný korelační koeficient pro vzorky o objemu 2 ml je 0,939. Tato hodnota je pro šlechtitelské účely plně uspokojivá.

Vzorky se před vlastním měřením upravují vysušením při teplotě $103 \pm 2^\circ\text{C}$, jak je uvedeno v literatuře (Madsen, 1976; Hougén et al., 1983; ISO/DIS 5511, 1983; Bengtsson, 1985; BS 4289, 1985), nebo ponecháním po dobu několika týdnů ve stejné místnosti s přístrojem k dosažení rovnovážného stavu vlhkosti (Bengtsson, 1985; Hougén et al., 1983). Tyto postupy jsou pro šlechtitelskou praxi nevýhodné, proto semena kondicionujeme v upravené sušárně.

Výkyvy teploty, které v průběhu dne nastanou, se řeší permanentním měřením kontrolního vzorku a častým překalibrováním přístroje. Tento postup je ve shodě s některými autory (Bengtsson, 1985; Hougén et al., 1983; ISO/DIS 5511, 1983). Též je možné ponechat kondicionované vzorky při laboratorní teplotě, aby se zabránilo vlivu rozdílu teploty mezi sušárnou a místností, nebo ponechat vzorky delší dobu v držáku vzorků. Tento názor prezentují též Hougén et al. (1983).

Pokud je dostatek času, doporučuje se použít teploty magnetu ($t = 28^\circ\text{C}$). Bylo odzkoušeno, že k teplotě vzorku postačí doba 5 min.

Osvědčilo se používání deseti opakování měření a dodržení integračního času 10 s, což je v souladu s názorem výrobce a literárních údajů (ISO/DIS 5511, 1983). Snižování těchto parametrů urychlí analýzu, ale vždy na úkor přesnosti měření.

Stanovení obsahu oleje je ovlivněno i rozdílným obsahem mastných kyselin v oleji a v důsledku toho rozdílným obsahem vodíku v kapalně fázi vzorku (Srinivasan et al., 1986). Tento vliv se může zvláště projevit u šlechtitelského materiálu, který je šlechtěn na změněný obsah jmenovaných kyselin.

Kolísání napětí v síti jsme eliminovali použitím stabilizátoru napětí STA 500 (ZPA Košice, závod Děčín).

ZÁVĚR

Pro stanovení obsahu oleje v semenech ozimé řepky metodou NMR spektrometrie jsme pro naše použití modifikovali analytický postup:

- Vzorky, u kterých je nutné zachovat biologickou hodnotu semen, kondicionovat na rovnovážný stav vlhkosti v sušárně s cirkulací vzduchu a s odpojeným topením nejmeně 24 h před vlastním měřením.
- Pokud je pro analýzu k dispozici alespoň 25 g vzorku, semena vysušit v sušárně při teplotě $103 \pm 2^\circ\text{C}$, doba sušení 3 h, sušit v hliníkové vysoušečce o průměru 80 mm.
- Při vlastním měření dodržet pravidelný rytmus práce tak, aby vzorky byly měřeny ve čtyřminutových intervalech.
- Za každých desátým vzorkem změřit kontrolní vzorek a podle potřeby několikrát za směnu překalibrovat přístroj.
- Kalibrační vzorky vybírat multikalibrací z velkého souboru vzorků asi dva měsíce po sklizni ozimé řepky. Tyto vzorky používat jeden rok.
- Každý vzorek měřit desetkrát, integrační čas 10 s.
- Pokud je dostatek času na analýzu, měřit vzorky za použití teploty magnetu. Vzorek temperovat 5 min při teplotě magnetu 28°C .

Získané reprodukovatelnosti měření a stanovení při dodržení výše jmenovaných podmínek jsou uvedeny v tab. II. Prezentované hodnoty byly naměřeny u vzorku ozimé řepky, který obsahoval 45,3 % oleje.

Reprodukovatelnosti měření máme na mysli opakované stanovení obsahu oleje v jednom analytickém vzorku po jeho vysušení a navážení. Tato reprodukovatelnost zahrnuje chyby zaviněné přístrojem. Reprodukovatelnosti stanovení rozumíme opaková-

II. Získané reprodukovatelnosti měření a stanovení u vzorků ozimé řepky o objemu 2 ml a 40 ml —
Obtained reproducibilities of measurements and determinations in the samples of winter rape
of 2 ml and 40 ml volume

Objem vzorku ¹	Směrodatná odchylka ²		Variační koeficient ³	
	měření ⁴	stanovení ⁵	měření ⁴	stanovení ⁵
2 ml bez temperace magnetu ⁶	0,19	0,55	0,43	1,17
40 ml bez temperace magnetu ⁶	0,09	0,14	0,20	0,30
40 ml při temperaci magnetu ⁷	0,07	0,13	0,15	0,29

¹volume of sample, ²standard deviation, ³coefficient of variation, ⁴measurement, ⁵determination

⁶without temperature treatment of magnet, ⁷at temperature treatment of magnet

né stanovení obsahu oleje v daném materiálu při zachování celého předepsaného analytického postupu (od vysušení až po změření). V této reprodukovatelnosti jsou zachyceny jak chyby způsobené prací přístroje, tak chyby vzniklé při analytickém postupu.

Metoda NMR spektrometrie umožňuje provedení analýz u malých objemů vzorků (2 ml) bez destrukce a vysoušení semen i dostatečně přesně. Cenný šlechtitelský materiál je tak zachován pro další pěstování.

Literatura

- BENGTTSSON, L.: Some experiences of using different analytical methods in screening for oil, and protein content in rapeseed. *Fette-Seifen-Austrichmittel*. 87, Jahrgang, 7, 1985.
- British standard methods for the analysis of oilseeds. Determination of oil by nuclear magnetic resonance. BS 4289, Part 7, 1985. British Standards Institution.
- CONWAY, T. F. — EARLE, F. R.: Nuclear magnetic resonance for determining oil content of seeds. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 40, 1963, č. 7.
- HOREL, J.: Chemicko-technologické rozborů zemědělských plodin. 1956, s. 37.
- HOUGEN, F. W. — BLANK, M. T. — SIMPSON, W. R.: Sources of error in the determination of oil content of rapeseed by nuclear magnetic resonance. *International Rapeseed Conference Paris*, 1983.
- MADSEN, E.: Nuclear magnetic resonance spectrometry as a quick method of determination of oil content in rapeseed. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 53, 1976.
- Oilseed — determination of oil content — low resolution nuclear magnetic resonance spectrometric method. Draft International Standard ISO/DIS 5511. International Organization for Standardization, 1983.
- PREININGEROVÁ, J. — TOCHÁČEK, L.: Řepka — vývoj jakosti a nedostatky současně kvality z hlediska zpracovatele. In: *Nové cesty rozvoje výroby a kvality řepky*. Praha, VŠZ 1989, s. 34–35.
- RAMAMURTHI JAMBUNATHAN — S. MADHUSUDANA RAJU — SHUBHADA P. BARDE: Analysis of oil content of groundnuts by nuclear magnetic resonance spectrometry. *J. Sci. Fd Agric.*, 36, 1985, s. 161–166.
- SRINIVASAN, V. T. — SINGH, B. B. — CHIDAMBARESWARAN, P. K. — SUNDARAM, V.: The effect of hydrogen content on estimation of seed oil by pulsed nuclear magnetic resonance. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 63, 1986, č. 8.
- VAŠÁK, J. — HONOVÁ, D.: Problematika olejnatosti u řepky ozimé. In: *Nové cesty rozvoje výroby a kvality řepky*. Praha, VŠZ 1989, s. 13–26.

Došlo 7. 3. 1990

L. BEZECNÁ, L. TENKL, M. KONRÁDOVÁ (Breeding Station, Slapy u Tábora):
**The determination of oil content in winter rape by the NMR method keeping
the biological properties of seeds.**
Rostl. Vyr., 37, 1991 (1): 75–80.

The method of NMR spectroscopy was used to determine the oil content in the winter rape seeds in the samples of low weight (ca 1 g). The biological value is maintained in the seeds, this fact is very important for a breeding material. The method to select the calibration samples, control sample, preparation of the sample for measurement is given in the paper and some practical experience obtained in the operation with the of the Oxford Analytical Instruments Ltd. Company.

STUPŇOVANÉ DUSÍKATÉ HNOJENIE A JEHO VPLYV NA ZMENY V TVORBE BIOMASY A V TECHNOLOGICKEJ HODNOTE JEDNOSEMENNEJ ODRODY CUKROVEJ REPY

Pavol Bajči, Eva Tománková

Výskumný a šľachtiteľský ústav semenných okopanín a priemyselných plodín, 919 28 Bučany

Uvádzame výsledky sledovania vplyvov stupňovaného dusíkatého hnojenia dávkami 0 až 150 kg.ha⁻¹ na úrodu a technologickú hodnotu jednosemennej cukrovej repy odrody Imona v rokoch 1986 až 1989. Pokusy boli zakladané na pozemkoch Semenárskeho štátneho majetku Trnava v okolí VŠU Bučany. Najsilnejšou príčinou premenlivosti počas celého pokusného obdobia bol ročník. V daných pôdnoklimatických podmienkach nespôsobili stupňované dávky dusíkatej výživy v priemere za tri roky preukazné rozdiely v úrodách buliev, ale v cukornatosti vyvolali až vysokopreukazné diferencie. S ohľadom na výsledky produkcie za daných agroekologických podmienok na pôdach so strednými až vysokými obsahmi základných živín a pri daných klimatických prvkoch sa dávka dusíka pre úrodu buliev pohybuje na úrovni okolo 100 kg.ha⁻¹, ale pri najdôležitejších kvalitatívnych ukazovateľoch od 30 do 50 kg.ha⁻¹ a pri tvorbe nežiadúcich melasotvorných zložiek bol najlepší nehnojený variant.

Vzhľadom na súčasné zmeny v ekonomických nástrojoch zasahujúcich do výroby cukrovej repy je hľadanie ciest zlepšenia kvality suroviny nesmierne dôležité. Jedným z rozhodujúcich činiteľov zmien technologickej hodnoty cukrovej repy je hnojenie dusíkom. Optimalizácia výživy (najmä dusíkom) predstavuje jednu z najpohotovejších rezerv, ktoré pôsobia na tvorbu úrody cukrovej repy. Jeho pôsobenie je však podmienené mnohými faktormi — druhom a typom pôd, jej fyzikálnymi a agrochemickými vlastnosťami, priebehom poveternostných podmienok, jeho celkovou dávkou i zastúpením k ostatným živinám. Údaje o dávkach dusíka sú značne rozdielne (Prugar, Rob, 1976; Chochola, 1983; Bajči, 1984; Rúčka, 1985; Tichý, 1987; Strnad, Valeš, 1988).

Základným predpokladom vysokej a kvalitnej úrody je dôležité rýchle dosiahnuť optimálnej pokrývnosti listovej ružice a po vytvorení nutného listového aparátu tvorbu listov obmedziť tak, aby jej ďalšou výstavbou nedochádzalo k stratám energie a asimilátov, ktoré by sa inak mohli uložiť vo forme sacharózy. V praxi to znamená zabezpečovanie fázového príjmu dusíka: do konca júla maximálneho a od septembra minimálneho (Chochola, 1981a). Vysoká úroveň intenzity fotosyntézy v priebehu celej vegetácie zabezpečuje zvýšenie úrody a cukornatosti cukrovej repy (Buzanov, Borisjuk, 1981). Hoci centrom metabolizmu dusíka a miestom prevažného využitia vznikajúcich asimilátov sú listy, disproporcie vo výžive dusíkom sa prejavujú zmenami anatomicko-morfologických a produkčných ukazovateľov celej plodiny.

Stupňované dávky dusíka výrazne ovplyvňujú formovanie nadzemnej a podzemnej časti cukrovej repy. Pozitívne ovplyvnenie úrody skrojkov v dôsledku stupňovaných dávok dusíka zaznamenali viacerí autori (Šimon, 1981; Chochola, 1983; Pulkrábek, 1984).

Dynamika tvorby úrod buliev sa v priebehu vegetačného obdobia mení. Zatiaľ čo na začiatku vegetácie sú prírastky úrod buliev pomerne malé, možno hovoriť o pomerne

dobrom zosúladiení nárastu biomasy skrojkov a biomasy buliev (Miklovič, 1986). Postupne sa zrýchľujúci rast skrojkov je doprevádzaný postupným a primeraným nárastom hmotnosti buliev. Podobne i Curth (1979) konštatuje, že v týchto etapách vývinu dochádza k veľmi dobrej synchronizácii rastu skrojkov a buliev v spojitosti s optimálnymi klimatickými podmienkami, ktoré sa obyčajne utvárajú v polovici júna.

Strnad, Valeš (1988) zaznamenali zvyšovanie úrod buliev stupňovanými dávkami dusíka až do $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, avšak za súčasného znižovania cukornatosti (pri 160 kg dusíka o 1,8 %, pri 240 kg dusíka o 2,5 %).

Na negatívny vplyv stupňovaných dávok dusíka na cukornatosť poukazuje rad autorov (Burba, 1977; Akeson et al., 1979; Chochola, 1981b; Chochola, 1983). Literárne údaje upozorňujú aj na fakt, že v prípadoch vysokej ponuky dusíka z pôdy sa najlepšia cukornatosť dosiahla na nehnosenom variante (Carter et al., 1975; Strnad, 1980). Depresívne pôsobenie dusíka na cukornatosť potvrdili aj Zahradníček et al. (1982) zistením, že na 1 kg dusíka na 1 ha prislúcha zníženie cukornatosti o 0,004 až 0,01 S°.

Na negatívne ovplyvňovanie čistoty šťavy určitým stúpaním obsahu sodíka, draslíka a alfa-aminodusíka vplyvom stupňovaných dávok dusíka poukazujú viacerí autori (Bürcky et al., 1978; Joachim, 1980; Chochola, 1983). Čiastočné zhoršenie kvality musíme vo väčšine prípadov nevyhnutne pripustiť, pokiaľ rastie súčasne absolútna úroda cukru, prípadne ďalšie hodnoty. Z tohto hľadiska sme sa zamerali na sledovanie vplyvu stupňovaných dávok dusíka na kvantitatívne i kvalitatívne vlastnosti cukrovej repy odrody Imona.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme v rokoch 1986 až 1989 založili na pozemkoch, ktoré sa nachádzajú na stredne ťažkej hlinitej alebo karbonátovej černozi na sprašovom podklade so základnými agrochemickými charakteristikami uvedenými v tab. I.

I. Základné agrochemické charakteristiky pokusných pozemkov — Basic agrochemical characteristics of the experimental plots

	Rok ¹		
	1985	1986	1987
pH v KCl	6,00	6,35	7,77
Obsah ² humusu ³ v % podľa Tjurina	2,31	2,10	3,45
Obsah ² P v mg. 1000 g^{-1} pôdy podľa Egnera	66,18	72,85	99,00
Obsah ² K v mg. 1000 g^{-1} pôdy podľa Schachtschabela	130,70	155,30	195,50
N-NO ₃ ⁻ v mg. 1000 g^{-1} pôdy	4,50	4,78	6,10
N-NH ₄ ⁺ v mg. 1000 g^{-1} pôdy	13,80	9,65	5,60
N _{AN} v mg. 1000 g^{-1} pôdy	18,30	14,43	11,70
N _{LH} v mg. 1000 g^{-1} pôdy	63,00	55,20	80,50

¹year, ²content, ³humus

Schéma variantov minerálneho hnojenia:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. PK + 0 N.ha ⁻¹ (kontrola) | 4. PK + 100 kg N.ha ⁻¹ |
| 2. PK + 30 kg N.ha ⁻¹ | 5. PK + 150 kg N.ha ⁻¹ |
| 3. PK + 50 kg N.ha ⁻¹ | |

Základným hnojením bolo použitie maštalného hnoja v dávke 40 t.ha⁻¹, ktorý bol spolu s priemyselnými hnojivami fosforu a draslíka zaoraný do pôdy strednou orbou. Dávky fosforu a draslíka boli vypočítané na základe výsledkov agrochemických rozborov pôd v jednotlivých rokoch podľa Komplexnej metodiky výživy rastlín. Ako dusíkaté hnojivo sme použili 27,5 % LAV v predsejbovej ručnej aplikácii. Prehľad aplikácie priemyselných hnojív v pokuse udáva tab. II.

II. Prehľad aplikácie priemyselných hnojív v pokuse — A survey of application of commercial fertilizers in the trial

Rok ¹	Druh použitého hnojiva ²	Dávka čistých živín ³ (kg.ha ⁻¹)	Termín aplikácie ⁴
1986	superfosfát ⁵ 47%	40	pred strednou orbou ⁷
	draselná soľ ⁶ 60%	112	
1987	superfosfát ⁵ 47%	40	
	draselná soľ ⁶ 60%	112	
1988	superfosfát ⁵ 47%	26	
	draselná soľ ⁶ 60%	112	

¹year, ²kind of fertilizer applied, ³rate of pure nutrients, ⁴date of application, ⁵superphosphate, ⁶potassium salt, ⁷before central border

Vo všetkých pokusných ročníkoch sme použili obalované osivo odrody Imona. Zberová plocha parcelky bola pre jeden odber materiálu 10 m². V priebehu vegetácie sa uskutočnilo päť odberov. Každý variant bol štyrikrát opakovaný. Predplodinou bola v každom roku ozimá pšenica. Základné klimatické charakteristiky uvádzame v klimato-gramoch (obr. 1). Technologickým rozborom na automatickej linke Venema sme stanovili: cukornatosť repy v °S; obsah draslíka v mmol. 100 g⁻¹ repy; obsah sodíka v mmol krát 100 g⁻¹ repy; obsah alfa-aminodusíka v mmol. 100 g⁻¹ repy.

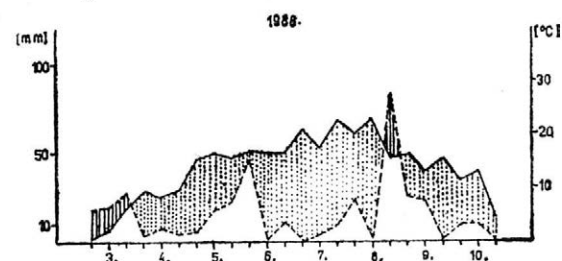
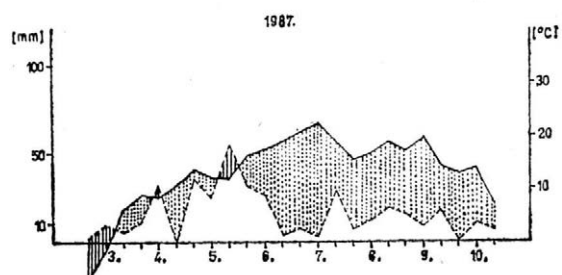
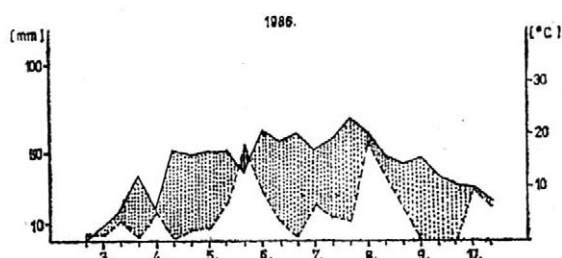
Výsledky týchto rozborov sme použili pre hodnotenie technologickej kvality a pre výpočet produkcie rafinády na 1 ha ako výsledného kritéria posúdenia vplyvu výživár-ských zásahov.

VÝSLEDKY

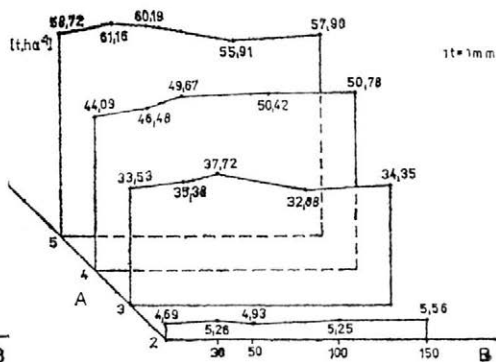
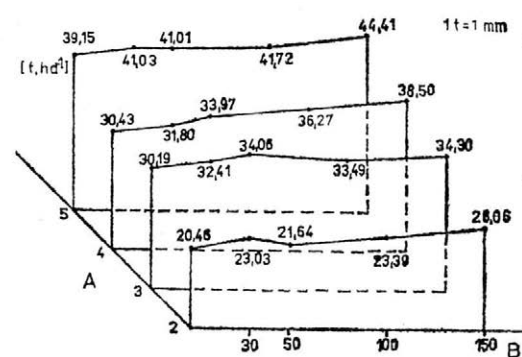
Pre porovnanie jednotlivých stupňovaných dávok dusíkatej výživy sme pre hodnotenie zvolili základné kvantitatívne a kvalitatívne kritériá tak, aby bolo možné posúdiť tvorbu biomasy a rozhodujúce vlastnosti pre posúdenie kvality cukrovej repy. Tvorbu buliev oveľa výraznejšie ovplyvňovali ročníky ako stupňované dávky dusíka (obr. 3 a 6).

Významný vplyv ročníkov na tvorbu úrod možno pripísať aj tomu, že v jednotlivých pokusných rokoch neboli výraznejšie rozdiely v agrochemických vlastnostiach pôd.

Najväčšie diferencie medzi nehnojeným kontrolným variantom a variantami výživy sa vyskytli v klimaticky najpriaznivejšom roku 1987, kedy suma zrážok za vegetačné obdobie dosiahla hodnotu 356,4 mm. Najnižšie úrody boli v roku 1986, kedy suma zrážok



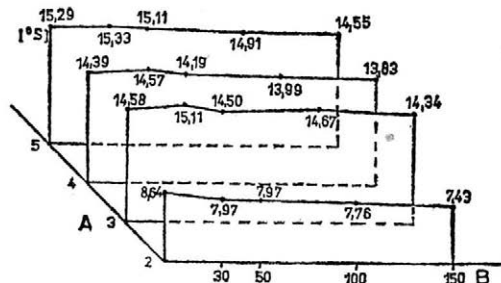
1. Walterov klimatogram za vegetačné obdobie v rokoch 1986 až 1988 — Walter's climatogramme for the growing season over the years 1986—1988



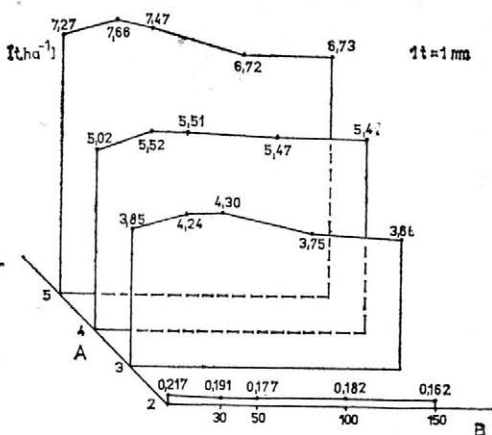
2. Priemerné výsledky úrod skrojokv za tri roky v jednotlivých variantoch a odberoch — Average results of sugar beet top yields in different treatments and samplings

A - odbery — samplings; B - dávka dusíka — nitrogen rates

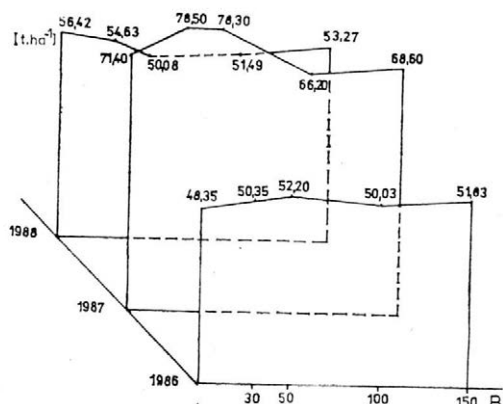
3. Priemerné výsledky úrod koreňa za tri roky v jednotlivých variantoch a odberoch — Average results of sugar beet root yields in different treatments for the period of three years



4. Priemerné výsledky v cukrnatosti koreňa za tri roky v jednotlivých variantoch a odberoch — Average results of sugar content in different treatments for three years



5. Priemerné výsledky produkcie rafinády za tri roky v jednotlivých variantoch a odberoch — Average results of refined sugar yield in different treatments and samplings for three years



6. Úroda koreňa za roky 1986 až 1988 v termíne zberu — The sugar beet root yield for the years 1986–1988 in the date of harvest

za vegetačné obdobie bola síce 344,4 mm, ale ich rozdelenie bolo veľmi nepriaznivé.

Priebeh poveternosti ovplyvnil vývoj porastu cukrovej repy a vzhľadom na veľký deficit zrážok v rozhodujúcom období z hľadiska tvorby úrod bola v roku 1986 dosiahnutá úroda buliev v priemere za celý pokus 50,55 t.ha⁻¹, čo je najnižšia úroda z troch sledovaných rokov.

Najvyššie úrody buliev v trojročnom priemere sme zistili pri dávkach dusíka 30 a 50 kg.ha⁻¹ (tab. III). Absolútny rozdiel medzi najvyššou a najnižšou úrodou buliev v trojročnom priemere bol 5,26 t.ha⁻¹. Najmenšie rozdiely medzi variantami výživy boli v klimaticky nepriaznivých ročníkoch 1986 a 1988.

III. Vplyv stupňovaného hnojenia dusíkom na úrodu buliev (t.ha⁻¹) — The effect of gradated nitrogen fertilization on the sugar beet root yield (t per ha)

Pokusný ročník ¹	Dávka dusíka ² (kg.ha ⁻¹)				
	0	30	50	100	150
1986	48,35	50,35	52,20	50,03	51,83
1987	71,40	78,50	78,30	66,20	68,60
1988	56,42	54,63	50,08	51,49	53,27
$\bar{x}$	58,72	61,16	60,19	55,90	57,90

¹experimental year, ²nitrogen application rate

IV. Vplyv stupňovaného hnojenia dusíkom na úrodu skrojkov ($t \cdot ha^{-1}$) — The effect of graded nitrogen fertilization on the sugar beet top yields (t per ha)

Pokusný ročník ¹	Dávka dusíka ² ($kg \cdot ha^{-1}$)				
	0	30	50	100	150
1986	31,03	32,00	34,68	33,55	34,28
1987	46,90	52,10	49,10	51,90	56,50
1988	39,53	38,98	39,25	39,70	40,48
$\bar{x}$	39,15	41,03	41,01	41,72	43,75

For 1–2 see Tab. III

V. Vplyv stupňovaného hnojenia dusíkom na cukornatosť (%) — The effect of graded nitrogen fertilization on sugar content (%)

Pokusný ročník ¹	Dávka dusíka ² ($kg \cdot ha^{-1}$)				
	0	30	50	100	150
1986	14,96	14,85	14,42	14,84	13,93
1987	16,30	16,30	16,30	15,80	15,80
1988	14,61	14,85	14,62	14,09	13,93
$\bar{x}$	15,29	15,33	15,11	14,91	14,55

For 1–2 see Tab. III

VI. Štatistické hodnotenie úrody buliev — Statistical evaluation of the sugar beet root yields

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupne voľnosti ³	Rozptyl ⁴	<i>F</i> -test ⁵	
				<i>F</i> -vypočítané ⁶	významnosť ⁷
Opakovania ⁸	4. 668E+01	3	1. 556E+01	1. 475E+00	++
Faktor A ⁹	5. 803E+03	2	2. 901E+03	2. 750E+02	
Rezidual dielcov ¹⁰	6. 330E+01	6	1. 055E+01		
Faktor B ¹¹	2. 015E+02	4	5. 038E+01	1. 617E+00	
Interakcia AB ¹²	4. 429E+02	8	5. 636E+01	1. 777E+00	
Rezidual podielov ¹³	1. 122E+03	36	3. 116E+01		
Celkom ¹⁴	7. 679E+03	59			

¹source of variability, ²sum of squares, ³degrees of latitude, ⁴variance, ⁵*F*-test, ⁶*F*-calculated, ⁷significance, ⁸replications, ⁹factor A, ¹⁰residual of components, ¹¹factor B, ¹²interaction AB, ¹³residual of proportions, ¹⁴total

VII. Štatistické hodnotenie cukornatosti — The statistical evaluation of sugar content

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupne voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	
				F-vypočítané ⁶	významnosť ⁷
Opakovania ⁸	1.515E+00	3	5.050E-01	5.068E-01	
Faktor A ⁹	3.443E+01	2	1.721E+01	1.728E+01	++
Rezidual dielcov ¹⁰	5.978E+00	6	9.963E-01		
Faktor B ¹¹	5.326E+00	4	1.332E+00	4.075E+00	++
Interakcia AB ¹²	1.077E+00	8	1.346E-01	4.119E-01	
Rezidual podielov ¹³	1.176E+01	36	3.267E-01		
Celkom ¹⁴	6.009E+01	59			

For 1—14 see Tab. VI

VIII. Vplyv stupňovaného hnojenia dusíkom na výťažnosť rafinády (%) — The effect of gradated nitrogen fertilization on refined sugar yield (%)

Pokusný ročník ¹	Dávka dusíka ² (kg. ha ⁻¹)				
	0	30	50	100	150
1986	11,99	12,18	11,57	12,04	10,99
1987	13,52	13,60	13,71	13,09	13,07
1988	11,26	11,30	11,20	10,61	10,36
$\bar{x}$	12,26	12,36	12,16	11,91	11,47

For 1—2 see Tab. III

IX. Vplyv stupňovaného hnojenia dusíkom na úrodu rafinády (t. ha⁻¹) — The effect of gradated nitrogen fertilization on the refined sugar yield (t per ha)

Pokusný ročník ¹	Dávka dusíka ² (kg. ha ⁻¹)				
	0	30	50	100	150
1986	5,83	6,13	6,04	6,02	5,69
1987	9,64	10,71	10,77	8,66	8,98
1988	6,33	6,13	5,61	5,47	5,52
$\bar{x}$	7,27	7,66	7,47	6,72	6,73

For 1—2 see Tab. III

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupne voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	
				F-vypočítané ⁶	významnosť ⁷
Opakovania ⁸	4. 814E-01	3	1. 605E-01	2. 016E-01	
Faktor A ⁹	1. 998E+02	2	9. 989E+01	1. 255E+02	++
Rezidual dielcov ¹⁰	4. 776E+00	6	7. 960E-01		
Faktor B ¹¹	8. 972E+00	4	2. 243E+00	2. 939E+00	+
Interakcia AB ¹²	9. 250E+00	8	1. 156E+00	1. 515E+00	
Rezidual podielcov ¹³	2. 748E+01	36	7. 633E-01		
Celkom ¹⁴	2. 507E+02	59			

For. 1-14 see Tab. VI

V úrode skrojkov sme zaznamenali veľkú variabilitu hmotnosti biomasy skrojkov v jednotlivých fázach rastu i v jednotlivých pestovateľských rokoch. Najprudší rast biomasy skrojkov zo začiatku vegetácie bol zaznamenaný v roku 1986, t.j. v roku s najnižšou hospodárskou úrodou. Najvyššiu hmotnosť skrojkou sme v priemere troch rokov zaznamenali na variante N₁₅₀PK (44,40 t.ha⁻¹) a najnižšiu na N₀PK (39,15 t.ha⁻¹). Pozitívne ovplyvnenie úrody skrojkov v dôsledku stupňovaných dávok dusíka zaznamenali viacerí autori (Šimon, 1981; Chochola, 1983; Pulkrábek, 1984).

Priemerné výsledky úrod skrojkov a buliev za tri roky v jednotlivých variantoch a odberoch sú znázornené na obr. 2 a 3 a v tab. IV a V. Štatistické hodnotenie úrod buliev potvrdilo, že pri dobrých zásobách živín v pôde nemalo stupňované dusíkaté hnojenie na tento znak preukazný vplyv (tab. VI).

V dôležitom kvalitatívnom znaku — cukornatosti sa tiež prejavil silný vplyv ročníka. Najvyššia cukornatosť v priemere pokusných rokov bola pri dávke dusíka 30 kg.ha⁻¹ a bola o 0,78 °S vyššia ako pri dávke 150 kg.ha⁻¹. Štatistické hodnotenie potvrdilo, že cukornatosť bola vysokopreukazne ovplyvňovaná nielen ročníkmi, ale aj variantami hnojenia (tab. VII).

Najlepšie hodnoty výťažnosti rafinády mal variant N₃₀PK (12,36 %) a najnižšiu (11,47 %) variant N₁₅₀PK (tab. VIII). V produkcii rafinády sa uplatnili ročníkové diferencie najmä výškou úrod a kvalitatívne diferencie zmenou dusíkatej výživy. V priemere troch rokov bol najlepší variant N₃₀PK (7,47 t.ha⁻¹) a najhorší bol variant N₁₀₀PK (6,72 t.ha⁻¹) i N₁₅₀PK (6,73 t.ha⁻¹). Priemerné výsledky v cukornatosti a produkcii rafinády sú znázornené na obr. 4 a 5. Úroda rafinády a štatistické hodnotenie sú uvedené v tab. IX a X.

Pri celkovom hodnotení výsledkov sa ukazuje, že kvantitatívne a kvalitatívne zmeny pri cukrovej repe sú podmienené predovšetkým poveternostnými podmienkami príslušného ročníka. Existujú však aj interakcie medzi priebehom klimatických podmienok a stupňovanými dávkami dusíka, pretože v jednotlivých rokoch sa tieto uplatnili rôznym spôsobom. Nemožno tiež vynechať pôdne vlastnosti, pretože tieto pri prijíme živín zohrávajú významnú úlohu.

Z hľadiska výsledkov a záverov mnohých prác je jedným z rozhodujúcich činiteľov nielen pre tvorbu úrod, ale aj pre zmeny technologickej hodnoty cukrovej repy výživa, hlavne dusíkom.

Porovnaním získaných experimentálnych výsledkov sme došli k záveru, že čím sú nepriaznivejšie podmienky pre rast a vývin cukrovej repy, tým sú aj menšie diferencie v úrodách buliev medzi variantami so stupňovaným dusíkatým hnojením. V cukornatosti repy je tento vzťah opačný. Čím sú podmienky pre rast nepriaznivejšie, tým sú diferencie v cukornatosti buliev medzi variantami vyššie. To znamená, že v nepriaznivých ročníkoch z hľadiska podmienok vývinu cukrovej repy musíme dôslednejšie dbať na jej dusíkatú výživu. Mnohí autori zaznamenávajú zvyšovanie úrod buliev cukrovej repy do dávky dusíka $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Túto otázku však treba podľa našich výsledkov špecifikovať v úzkej nadväznosti na pôdne vlastnosti, nakoľko v našom prípade pri dobrých až vysokých zásobách živín vrátane dusíka sme zaznamenali vzostup úrody buliev len po hodnoty 30 až $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Významnú úlohu v tomto smere zohráva biologická činnosť pôdy, rozklad organických látok včítane humusu mikroorganizmami. Intenzita mikrobiologických procesov je závislá od obsahu živín v pôde, úrodnosti pôdy, množstva a kvality maštalného hnoja, organických látok v pôde a ďalších intenzifikáčnych faktorov (vody, fyzikálnych, chemických, fyzikálno-chemických vlastností pôdy, teploty vzduchu a pôdy a pod). Curth (1979), Bajči (1984), Miklovič (1986), Strnad, Valeš (1988) i ďalší poukazujú na vzťahy medzi rastom a vývinom cukrovej repy vo vegetačnom období a klimatickými faktormi. Na základe získaných a spracovaných údajov pokladajú z hľadiska tvorby úrody a jej technologickej kvality za rozhodujúce mesiace júl a august. Maximálny vplyv na vývoj úrod a jej kvalitu má však nielen rozdelenie zrážok a teplôt, ale aj doba nástupu ich maximálnych hodnôt v priebehu vegetácie a ich vzájomné pomery. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme urobiť niektoré závery:

Najsilnejšou príčinou premenlivosti počas celého pokusného obdobia bol ročník. Najlepšie výsledky v úrodách buliev sa dosahujú v rokoch s najvyššími zrážkami za vegetačné obdobie. Najlepšie výsledky v technologickej hodnote sme dosiahli v ročníkoch s najmenšou sumou zrážok v mesiaci auguste.

Stupňované dávky dusíka (najmä nad $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) sa výraznejšie prejavujú vo zvyšovaní hmotnosti skrojkov ako v hmotnosti buliev a zároveň negatívne vplyvajú na všetky základné kvalitatívne vlastnosti.

V daných agroekologických podmienkach sa ako najpriaznivejšie varianty dusíkatej výživy prejavili pri tvorbe úrod varianty okolo $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, pri najdôležitejších kvalitatívnych ukazovateľoch varianty 30 až $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ a pri tvorbe melasotvorných zložiek nehnojéný variant.

Pre dané obdobie agroekologické podmienky vyplýva, že pri dobrých až vysokých zásobách prístupných živín v pôde pred sejbou sa nedoporučuje hnojiť dusíkom, pri malých až stredných zásobách dávkami medzi 50 až $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ a pri veľmi malých zásobách dávkami 100 až $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$; dohnojovanie riadiť podľa pomeru N : P v období 6. a 7. listu.

Literatura

- AKESON, W. R. — WESTFALL, D. G. — HENSON, M. A. — STOUT, E. L.: Influence of nitrogen fertility level and topping methods on yield and storage losses in sugarbeets. *Agron. J.*, 71, 1979, č. 2, s. 292–297.
BAJČI, P.: Riadenou výživou cukrovej repy za zvýšenie výroby rafinády. *Úroda*, 32, 1984, č. 12, s. 551–552.

- BURBA, M.: Der Stickstoff als Qualitätsbestimmender Faktor im Stoffwechsel der Zuckerrübe. Zucker, 30, 1977, č. 4/5, s. 173–186.
- BÜRCKY, K. — BEISS, U. — WINNER, C.: Versuche zur Bedeutung des Nährstoffangebotes für die Qualität der Zuckerrübe. Zuckerindustrie, 103, 1978, č. 3, s. 190–200.
- BUZANOV, I. F. — BORISJUK, V. H.: Itogy i zadaci naučnolisledovatel'skoj raboty po fiziologii, biochimiji i anatomiji sacharnoj svekly. Kijiv, Naukova Dumka 1981.
- CARTER, J. N. — WESTERMANN, D. T. — JENSEN, M. E. — BOSMA, S. M.: Predicting nitrogen fertilizer needs for sugarbeets from residual nitrate and mineralisable nitrogen. J. Amer. Soc. Sug. Beet Technol., 18, 1975, č. 3, s. 232–244.
- CURTH, P.: Untersuchungen über die Veränderungen von Leistungsmerkmalen sowie deren Variabilitäts- Korrelations- und Regressionskoeffizienten im Vegetationsverlauf der Zuckerrübe. Arch. Zücht.-Forsch., 9, 1979, č. 3, s. 227–236.
- CHOCHOLA, J.: Odběr dusíku a vývoj cukrnatosti různě hnojené cukrovky. Rostl. Vyr., 27, 1981a, č. 10, s. 1041–1050.
- CHOCHOLA, J.: Vliv stupňovaného hnojení dusíkem na výnos a jakost cukrovky. Rostl. Vyr., 27, 1981b, č. 7, s. 693–706.
- CHOCHOLA, J.: Řízená výživa cukrovky dusíkem ovlivňuje jakost kořene. Úroda, 31, 1983, č. 10, s. 455–456.
- JOACHIM, S.: Der Einfluss der mineralischen Düngung auf Ertrag und Qualität der Zuckerrüben unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoffdüngung. Fortschr.-Ber. Landwirtsch. Nahr.-güterwirtsch., 18, 1980, s. 141.
- MIKLOVIČ, D.: Dynamika tvorby biomasy a jej rozloženia v priebehu vegetácie vo vzťahu k úrode buliev a ich technologickej kvalite. [Záverečná správa.] Bučany, VŠÚ 1986.
- PRUGAR, J. — ROB., H.: Vliv stupňovaných dávek dusíka na technologickou hodnotu cukrovky. Úroda, 24, 1976, č. 4, s. 155–156.
- PULKRÁBEK, J.: Růstové křivky v růstové analýze cukrovky (*Beta vulgaris* subsp. *altissima* Döll, var. *saccharifera*). Rostl. Vyr., 30, 1984, č. 9, s. 987–1000.
- RÚČKA, M.: Zvyšovanie úrod a kvality cukrovej repy hnojením v závlahách. [Záverečná správa.] Bratislava, VÚZH 1985.
- STRNAD, P.: Vliv agrotechnických faktorů na výnosy a kvalitu cukrovky. Úroda, 28, 1980, č. 10, s. 451–452.
- STRNAD, P. — VALEŠ, J.: Vztah výživy a hnojení k produkci a jakosti cukrovky. In: Zbor. Cukrová řepa 88, 1988, s. 67–71.
- ŠIMON, J.: Vliv porostu a hnojení dusíkem na velikost a jakost kořene zavlažované cukrovky na lehkých půdách. In: Sbor. DT ČSVTS, Regulace jakosti cukrovky, Pardubice, 1981, s. 80–90.
- TICHÝ, I.: Účinnost dávek dusíka na úrody a kvalitu cukrovej repy. In: Zbor. Pestovanie cukrovej repy, 1987, s. 14–19.
- ZAHRAVNÍČEK, J. — ONDRÁČEK, M. — HENDRYCHOVÁ, J. — JARÝ, J. — STANĚK, J. — HEŘMÁNKOVÁ, V.: Topografie a technologická jakost cukrovky pod vlivem diferencované dávky dusíku. Listy cukrov., 98, 1982, č. 2, s. 62–65.

Došlo 7. 3. 1990

P. BAJČI, E. TOMÁNKOVÁ (Research and Breeding Institute of Seed Root Crops and Commercial Crops, Bučany):

The graduated nitrogen fertilization and its influence on the changes in biomass output and in the technological value of singleseed variety of sugar beet.

Rostl. Vyr., 37, 1991 (1): 81–90.

The results of the influence of graduated nitrogen application rates ranging from 0 to 150 kg per ha on the yield and technological value of single-seed sugar beet Imona variety are given in the paper for the years 1986–1989. Trials have been established on the plots of the Seed Production State Farm, Bučany. The year was the strongest reason for variability during the whole experimental period. Graduated rates of nitrogenous nutrition exhibited no significant differences in the beet root yields under the given soil and climatic conditions over the period of three years, while sugar content exhibited even highly significant differences. Nitrogen application rate for the sugar beet root yield is at the level about 100 kg per ha with respect to the results of the yield under the given agroecological conditions on soils having the medium to high basic nutrient contents and under the given climatic components but within the most important qualitative indicators, this ranges between 30 to 50 kg per ha and the unfertilized treatment was found to be the best in the production of undesirable molasses-forming components.

VLIV RETARDOVANÉ NITRIFIKACE NA PŘÍJEM DUSÍKU (^{15}N) LNEM

Stanislav Ficnar

Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, 787 01 Šumperk-Temenice

V nádobovém a polním pokuse s hnědou půdou oglejenou byla nitrifikace ovlivněna inhibitory N-Serve (Nitrapyrin) a ATL (4-amino-1, 2, 4-triazol s lignin sulfonanem sodným a vápenatým). V nadzemní části lnu byl sledován příjem dusíku z $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Využití dusíku z hnojiva pro tvorbu semen lnu bylo aplikací inhibitorů nitrifikace sníženo. V polním pokuse se snížilo i využití dusíku z půdy. V nádobovém pokuse se podíl půdního dusíku v semenech zvýšil. Dusík z hnojiva zřejmě uvolňoval dusík z půdní zásoby. Ten zůstal v nádobě pro rostlinu prostorově dostupný. Ve stoncích lnu vykazala aplikace inhibitorů nitrifikace nižší využití dusíku z hnojiva i půdní zásoby. Po aplikaci inhibitorů činilo využití dusíku nadzemní části lnu v nádobovém pokuse 22,6 až 35,0 %, při neovlivněné nitrifikaci 30,5 až 37,5 %. V polním pokuse činilo využití s inhibitory 14,3 až 25,9 %, bez inhibitorů nitrifikace 17,7 až 26,8 %.

Současné rajonizované odrůdy lnu byly šlechtěny do podmínek intenzivní výživy. Vyšší dávky dusíkatých hnojiv ke lnu, ale i k předplodinám přesto nepříznivě ovlivňují jeho výnos i kvalitu (Ficnar et al., 1984; Lahola, 1985).

U této plodiny se značnou citlivostí zejména na dusíkaté hnojení sledoval problematiku odběru dusíku a vliv na výnos Lahola (1973, 1974), avšak v podmínkách přirozeně probíhajícího nitrifikačního procesu. Cílem práce bylo rozšířit soubor poznatků o příjmu dusíku v podmínkách ovlivněné nitrifikace. K tomuto účelu byl u lnu aplikován stabilní izotop ^{15}N v síranu amonném s dvěma inhibitory nitrifikace.

MATERIÁL A METODA

Nádobový pokus byl založen v roce 1986 ve vegetační hale ve standardních Mitscherlichových nádobách s náplní 5,2 kg suché zeminy z ornice a 1,1 kg suchého křemenného písku v nádobě. Zemina byla odebrána z pozemku polního pokusu, založeného ve vlhčím výrobním typu bramborářském, v nadmořské výšce 300 m. Půdní typ byla hnědá oglejená půda jílovito-hlinitá. Charakteristiku pro oba typy pokusu uvádí tab. I.

I. Charakteristika půdy v nádobovém a polním pokuse — Characteristics of soil in pot and field trials

Pokus ¹	pH (KCl)	P	K	N _t	C _{ox}	C : N
		mg . kg ⁻¹		(%)		
Nádobový ²	6,2	62	69	0,12	1,02	8,5 : 1
Polní ³	6,1	72	76	0,12	1,01	8,4 : 1

¹trial, ²pot, ³field

Varianty nádobového a polního pokusu:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. S1 PK | 4. S2 PK |
| 2. S1 PK + ATL | 5. S2 PK + ATL |
| 3. S1 PK + N-Serve | 6. S2 PK + N-Serve |

Dusíkaté hnojivo $S = (NH_4)_2SO_4$ bylo aplikováno ve dvou dávkách (index 1 a 2).

Použité inhibitory nitrifikace:

ATL — účinná látka 60% 4-amino-1,2,4-triazol a 15% lignin sulfonan sodný a vápenatý (VŠCHT, Pardubice, ing. Socha, CSC.)

N-Serve — účinná látka 24% 2-chlor-6-(trichlormetyl)-pyridin (USA).

V nádobovém pokuse byla na 1 kg suché zeminy z ornice aplikována dávka dusíku 69 mg (index 1) a 138 mg (index 2), dávka fosforu 54 mg v KH_2PO_4 a 161 mg draslíku v KH_2PO_4 a K_2SO_4 . Inhibitor nitrifikace ATL byl použit v dávce 10 mg účinné látky a N-Serve 5 mg účinné látky na 1 kg náplně. Hnojiva i inhibitory byly aplikovány ve formě vodných roztoků do hloubky 4 cm. Pokus byl zaléván na 70 % vodní kapacity. Počet opakování byl čtyři, z toho v jednom opakování byl aplikován $(^{15}NH_4)_2SO_4$ při 10% obohacení.

V polním pokuse byla na 1 m² aplikována dávka dusíku 3 g (index 1) a 6 g (index 2). $(^{15}NH_4)_2SO_4$ v 10% obohacení byl aplikován v jednom opakování na ploše 0,2 m². Plocha mikroparcely 0,2 m² pro aplikaci ^{15}N byla vymezena z parcely 1 × 1 m dřevěným rámem 50 × 40 cm do hloubky 40 cm (Rubeš, 1984). Dávka fosforu činila na 1 m² 2,18 g v superfosfátu a dávka draslíku 6,64 g v síranu draselném. Dávka inhibitoru nitrifikace ATL činila 144 mg účinné látky, N-Serve 72 mg účinné látky na 1 m². Na mikroparcely byl aplikován $(^{15}NH_4)_2SO_4$ ve formě vodného roztoku. Ostatní hnojiva včetně $(NH_4)_2SO_4$ byla použita v pevném stavu, inhibitory nitrifikace ve vodném roztoku do hloubky 6 cm. Pokus byl realizován ve třech opakováních.

V obou pokusech byla seta odrůda lnu Belan a osivo nebylo mořeno. Počet rostlin v nádobě byl 45, výsev v polním pokuse byl 2500 klíčivých semen na 1 m². Hloubka setí v nádobovém pokuse byla 1,5 až 2 cm, v polním pokuse 2 až 3 cm. V obou typech pokusu byl sledován výnos semen a stonků. V sušině nadzemní hmoty (semen a stonku) byla zjišťována koncentrace dusíku podle Kjeldahla. Koncentrace ^{15}N byla stanovována na hmotovém spektrometru na pracovišti ÚEB ČSAV v Praze-Vokovicích.

Dusík z hnojiva byl stanoven ze vztahu:

$$\frac{N}{N_c} = \frac{P - 0,365}{F - 0,365}$$

kde: N — dusík z hnojiva v mg,
 N_c — celkový dusík v sušině rostlinné hmoty v mg,
 P — procento ^{15}N v N_c ,
 F — procento ^{15}N v $(^{15}NH_4)_2SO_4$.

VÝSLEDKY

V nádobovém pokuse byla u obou dávek síranu amonného nejvyšší koncentrace ^{15}N v semenech i stonku u varianty, kde nebyl aplikován inhibitor nitrifikace. Nejnižší koncentrace ^{15}N pak byla zjištěna při aplikaci ATL. Nejvyšší přijaté množství dusíku z hnojiva (N_h) semeny bylo, až na vyšší hodnotu při dávce 138 mg $N \cdot kg^{-1}$ s N-Serve, u varianty bez inhibitoru nitrifikace. Ve stonku snižovala aplikace inhibitorů příjem dusíku z hno-

II. Sledované hodnoty v semenech, stonku a nadzemní části lnu v roce 1986 (N_h — dusík z hnojiva, N_p — dusík z půdní zásoby) — Investigated values in seeds, stalk and in the above-ground part of flax in 1986 (N_h — nitrogen from fertilizer, N_p — nitrogen from soil store)

Pokus ¹	Varianta ⁴	Semena ⁵					Stonek ⁶					Nadzemní část ⁷		
		výnos ⁸ (g)	¹⁵ N (%)	N_h (g)	N_p (g)	využití ⁹ (%)	výnos ⁸ (g)	¹⁵ N (%)	N_h (g)	N_p (g)	využití ⁹ (%)	N_h (g)	N_p (g)	využití ⁹ (%)
Nádobový ²	1.	5,05	5,748	0,122	0,097	28,1	32,7	4,871	0,041	0,047	9,4	0,163	0,144	37,5
	2.	4,78	4,804	0,086	0,100	19,8	35,3	3,948	0,035	0,059	8,0	0,121	0,159	27,8
	3.	5,80	5,356	0,116	0,109	26,7	33,6	4,495	0,036	0,048	8,3	0,152	0,157	35,0
	4.	7,53	5,781	0,170	0,134	19,5	42,2	6,124	0,096	0,065	11,0	0,266	0,199	30,5
	5.	7,88	3,650	0,116	0,223	13,3	41,3	5,913	0,081	0,059	9,3	0,197	0,282	22,6
	6.	8,78	5,485	0,209	0,185	24,0	40,7	6,121	0,088	0,060	10,1	0,297	0,245	34,1
Polní ³	1.	66,70	1,498	0,322	2,420	10,7	1025	1,560	0,483	3,412	16,1	0,805	5,832	26,8
	2.	59,54	1,487	0,280	2,125	9,3	1041	1,592	0,497	3,407	16,6	0,777	5,532	25,9
	3.	62,04	1,240	0,229	2,297	7,6	1031	1,436	0,415	3,317	13,8	0,644	5,614	21,4
	4.	64,90	1,878	0,403	2,164	6,7	1039	1,877	0,660	3,548	11,0	1,063	5,712	17,7
	5.	53,47	1,932	0,380	1,959	6,3	1013	1,727	0,477	2,896	8,0	0,857	4,855	14,3
	6.	70,30	2,130	0,500	2,232	8,3	1045	1,966	0,563	2,823	9,4	1,063	5,055	17,7

¹trial, ²pot, ³field, ⁴treatment, ⁵seeds, ⁶stem, ⁷above-ground part, ⁸yield, ⁹availability

jíva jednoznačně. Při bilancování příjmu dusíku z půdní zásoby (N_p) lze po aplikaci inhibitorů nitrifikace konstatovat zvýšení jeho množství v semenech, a to u obou dávek, ve stonku pouze u dávky 68 mg N.kg^{-1} . U vyšší dávky 138 mg N.kg^{-1} snižovala aplikace obou inhibitorů i příjem dusíku z půdní zásoby.

V celé nadzemní části lnu snížila u dávky 68 mg N.kg^{-1} aplikace obou inhibitorů nitrifikace a u dávky 138 mg N.kg^{-1} aplikace ATL příjem dusíku z hnojiva. Příjem dusíku z půdní zásoby však byl aplikací obou inhibitorů vzhledem k variantě bez inhibitoru zvýšen. Využití dusíku z hnojiva k tvorbě nadzemní části lnu činilo v nádobovém pokuse $30,5$ až $37,5 \%$ a při ovlivněné nitrifikaci se pohybovalo v rozmezí $22,6$ až $35,0 \%$.

V polním pokuse klesala u nižší dávky (3 g N.m^{-2}) koncentrace ^{15}N v semenech v pořadí varianta bez inhibitoru, ATL, N-Serve, u vyšší dávky (6 g N.m^{-2}) se v témže pořadí koncentrace ^{15}N zvyšovala. Ve stonku byla koncentrace ^{15}N u nižší dávky dusíku nejvyšší s inhibitorem ATL, u vyšší dávky dusíku s N-Serve. Nejvyšší využití dusíku ze síranu amonného semeny lnu bylo, až na výjimku u vyšší dávky dusíku s N-Serve, u varianty bez inhibitoru nitrifikace. Využití stonky bylo po aplikaci inhibitorů nitrifikace u dávky 6 g N.m^{-2} nižší, u dávky 3 g N.m^{-2} nižší však jen u varianty s N-Serve.

Příjem dusíku z půdní zásoby byl aplikací inhibitorů nitrifikace snižován. To se projevilo jednoznačně při nižší dávce dusíku jak u stonku, tak u semen. Zvýšený příjem tohoto dusíku semeny lnu byl zaznamenán jen u vyšší dávky (6 g N.m^{-2}) s aplikací inhibitoru N-Serve.

V bilanci nadzemní části lnu v polním pokuse je patrné snížení využitelnosti dusíku po aplikaci inhibitorů nitrifikace, a to jak z hnojiva, tak i dusíku z půdní zásoby. Využití dusíku z hnojiva k tvorbě nadzemní hmoty lnu činilo v podmínkách polního pokusu $17,7$ až $26,8 \%$, při aplikaci inhibitorů nitrifikace $14,3$ až $25,9 \%$. Výsledky jsou uvedeny v tab. II.

DISKUSE

Celkové množství dusíku v semenech lnu bylo v nádobovém pokuse aplikací inhibitorů nitrifikace v podstatě zvýšeno, v polním pokuse sníženo. V obou typech pokusů bylo využití dusíku z hnojiva semeny po aplikaci inhibitorů nitrifikace nižší, až na výjimku u variant s vyššími dávkami dusíku a N-Serve. V tomto případě byla zřejmě dávka N-Serve vůči hladině dusíku příliš nízká. To se odráží jak ve využití dusíku z hnojiva, tak zvýšením výnosu semen. V nádobovém pokuse se využití dusíku z půdní zásoby aplikací inhibitorů zvýšilo, v polním pokuse snížilo. Při nižším využití dusíku z hnojiva po aplikaci inhibitorů nitrifikace rostlinou pravděpodobně část tohoto dusíku způsobuje zvýšené uvolňování dusíku z půdní zásoby, tzv. priming effect (Klír, 1983). Tento dusík pak může být ve zvýšené míře využit rostlinou, pokud je pro ni dostupný. To naznačují i výsledky nádobového pokusu.

Celkové množství dusíku ve stoncích lnu bylo aplikací inhibitorů nitrifikace sníženo, na čemž se podílí snížené využití dusíku z hnojiva i půdní zásoby. Nižší dávka dusíku s ATL však vykazala v obou typech pokusů zvýšené hodnoty celkového množství dusíku ve stoncích. V nádobovém pokuse je to zřejmě odraz výnosu stonku, v polním pokuse vyšší koncentrace ^{15}N .

Bilance dusíku v nadzemní části lnu vykazuje v nádobovém pokuse po aplikaci inhibitorů nitrifikace snížení podílu dusíku z hnojiva se současným zvýšením podílu dusíku z půdní zásoby. V polním pokuse je snížen podíl dusíku z hnojiva i půdní zásoby.

V nádobovém pokuse je využití dusíku síranu amonného pro nadzemní část lnu v rozmezí $22,6$ až $37,5 \%$, v polním pokuse pouze $14,3$ až $26,8 \%$. Získané údaje korespondují s údaji, které publikoval Lahola (1973). Lze konstatovat vyšší procentuální využití dusíku z hnojiva při aplikaci nižší dávky dusíku.

Literatura

- FICNAR, S. — LAHOLA, J. — RUBEŠ, L.: Vliv hnojení na jakost lnu a některých luskovin. In: Sbor. Výzk. Úst. Půdoznal. Výž. Rastl. Vplyv hnojenia na kvalitu rastlinných produktov, Bratislava, 1984, s. 211—219.
- KLÍR, J.: Matematické modelování pohybu a přeměn dusíku v půdě. [Autoreferát kandidátské disertace.] Praha, 1983, s. 21. Výzk. Úst. rostl. Výr.
- LAHOLA, J.: Závislost výnosu lnu na hnojení a odběru dusíku. Len a Konopí, 11, 1973, s. 47—57.
- LAHOLA, J.: Vliv různých forem dusíkatých hnojiv na výnos a odběr dusíku lnem. Len a Konopí, 12, 1974, s. 3—13.
- LAHOLA, J.: Vliv hnojení na kvalitu lnu. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd. Zvyšovat kvalitu rostlinných výrobků, 1985, č. 89, s. 113—115.
- RUBEŠ, L.: Přijem dusíku (^{15}N) z hnojiva a využití hořčičku u hrachu setého (*Pisum sativum* L.). Rostl. Výr., 30, 1984, č. 5, s. 505—514.

Došlo 9. 3. 1990

S. FICNAR (Research Institute of Technical Crops and Legumes, Šumperk-Temenice):
The effect of retarded nitrification on the uptake of nitrogen (^{15}N) by flax.
Rostl. Výr., 37, 1991 (1): 91—95.

In pot and field trials with brown pseudogley soil, nitrification was influenced by N-Serve inhibitors (Nitrapyrin) and ATL (4-amino-1, 2, 4-triazole with sodium and calcium lignin-sulphonate). Nitrogen uptake was studied from ($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ in the above-ground part of flax. Nitrogen availability from a fertilizer to produce flax seed was reduced when nitrification inhibitors were reduced. In the field trial nitrogen availability from soil was also reduced. The proportion of soil nitrogen in the seeds increased in a pot trial. Fertilizer nitrogen evidently released the one from the soil storage. The latter remained for the pot plant available. The application of nitrification inhibitors in the flax stem exhibited the lower availability of nitrogen from the fertilizer as well as from the soil storage. When inhibitors were applied, nitrogen availability of aboveground part of the flax was 22.6 to 35.0 % in the pot trial. When nitrification was not applied, this proportion was 30.5 to 37.5 %. The availability with inhibitors amounted from 14.3 to 25.9 %, without nitrification inhibitors this ranged from 17.7 to 26.8 %.

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

40 LET VÝZKUMNÉHO ÚSTAVU ROSTLINNÉ VÝROBY V PRAZE - RUZYNI

Výzkumný ústav rostlinné výroby (VÚRV) v Praze - Ružyni vznikl v roce 1951 z bývalých Výzkumných ústavů zemědělských. Od samého založení byl budován jako ústřední resortní ústav pro celý vědní obor rostlinná výroba. Výsledky vědeckovýzkumné činnosti VÚRV jsou běžně publikovány v našem vědeckém časopise Rostlinná výroba.

Posláním ústavu bylo rozvíjet ty úseky zemědělských věd, které podmiňují rozvoj rostlinné výroby jako celku. Proto byl ústav postupně formován jako komplex vědecké pracoviště, zaměřené na studium teoretických i praktických základů genetiky a šlechtění, výživy a ochrany rostlin, agrotechniky, zvyšování půdní úrodnosti a v posledních letech i zemědělských technologií a systémového řízení rostlinné výroby. K dnešnímu dni pracuje ve VÚRV 212 vědeckých a vědeckotechnických pracovníků (z toho 106 kandidátů a 19 doktorů věd) z celkového počtu 870 pracovníků.

Za celou dobu trvání ústavu muselo zákonitě docházet ke změnám ve vnitřní organizaci. V současné době je VÚRV členěno na tyto vědecké odbory: odbor genetiky a šlechtění, odbor výživy rostlin a agroekologie, odbor ochrany rostlin, odbor zemědělských biotechnologií a odbor systémového řízení rostlinné výroby. Významnou úlohu zastává VÚRV v poradenství a zavádění výsledků výzkumu do praxe (odbor poradenství).

VÚRV představuje oborové koordinační pracoviště, zabezpečuje rozvoj vědních disciplín ve vědním oboru rostlinná výroba a plní zároveň funkci školicího pracoviště pro vědeckou výchovu. Před komisemi pro obhajoby ve VÚRV dosud úspěšně obhájilo své kandidátské disertační práce přes 500 pracovníků z VÚRV, ze specializovaných výzkumných ústavů, ze zemědělských podniků a z dalších institucí. Převážnou část pracovní kapacity zaměřuje VÚRV na řešení státních výzkumných úkolů, menší část na úkoly základního výzkumu, koncepční činnosti apod.

Činnost odboru genetiky a šlechtění je zaměřena na shromažďování, uchování a využívání genofondu kulturních rostlin, rozvíjení nových metod šlechtitelských postupů, na studium fyziologických základů produktivity a odolnosti rostlin vůči nízkým teplotám. V uplynulých letech byla ve VÚRV vybudována nová genová banka kulturních rostlin, která zajišťuje jak introdukci genetických zdrojů pro celou ČSFR, tak vedení národního informačního systému genetických zdrojů a dlouhodobých semenných kolekcí.

V odboru výživy rostlin a agroekologie jsou studovány zákonitosti pohybu a přeměn rostlinných živin v půdě a možnosti jejich regulace. Cílem činnosti odboru je vypracování a přenesování takové soustavy vědeckého řízení výživy rostlin, která odpovídá ekonomickým záměrům hospodaření na půdě a omezení negativních účinků na životní prostředí.

Činnost odboru ochrany rostlin je soustředěna na studium původců chorob, živočišných škůdců a plevelů a na výzkum mechanismů, jež podmiňují schopnost škodlivých organismů v závislosti na vnějších podmínkách přežít, šířit se a snižovat produktivnost rostlin. Cílem je vypracování strategie integrované ochrany rostlin a snížení ztrát způsobených škodlivými činiteli a snížení nežádoucích vlivů na životní prostředí.

V odboru zemědělských biotechnologií je věnována pozornost výzkumu biologie explantátových kultur hospodářsky významných rostlin, výzkumu struktury genomu rostlin pomocí molekulárních technik, výzkumu regulačních mechanismů půdního metabolismu, využití půdní mikroflóry a rhizobií pro zvýšený přívod dusíku do agrosystému a druhotných surovin pro zvýšení stupně recyklace organických látek. Cílem je příprava metodik integrace těchto teoretických základů zemědělských biotechnologií do oblasti rostlinné výroby.

Odbor systémového řízení rostlinné výroby využívá výsledky oborového výzkumu VÚRV i jiných pracovišť pro vypracování metod optimalizace vkladů do výroby. Odbor se přitom zaměřuje na rozvoj aplikace matematických metod a výpočetní techniky pro praktické využití systémového řízení rostlinné výroby, řešení vazeb v rámci soustav hospodaření ve specifických podmínkách i v rámci jednotlivých podniků.

Odbor poradenství je zaměřen na rozšiřování vědeckých a praktických poznatků do široké praxe zemědělských podniků.

Doc. ing. František Vrkoč, DrSc.

Lachman J., Pivec V., Řeháková V., Hubáček J.: Dominant polyphenolic compounds of the triticale grains	39
Ondruch Z.: Economic aspects of nitrogen fertilizing in winter barley	47
Tichý F., Kopecký M., Souček A.: The effects of intensification factors on the yield and quality of spring barley	53
Gryndler M., Vančura V.: The effects of long-continued phosphorus fertilizing of the soil on the capability of vesiculo-arbuscular mycorrhizal fungi to colonize the maize roots	69
Bezečná L., Tenkl L., Konrádová M.: The determination of oil content in winter rape by the NMR method keeping the biological properties of seeds	75
Bajči P., Tománková E.: The graduated nitrogen fertilization and its influence on the changes in biomass output and in the technological value of single-seed variety of sugar beet	81
Ficnar S.: The effect of retarded nitrification on the uptake of nitrogen (¹⁵ N) by flax	91

Rukopisy odevzdány k tisku 21. 11. 1990, podepsáno k tisku 28. 5. 1991

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskla Imprima, s.p., závod 6, 120 00 Praha 2, Legerova 22. • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha. ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9.