

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH
INFORMACÍ



ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

10

ROČNÍK 40 (LXVII)
PRAHA 1994
CS ISSN 0370-663X

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
SLOVENSKÁ AKADÉMIA PÔDOHOSPODÁRSKYCH VIED

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

VOLUME 40 (1994)

Redakční rada - Editorial Board

Předseda - Chairman

Doc. ing. Josef Š i m o n , CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové - Members

Doc. ing. Pavol B a j č i , CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Prof. dr. Márta B i r k á s (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Doc. ing. Jozef C i g l a r , CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Ing. Helena D o n á t o v á , CSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Prof. ing. Václav F r i c , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Ing. Norbert G á b o r č í k , CSc. (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica, SR)

Ing. Alois C h a l u p a , CSc. (Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk, ČR)

Ing. Bohdan J u r á n i , CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)

Prof. dr. Günter K a h n t (Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. ing. Josef K o z á k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Prof. ing. Vladimír K r a j č o v i č (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica, SR)

Ing. Ladislav L o r e n č í k , DrSc. (Oblasťný výskumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)

Prof. ing. Lubomír M i n x , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno, ČR)

Ing. Timotej M i š t i n a , CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)

Dr. Peter N e w b o u l d (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ir. Cees van O u w e r k e r k (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gn, Nederland)

Ing. Jaromír P r o c h á z k a , CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. ing. Stanislav P r o c h á z k a , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno, ČR)

Doc. ing. Vlastimil R a s o c h a , CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Doc. ing. Ladislav S l a v í k , DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Doc. ing. Miron S u š k e v i č , DrSc. (Výzkumný ústav výživy zvířat, Odbor základní agrotechniky, Hrušovany u Brna, ČR)

Prof. ing. Václav V a n ě k , CSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Ing. Marie V á ň o v á , CSc. (Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž, ČR)

Ing. Jaroslav V o š k e r u š a , CSc. (Výzkumný ústav olejnin, Opava, ČR)

Doc. ing. Karel V o ř í š e k , CSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Doc. ing. František V r k o č , DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. dr. hab. Kazimiera Z a w i ś l a k (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief

RNDr. Eva S t ř í b r n á

POHYB A AKUMULÁCIA ANORGANICKÉHO DUSÍKA V HNEDOZEMI

J. Bízik, Z. Balogh

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

Medzi rozhodujúce faktory, ktoré ovplyvňujú hladinu anorganického dusíka v pôde, patria pestovaná plodina, teplota pôdy a obsah vody v pôde. Ich poradie v časovej postupnosti od marca do decembra závisí od vegetačného obdobia pestovanej plodiny. Po zbere ozimnej pšenice sa v hnedozemi akumulovalo cez $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, ktorý pri intenzívnych zrážkach v novembri a v decembri bol vyplavený pod vrstvou 1 m. V oblastiach s vodnými zdrojmi sa odporúča využívať akumulovaný dusík medziplodinami. Zmeny obsahu N_{an} majú charakteristický priebeh a výsledky meraní boli matematicky spracované do modelov.

Obsah anorganického dusíka (N_{an}) v pôde je výsledkom zložitých vzťahov, ktoré modelujú jeho koncentráciu v pôdnom roztoku a na adsorpčných povrchoch. Významne sa uplatňujú pôdne mikroorganizmy a faktory prostredia, ako sú teplota a vlhkosť pôdy, hnojenie, fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy, obrábanie pôdy, pestované plodiny a ďalšie.

V snahe zvyšovať využitie dusíka a obmedzovať straty zlúčenín dusíka do prostredia sa venuje štúdiu dynamiky dusíka v pôde veľká pozornosť pri posudzovaní nielen momentálneho obsahu N_{an} v pôde, ale aj dusíka potenciálne prístupného, alebo uvoľneného za určitých podmienok (Stanford, Smith, 1972; Molina et al., 1980; Øien, Selmer, 1980 a ďalší).

Množstvo uvoľneného dusíka v poľných podmienkach úzko súvisí s prirodzenou úrodnosťou pôd. Růžek et al. (1988) odhadujú, že sa podľa priebehu poveternosti v najhorších podmienkach uvoľní 25 až $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, v najlepších 90 až $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Neuberger (1988) uvádza hodnotu 40 až $110 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Možno očakávať, že pôdy s najvyšším poolom ľahko rozložiteľných organických látok obsahujúcich dusík budú uvoľňovať viac N_{an} .

Otázkam pohybu dusíka v pôde vo vzťahu k jeho príjmu porastom venujeme pozornosť viac rokov (Bízik, 1989). V príspevku chceme upozorniť na niektoré problémy týchto vzťahov a možnosť ich matematickej formulácie.

MATERIÁL A METÓDA

Sledovanie sa robilo v poľnom stacionárnom pokuse, ktorý založila Katedra poľnohospodárskych sústav VŠP Nitra na hnedozemi v lokalite Malanta pri Nitre na experimentálnej báze Agronomickej fakulty. Lokalita sa nachádza na rozhraní sprašových sedimentov Žitavskej pahorkatiny a svahových sedimentov pohoria Trábeč. Hnedozem v tejto lokalite má vysokú zásobu prístupného fosforu a draslíka, obsah humusu 2,16 % (1,25 % C_{ox}), v podorničí 0,79 %, pH v KCl 5,7, celkový obsah dusíka 0,114 % vo vrstve 0 až 0,3 m a 0,079 % vo vrstve 0,3 až 0,6 m.

V pokuse sme testovali dve alternatívy hospodárenia: konvenčnú alebo low-input a organickú (bez priemyselných hnojív). Podrobné sledovanie obsahu N_{an} , NO_3^-N a NH_4^+N sme robili pod plodinami ozimná pšenica (predplodina lucerna) v roku 1992 a pod cukrovou repou ako následnou plodinou v roku 1993.

Pôdne vzorky boli odoberané v pravidelných intervaloch po vrstvách 0,2 m až do 1 m v predvegetačnom, vegetačnom i povegetačnom období v roku 1992 od 2. 3. do 17. 12. a v roku 1993 od 9. 3. do 14. 12. V mokrých vzorkách boli stanovené formy anorganického dusíka vo výluhu 1% K_2SO_4 , NH_4^+N po oddestilovaní s MgO kolorimetricky s Nesslerovým činidlom a NO_3^-N kolorimetricky po vyfarbení roztoku kyselinou 2,4-disulfonovou. Odber živín porastom bol určený na základe analýzy odobratých vzoriek rastlín.

K hodnoteniu a spracovaniu výsledkov boli použité biometrické metódy z oblasti jednoduchej a mnohonásobnej lineárnej a nelineárnej regresnej a korelačnej analýzy. Jednotlivé vzťahy boli vyjadrené modelovými rovnicami:

$$y = a + bx + cx^2$$

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

$$y = \frac{A}{(1 + e^{z + cx})}$$

Výpočty boli realizované na počítači typu PC/AT pomocou programového systému STATGRAPHICS v. 7.0, prezentačná grafika bola vytvorená tabuľkovým kalkulátorom QUATTRO PRO.

VÝSLEDKY

Priebeh zmien obsahu N_{an} v pôde v roku 1992 pri pestovaní ozimnej pšenice je znázornený na obr. 1. Je charakterizovaný jeho úbytkom do ukončenia intenzívneho príjmu dusíka porastom, s nasledujúcou akumuláciou dôsledkom mineralizačných procesov. Za obdobie od konca júna do polovice októbra sa uvoľnilo viac ako $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Prevláda dusičnanová forma, čo potvrdzuje, že proces

nitrifikácie v letnom a v jesennom období prebieha veľmi rýchle. Najviac sa akumuluje vo vrchných vrstvách 0 až 0,2 m a 0,2 až 0,4 m. Keď boli použité len organické hnojivá a v oševnom postupe bolo vyššie zastúpenie vikovitých, tak tiež sa akumulovalo značné množstvo dusíka (obr. 2). Vytvorená zásoba N_{an} po zbere pšenice, prítomného hlavne v dusičnanovej forme, sa stáva potenciálnym zdrojom znečistenia podzemných a povrchových vôd. Vyplavenie dusíka pod vrstvu 1 m sme zistili v polovici decembra, keď koncom novembra a začiatkom decembra napršalo 87 mm. V sledovanej lokalite je hladina podzemnej vody okolo 3 m, takže vyplavený dusík sa nepokladá za stratený.

Zmeny obsahu N_{an} v roku 1993 pri pestovaní cukrovej repy na tej istej ploche majú iný priebeh. Keďže intenzívny príjem dusíka cukrovou repou začína až v júni, akumulácia dusíka vplyvom zvyšujúcej sa teploty prebieha najmä v marci, apríli a máji a menej sa uplatňuje v jesenných mesiacoch (obr. 3).

Obsah N_{an} sme hodnotili vo vzťahu k odberu dusíka pestovanou plodinou, teplotou a vlhkosťou pôdy. Je zrejmé, že N_{an} formujú najmä plodina vysokým odberom dusíka, teplota pôdy, ktorá urýchľuje, alebo spomaľuje mineralizáciu a zrážky, alebo obsah vody v pôde. Postupnosť dominantných faktorov pôsobiacich na obsah N_{an} v pôde v časovom slede počas roka pri pestovaní pšenice je: porast, teplota, vlhkosť pôdy; pri pestovaní cukrovej repy: teplota, porast, vlhkosť pôdy.

Je známe, že migrácia dusíka medzi vrstvami pôdy je značná, čo často sťažuje hodnotenie výsledkov a hľadanie zákonitostí. Z týchto dôvodov sme zohľadňovali výsledky z vrstvy 0 až 1 m, čím sme obmedzili pôsobenie najmä menších zrážok, prípadne rýchlych teplotných zmien v povrchových vrstvách pôdy.

Namerané hodnoty v roku 1992 a matematicky zhodnotené do modelov (obr. 4 až 6) potvrdzujú charakteristický priebeh obsahu N_{an} v pôde s dominantnými faktormi. V legende grafov DA znamená dusičnanový dusík v bloku A (konvenčná alebo low-input sústava hospodárenia), NH_4A amoniakálny dusík v bloku A, NANA anorganický dusík v bloku A. Obdobná legenda platí pre blok B (alternatíva s organickým hnojením). Rozsah príspevku nedovoľuje uviesť všetky grafy, matematické hodnotenia výsledkov z bloku B sú uvedené v tab. I. Koeficienty determinácie aj koeficienty modelu sú vysoko významné pre dusičnanový a pre anorganický dusík a aj priebeh funkcie je približne rovnaký.

Zaradením faktorov, ako sú príjem dusíka, obsah vody v pôde (obr. 5, 8) a teploty (obr. 6, 9), získavame možnosť komplexnejšieho zhodnotenia ich vzájomných vzťahov. Napr. obsah N_{an} významne klesá s rastom obsahu vody v pôde, čo sme mali možnosť pozorovať v oboch rokoch, keď v novembri a decembri boli výdatné zrážky (87 mm v roku 1992 a 131 mm v roku 1993).

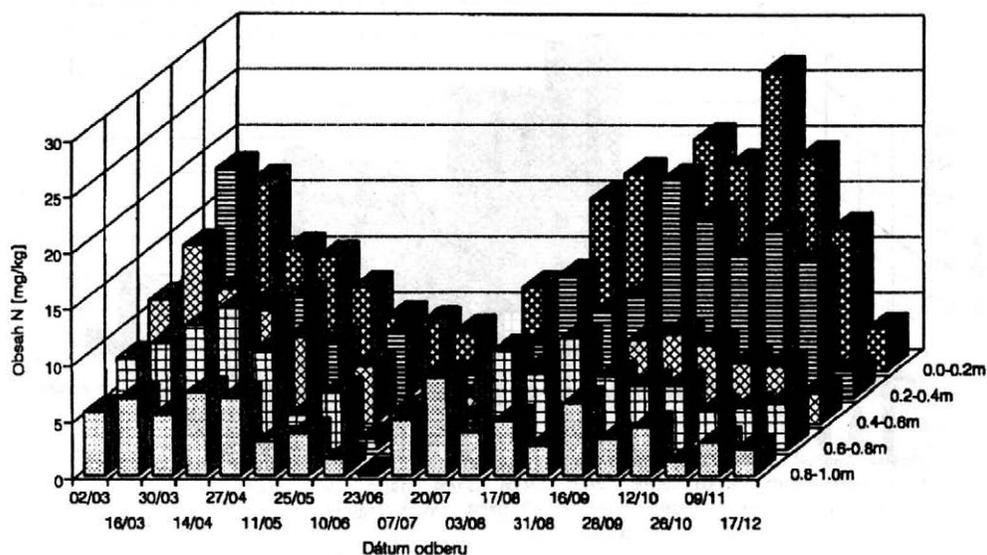
Obidve plodiny, ozimná pšenica i cukrová repa relatívne vysokým odberom dusíka podstatne redukovujú obsah N_{an} v pôde. Model pre formy dusíka a jeho

I. Vypočítané koeficienty modelov pre anorganické formy dusíka, vlhkosť pôdy a príjem dusíka v priebehu sledovaného obdobia pre low-input a organickú sústavu hospodárenia – Calculated coefficients of models for inorganic forms of nitrogen, soil moisture and nitrogen uptake during studied period for low-input and organic system of management

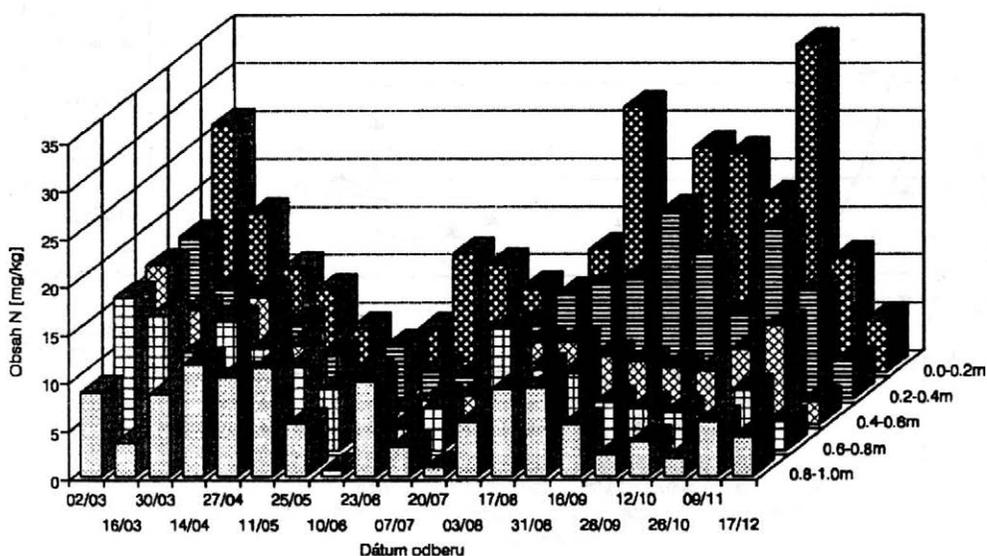
	Rok ¹	Forma N ²	Koeficienty modelov analyzovaných vzťahov ³				Koeficient determinácie ⁴
			a	b	c	d	
Obsah N v pôde ⁵	1992	DA	167,5197	-4,1729	0,0371	-0,000085	0,6111++
		NH4A	55,7654	-0,4460	0,0017	-0,000020	0,5625++
		NANA	222,9817	-4,5652	0,0382	-0,000085	0,5981++
		DB	202,1255	-4,7140	0,0425	-0,000100	0,6835++
		NH4B	69,2400	-0,4530	0,0003	0,000003	0,6496++
		NANB	264,9210	-5,1300	0,0425	-0,000095	0,7105++
	1993	DA	127,5464	3,4674	-0,0276	0,000055	0,7773++
		NH4A	26,5988	0,1028	-0,0012	0,000003	0,2453
		NANA	152,9376	3,6297	-0,0286	0,000055	0,7420++
		DB	149,4485	1,9825	-0,0150	0,000020	0,8452++
		NH4B	34,9580	-0,4225	0,0030	-0,000005	0,2936
		NANB	183,6555	1,7630	-0,0135	0,000020	0,8488++
			a	b	c	d	
Vlhkosť pôdy ⁶	1992		16,0462	-0,0293	-0,000350	-0,00000200	0,6581++
	1993		17,0465	-0,0360	-0,000048	-0,00000065	0,5360++
			a	b	c		
Teplota pôdy ⁷	1992		3,6405	0,1259	0,000433		0,9688++
	1993		0,3467	0,2511	0,000920		0,9441++
			A	z	c		
Príjem N plodinou ⁸	1992		235	3,001	-0,0503		0,9767++
	1993		315	7,396	-0,0534		0,9790++

¹year, ²N form, ³coefficients of models of analyzed relationships, ⁴coefficient of determination, ⁵N content in soil, ⁶soil moisture, ⁷soil temperature, ⁸N uptake by crop

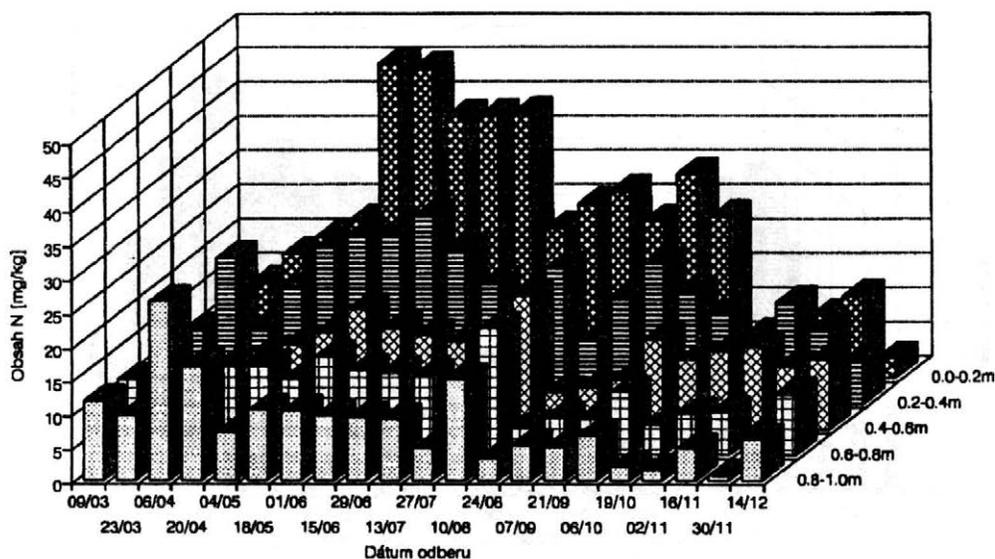
pohyb pri pestovaní cukrovej repy poskytuje vysoko signifikantné hodnoty pre dusičnanový a anorganický dusík, nesignifikantné pre amoniakálny dusík (obr. 4, 7). Vplyv jednotlivých faktorov počas roka je evidentný aj z grafického znázornenia modelu (obr. 8, 9).



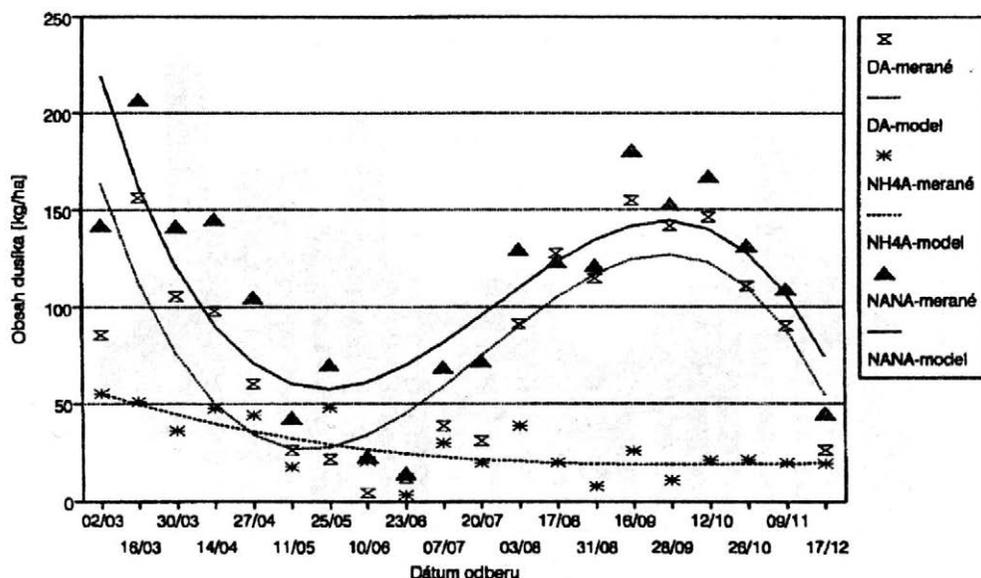
1. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme pod porastom ozimnej pšenice (blok A – low-input sústava) – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile under the winter wheat stand (block A – low-input system)



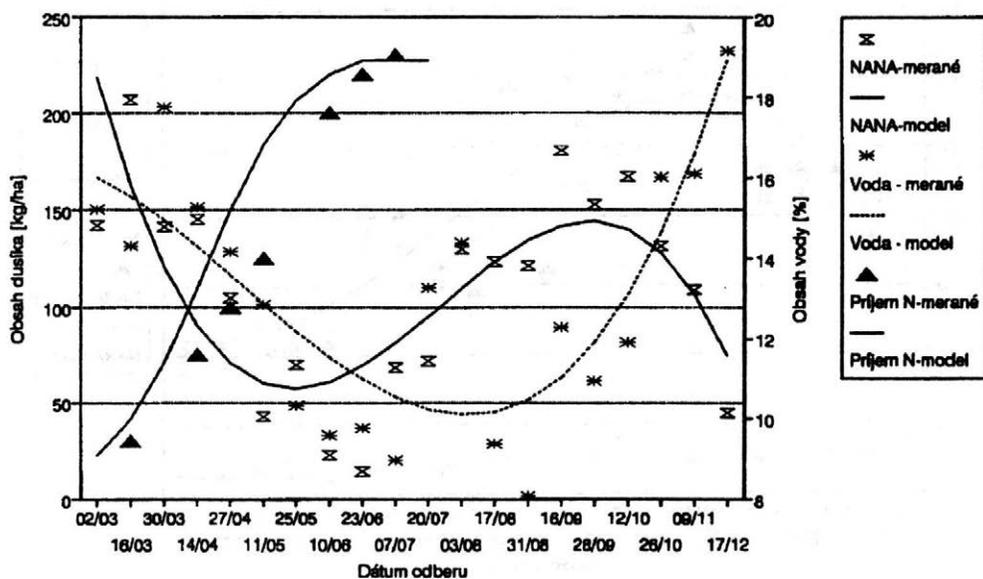
2. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme pod porastom ozimnej pšenice (blok B – organická sústava) – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile under the winter wheat stand (block B – organic system)



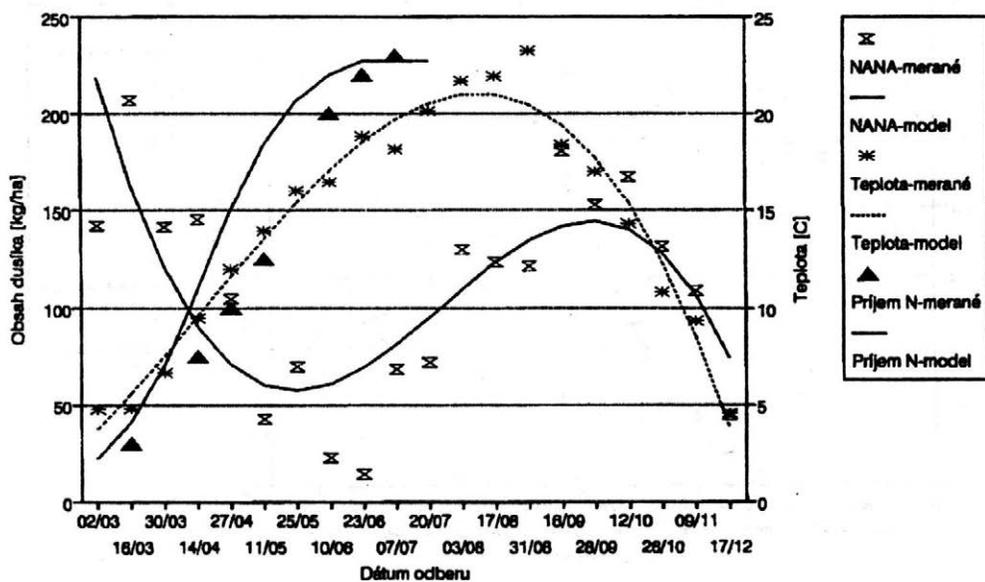
3. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme pod porastom cukrovej repy (blok A – low-input sústava) – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile under the sugar beet stand (block A – low-input system)



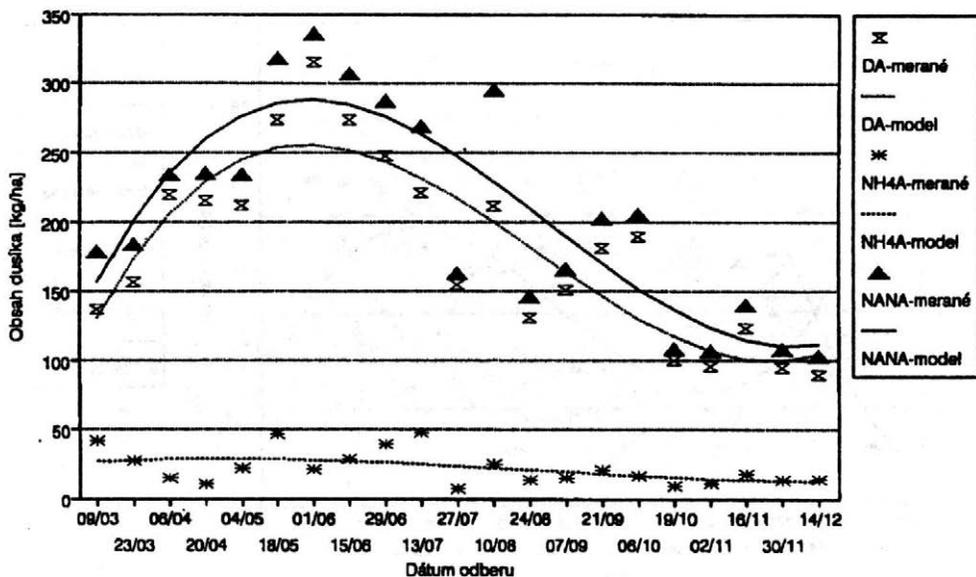
4. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme vo vrstve 0 až 1 m v roku 1992 (pod ozimnou pšenickou, blok A) – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile in a layer of 0 to 1 m in 1992 (under the winter wheat stand, block A)



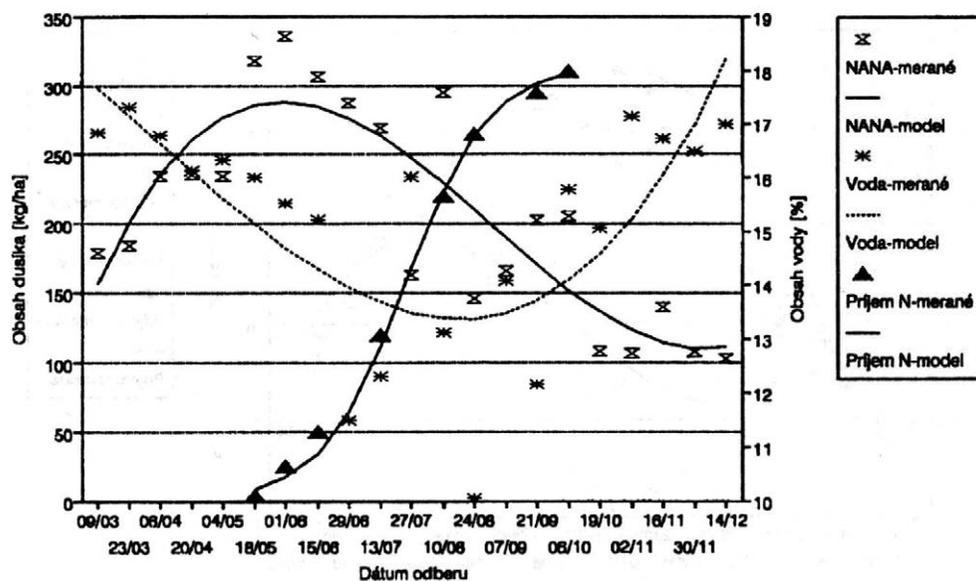
5. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme vo vrstve 0 až 1 m, zmeny obsahu vody a príjem dusíka porastom ozimnej pšenice – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile in a layer of 0 to 1 m, changes in water content and nitrogen uptake by winter wheat stand



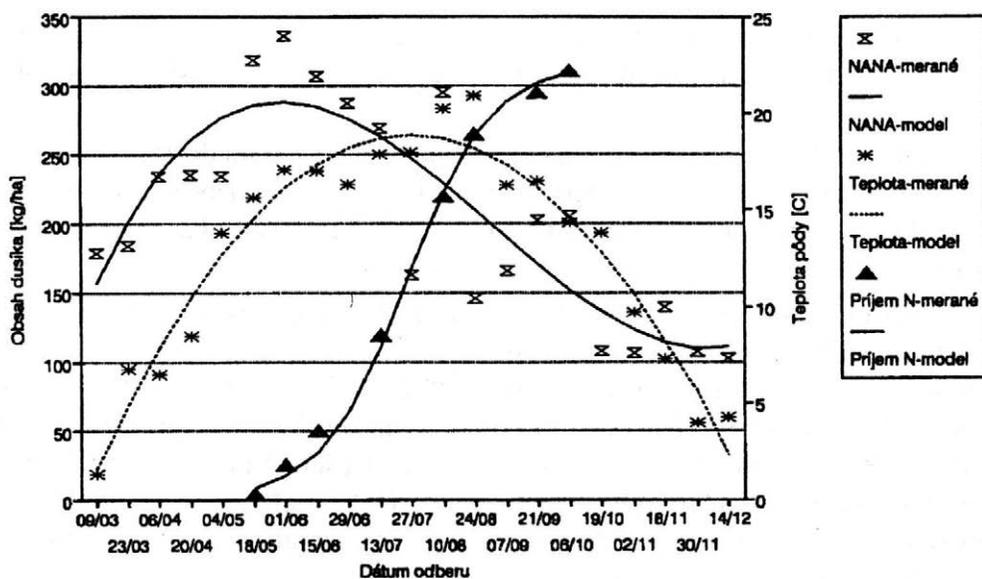
6. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme vo vrstve 0 až 1 m, zmeny teploty a príjem dusíka porastom ozimnej pšenice – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile in a layer of 0 to 1 m, changes in temperature and nitrogen uptake by winter wheat stand



7. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme vo vrstve 0 až 1 m v roku 1993 (pod cukrovou repou, blok A) – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile in a layer of 0 to 1 m in 1993 (under sugar beet, block A)



8. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme vo vrstve 0 až 1 m, zmeny obsahu vody a príjem dusíka porastom cukrovej repy – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile in a layer of 0 to 1 m, changes in water content and nitrogen uptake by sugar beet stand



9. Zmeny obsahu N_{an} v pôdnom profile hnedozeme vo vrstve 0 až 1 m, zmeny teploty a príjem dusíka porastom cukrovej repy – Changes in N_{in} in Orthic Luvisol profile in a layer of 0 to 1 m, changes in temperature and nitrogen uptake by sugar beet stand

príjem – uptake
 merané – measured
 model – model

voda – water
 teplota – temperature

Rovnice modelu vypočítané pre jednotlivé faktory, obsah N_{an} v pôde, príjem dusíka, obsah vody v pôde a teplotu pôdy, ako aj zvolený komplexnejší prístup k štúdiu vzťahov medzi týmito faktormi dávajú možnosť ich ďalšieho využitia k simulovaniu týchto procesov.

DISKUSIA

Poznanie obsahu dusíka v pôde, jeho pohybu vo vzťahu k pestovanej plodine, ako aj v mimovegetačnom období má význam pre lepšie zvládnutie využívania zdrojov dusíka. Keďže k vysokej akumulácii dusíka dochádza v pôde aj bez priemyselných hnojív, žiada sa za určitých podmienok, najmä v blízkosti vodných zdrojov, pri vyššie uloženej hladine podzemnej vody, viazať nakumulovaný dusík do organickej formy pomocou zachytávacích plodín. Scott, Burns (1986) odporúčajú ako výhodnú kryciu medziplodinu raž s vikou alebo len raž. Gregorová (1994) pre podmienky, v ktorých sa robilo meranie, odporúča tiež viku s ražou alebo s tritikale a ako strniskovú medziplodinu horčicu bielu.

Aj pestovanie ozimnej pšenice alebo zaorávanie organickej hmoty (slamy) je riešením. Ako ukazujú výsledky, tento problém je aktuálny zvlášť po zbere obilnín.

Vysoké rozdiely v obsahu amoniakálneho a dusičnanového dusíka v pôde rovnako pri obidvoch sústavách hospodárenia zdôrazňujú výrazný vplyv hydrotermických podmienok na mineralizačné a nitrifikačné procesy v hneдозemi v tejto lokalite.

Nezistili sme významnejšie rozdiely v úrodách dosiahnutých v obidvoch sústavách hospodárenia, ktoré pri ozimnej pšenici boli na úrovni 6,30, resp. 6,40 t.ha⁻¹ zrna a pri cukrovej repe 47,0 t.ha⁻¹, resp. 49,2 t.ha⁻¹ buliev (Lacko - Bartošová et al., 1994). Hnojenie priemyselnými dusíkatými hnojivami v konvenčnej alebo low-input sústave bolo pri ozimnej pšenici na úrovni 55 kg.ha⁻¹ a pri cukrovej repe len 45 kg.ha⁻¹ pri rovnakej dávke mašťaľného hnoja. V organickej sústave sa uplatnil pravdepodobne dusík nakumulovaný väčším zastúpením vikovitých v oševnom postupe.

Vypočítané modely obecnjšie charakterizujú podmienky pohybu N_{an} v pôde a dovoľujú určiť faktory dominancie pre jednotlivé časové úseky počas roka. Hodnotenie podľa vrstiev pre obmedzený rozsah článku neuvádzame.

Literatúra

- BÍZIK, J.: Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava, Veda, SAV 1989: 189 s.
- GREGOROVÁ, H.: Produkčná a mimoprodukčná funkcia medziplodín v ekologickom systéme hospodárenia na pôde v nížinnej oblasti. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1994.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M. et al.: Ekologická optimalizácia výroby oorganického hmoty v alternatívnych sústavách hospodárenia agrotechnickými opatreniami. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1994.
- MOLINA, J. A. – CLAPP, C. E. – LARSON, W. E.: Potentially mineralizable N in soil: The simple exponential model does not apply for first 12 weeks incubation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 44, 1980: 442–443.
- NEUBERG, J.: Dusíkový režim pôd a stanovení normativu dusíku plodín na orné pôdč. In: Sbor. Výživa rostlin a hnojení dusíkem, Ústí nad Labem, 1988: 36–48.
- ØIEN, A. – SELMER-OLSEN, A. R.: A laboratory method for evaluation of available nitrogen in soil. *Acta Agric. Scand.*, 30, 1980: 149–156.
- RŮŽEK, P. – KLÍR, J. – APLTAUER, J.: Využití údajů o obsahu N_{anorg} v půdč k optimalizaci dusíkatého hnojení. In: Sbor. Výživa rostlin a hnojení dusíkem, Ústí nad Labem, 1988: 53–58.
- SCOT, W. – BURNS, R. F.: Cover crops and intercrops for New York. *Fact Sheet*, 1986: s. 452.
- STANFORD, G. – SMITH, S. J.: Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J. Proc.*, 36, 1972: 465–472.

Došlo 17. 3. 1994

BÍZIK, J. – BALOGH, Z. (University of Agriculture, Nitra):

Movement and accumulation of inorganic nitrogen in the Orthic Luvisol.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 877–887.

In a field experiment established on Orthic Luvisol with two agricultural systems (low-input and organic) the accumulation of inorganic nitrogen (N_{in}) in the soil profile was evaluated. Soil samples were taken in time interval every two weeks from March to December in layers from 0.2 to 1.0 m.

The course of change in N_{in} in the soil during 1992, when winter wheat was cultivated, is characterized by a reduction of N_{in} due to the nitrogen uptake by plants and by the accumulation of N_{in} after the harvest. In the period from the end of June to the end of October in a layer of 0 to 1 m more than 100 kg N.ha⁻¹ was accumulated. High rainfall in November and December caused the leaching of the largest part of nitrates below 0 to 1 m of soil layer (Figs 1, 2). This nitrogen, unable to change into organic forms, is the potential source of the pollution of underground water by nitrates. Therefore, it is recommended that farmers cultivate catching intercrops to reduce the content of the soluble forms of nitrogen in the soil profile.

The content of N_{in} in the soil was evaluated to consider the uptake of nitrogen by winter wheat and sugar beet, soil temperature and content of water in the soil (Figs 5, 6, 8, 9). The dominant factors affecting N_{in} content are as follows: crop, soil temperature, soil humidity when winter wheat is cultivated; soil temperature, crop and soil humidity, when sugar beet is cultivated.

A mathematical evaluations of results and the equations of the model for the above-mentioned factors have been calculated, which make possible a more general and objective evaluation of N_{in} movement in the soil.

In the movement and in the accumulation of N_{in} in soil were found out no significant differences between low-input and organic agricultural systems.

Kontaktná adresa:

Prof. ing. Ján B í z i k , DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2,
949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/267 32, fax: 087/41 14 51

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zaslali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

STANOVENÍ LABILNÍCH A UVOLNITELNÝCH FOREM PŮDNÍHO FOSFORU

V. Macháček

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

Byla vypracována nová metoda po přímé stanovení labilně přístupného fosforu ($P_s + P_v$) pomocí slabě kyselého katexu OSTION KM. Z rozdílu labilně přístupného fosforu a vodorozpuštěného fosforu se vypočte tzv. labilně pohyblivý fosfor: $(P_s + P_v) - P_v = P_s$. Uvolnitelná forma fosforu (P_r) se vypočte buď z rozdílu $(P_k + P_v) - (P_s + P_v)$, nebo z rozdílu $P_k - P_s$. Na příkladu tří vzorků HM_g , které mají různé obsahy přístupného fosforu, je demonstrováno statistické vyhodnocení reprodukovatelnosti a přesnosti vypracovaného stanovení, které splňuje požadavky kladené na metody používané v půdní analýze. Způsob zjednodušuje jak stanovení labilně přístupného a pohyblivého fosforu, tak i vypočtení jedné uvolnitelné formy.

Nově vypracovaná metoda navazuje na metody určené ke stanovení zásoby půdního fosforu pomocí silně kyselého katexu (M a c h á ě k , 1982, 1983, 1984) a ke stanovení rychlosti uvolňování fosforu z půdního komplexu (M a c h á ě k , 1986b).

Podstatou stanovení zásoby půdního fosforu pomocí silně kyselého katexu (M a c h á ě k , 1986a) je sledování uvolňování vodorozpuštěného fosforu P_v (extrakce vzorku vodou) a součtu P_v a pohyblivého fosforu P_k (extrakce vzorku katexem a vodou), čímž se získá tzv. celkově přístupný fosfor ($P_k + P_v$). Z rozdílu $(P_k + P_v) - P_v$ se vypočte tzv. pohyblivý fosfor P_k jako forma půdního fosforu, která je schopná uvolnit se z povrchu pevné půdní fáze do roztoku. Tyto formy jsou tzv. celkové formy přístupného, pohyblivého a vodorozpuštěného fosforu.

Podstatou stanovení rychlosti uvolňování fosforu z půdního komplexu (M a c h á ě k , 1986c) je sledování uvolňování celkových forem půdního fosforu v závislosti na čase. Rychlost uvolňování příslušné složky fosforu (R_k , R_v , $R_k + R_v$) se vypočte z lineární závislosti množství uvolněného fosforu (y) na \sqrt{t} : $y = O + R \sqrt{t}$, kde O je množství příslušné tzv. labilní formy ($O_k + O_v$, O_v , O_k). Labilní formy lze získat i extrapolací přímkou závislosti uvolněného množství příslušné formy fosforu na \sqrt{t} do času $t = 0$. Množství fosforu v čase $t = 0$ nazvali S h a r p l e y et al. (1981) obsah labilního fosforu a dávají mu stejnou důležitost jako obsahu přístupného fosforu v půdě.

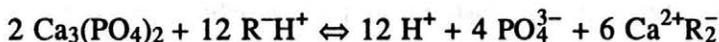
Z rozdílů celkových a labilních forem fosforu se vypočtou tzv. uvolnitelné formy půdního fosforu: přístupná složka $D_k + D_v = (P_k + P_v) - (O_k + O_v)$, pohyblivá složka $D_k = P_k - O_k$, vodorozpustná složka $D_v = P_v - O_v$.

Celkové formy půdního fosforu stanovené pomocí silně kyselého katexu nejsou ekvivalentní sumě různě rozpustných frakcí stanovených různě frakcionačními metodami (např. *Chang, Jackson, 1957*). Pojem celkové formy je ekvivalentní pojmu přístupný fosfor, který teoreticky obsahuje formy velmi rychle přístupné rostlinám – labilní formy (*Hedley et al., 1982*) a formy, které zůstanou v půdě a jsou ještě přístupné rostlinám – uvolnitelné formy (*Mačáček, 1986a*). Z pohledu třírozměrných modelů dějů v půdě (*Sparks, 1989*) lze zařadit tento způsob do vertikální části modelů a dělení přístupného fosforu na složky pohyblivé a vodorozpustné do horizontální části modelů.

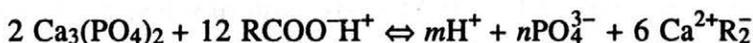
Způsob získávání údajů v labilních formách ze stanovení rychlosti uvolňování fosforu z půdního komplexu (*Sharpley et al., 1981; Mačáček, 1986c*) je velmi pracný, byla proto snaha vypracovat zjednodušený postup. Předem byly vyloučeny extrakční metody vypracované pro stanovení přístupného fosforu, jejichž výsledek byl v posledních 30 letech někdy nazýván jako P-potenciál, intenzitní faktor, intenzita, kapacitní faktor, kapacita apod., a to vždy podle autora a nezávisle na sobě. Tyto metody se neshodovaly ve výchozích parametrech: poměr půda : roztok, doba třepání, iontová síla extrakčního prostředí atd. Nejjednodušší způsob je zřejmě přímé stanovení spolu se stanovením celkových forem, aby bylo možno vypočítat uvolnitelné formy půdního fosforu. Lze k tomu použít opět kyselý katex, a to slabě kyselý (OSTION KM), který obsahuje karboxylovou skupinu ($-\text{COOH}$) na alifatickém skeletu (kopolymér divinylbenzenu a kyseliny metakrylové).

Uvolnění fosforu (o-fosforečnanů) z půdního komplexu je založeno na iontové výměnné reakci mezi kationty, na které je vázán půdní fosfor, a slabě kyselým katexem. Uvolněné anionty fosforu (PO_4^{3-} , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}) přecházejí do roztoku. Použitím slabě kyselého katexu oproti silně kyselému katexu, obsahujícímu úplně disociovaný anion RCOO^- a H^+ , se potlačuje sekundární efekt působení uvolněného H^+ iontu, který způsobuje další rozpouštění špatně rozpustných sloučenin půdního fosforu (*Mačáček, 1983*), protože je potlačena disociace skupiny $-\text{COOH}$.

Iontově výměnná reakce silně kyselého katexu (OSTION KS):



Iontově výměnná reakce slabě kyselého katexu (OSTION KM):



kde $m \lll 12$ a $n < 4$ podle disociačního stupně kyseliny metakrylové.

MATERIÁL A METODA

Slabě kyselý katex OSTION KM typ 0509: zrnitost 0,31–0,8 mm; min. % objemová 90; hmotnostní kapacita 8,5–9,5 mval.g⁻¹; objemová kapacita 3,5–3,8 mval.ml⁻¹; obsah vody 42–52 %; sypaná hmotnost 710–810 g.dm⁻³.

Silně kyselý katex OSTION KS typ 0809: zrnitost 0,315–0,8 mm; min. % objemová 90; hmotnostní kapacita 4,9–5,1 mval.g⁻¹; objemová kapacita 1,7–1,9 mval.ml⁻¹; obsah vody 46–52 %; sypaná hmotnost 730–880 g.dm⁻³.

Postup: Do tří třepacíků baněk (200 cm³) se přidá 1 g půdy o zrnitosti 2 mm. Do první baňky se přidá 1,7–1,8 g silně kyselého katexu (OSTION KS-0809), do druhé baňky 1,7–1,8 g slabě kyselého katexu (OSTION KM-0509) a do všech baněk se přidá 100 cm³ vody. Po 2 h třepání se filtruje přes hustý filtr. V případě zakaleného filtrátu se přidá na špičku nože NaCl a opět se filtruje přes ten samý filtr. Ve filtrátu se uvolněný fosfor stanoví postupem (W a t a n a b e , O l s e n , 1965) upraveným pro autoanalyzátor firmy Carlo Erba (Flowcomp 1501).

Výpočet forem půdního fosforu z jednoduššího stanovení: pro celkové formy je výpočet stejný jako pro stanovení zásoby půdního fosforu (M a c h á ě k , 1986a). Labilně pohyblivý a vodorozpustný fosfor je labilně přístupný fosfor. Labilně přístupný fosfor (P_s + P_v) je obsah fosforu uvolněný z půdního komplexu slabě kyselým katexem. Labilně pohyblivý fosfor (P_s) se vypočte z rozdílu labilně přístupného fosforu a vodorozpustného fosforu (P_v): (P_s + P_v) - P_v = P_s. Uvolnitelná forma fosforu P_r se vypočte z rozdílu (P_k + P_v) - (P_s + P_v) nebo P_k - P_s.

Stanovení labilních forem a z nich vypočtených uvolnitelných forem je demonstrováno na analýze tří vzorků hnědozemě slabě oglejené (lokality Kostelec nad Orlicí): půda hlinitá, 64 % prachových částí, klimatický region MT2; průměrný obsah draslíku a hořčíku ze tří vzorků: Schatschabel – 113 mg K.kg⁻¹, 57 Mg.kg⁻¹, sorpční index 0,97, KVK (CEC) 168 mmolekv.kg⁻¹. Vzorky měly tři hladiny fosforu v půdě a jeho obsah stanovený různými metodami je uveden v tab. I.

Přístupný fosfor byl stanoven metodou podle Egnera (E g n e r , 1938), Olsena (O l s e n et al., 1954), Mehlicha II (M e h l i c h et al., 1978) – úprava ÚKZÚZ Brno, extrakce CaCl₂ podle Aslynga (A s l y n g , 1954); hodnota pH / KCl představuje výměnné pH.

VÝSLEDKY

Na obr. 1 je znázorněna závislost uvolněného fosforu na čase. Jak při použití OSTION KS (1), resp. OSTION KM (3), tak i vodní extrakce (4) po třepání 120 min mají křivky téměř vodorovný průběh. Množství uvolněného fosforu za 120 min z celkové doby třepání 360 min podle půdního typu a různého množství fosforu v půdě se pohybovalo v rozmezí 94–100 % u vzorků s OSTION KM a 97–100 % u vzorků s OSTION KS. Doba třepání 120 min v mezích chyb vy-

I. Přehled výsledků obsahů P ve vzorcích získaných různými metodami – A survey of results of P content in the samples obtained by different methods

Vzorek ¹	$P_k + P_v$	P_v	P_k	Egner	Olsen (mg.kg^{-1})	Mehlich II	CaCl_2 ($\mu\text{.dm}^{-3}$)	pH
1	159	42	117	111	71	133	702	5,9
2	112	32	80	68	51	97	426	5,9
3	93	26	67	58	44	82	400	5,5

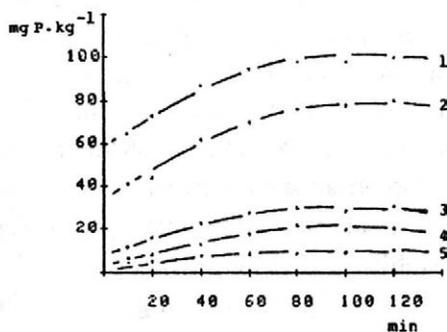
Rozměr²: $P_k + P_v$, P_v , P_k , Egner, Olsen, Mehlich II, 0,01M CaCl_2

¹sample, ²dimension

hovoří k uvolnění maximálního množství fosforu stejně jako v případě třepání s OSTION KS (M a c h á č e k , 1983).

V tab. II. je uveden přehled statistického hodnocení výsledků tří vzorků o různém obsahu fosforu v půdě (tab. I). Z jednotlivých ukazatelů je zřejmé, že reprodukovatelnost postupu splňuje požadavky kladené na metody pro analýzu půdy.

V tab. III jsou uvedeny vztahy závislosti labilních forem ($P_s + P_v$, P_s) a uvolnitelné formy (P_r) s různými metodami pro stanovení fosforu v půdě (tab. I), z kterých vyplývá, že: a) ukazatelé labilních forem reagují obdobným způsobem



1. Závislost uvolněného P na čase třepání – The dependence of released P on the shaking time

osa x – čas – x axis – time

osa y – obsah forem P – y axis – content of P forms

Křivky – Curves:

1. celkově přístupný P ($P_k + P_v$) – totally available P ($P_k + P_v$)
2. celkově pohyblivý P (P_k) – totally movable P (P_k)
3. labilně přístupný P ($P_s + P_v$) – labile available P ($P_s + P_v$)
4. vodorozpustný P (P_v) – water-soluble P (P_v)
5. labilně pohyblivý P (P_s) – labile movable P (P_s)

II. Statistické hodnocení vzorků ($n = 5$ hodnot) – Statistical evaluation of samples ($n = 5$ values)

Vzorek ¹	Ukazatel ²	s_x	\bar{x}	R	s_r
1	$P_s + P_v$	3,44	118	10	2,90
	P_v	1,72	42,8	5	4,02
	P_s	2,32	73,8	6	3,06
	$P_r(a)$	3,44	40,4	10	8,51
	$P_r(b)$	2,32	41,2	6	5,62
2	$P_s + P_v$	2,42	73,6	7	3,28
	P_v	1,96	34,6	6	5,66
	P_s	1,41	39,0	4	3,63
	$P_r(a)$	2,42	38,4	7	6,29
	$P_r(b)$	1,41	38,0	4	3,72
3	$P_s + P_v$	2,73	52,4	7	5,21
	P_v	1,85	24,6	4	7,54
	P_s	1,72	27,8	4	6,19
	$P_r(a)$	2,73	40,6	7	6,71
	$P_r(b)$	1,72	39,2	5	4,39

s_x – standardní odchylka – standard deviation

\bar{x} – průměr – mean

R – rozdíl – difference

s_r – variační koeficient – coefficient of variation

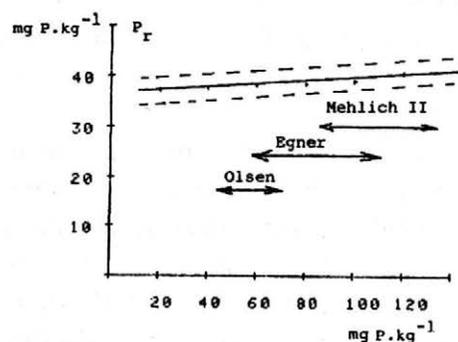
$P_s + P_v$ – labilně přístupný P – labile available P

P_v – vodorozpustný P – water soluble P

P_s – labilně pohyblivý P – labile movable P

$P_r(a)$ – uvolnitelný P vypočtený z rozdílu $(P_k + P_v) - (P_s + P_v)$ – releasable P calculated from the difference $(P_k + P_v) - (P_s + P_v)$

¹sample, ²parameter



2. Závislost obsahu uvolnitelného P (P_r) na výsledcích různých metod – The dependence of content of releasable P (P_r) on the results of different methods

přerušované čáry – rozpětí přípustných chyb – discontinued lines – range of admissible errors

III. Přehled korelačních koeficientů vztahů mezi labilními formami, uvolnitelnou formou a metodami pro sledování obsahu P v půdě – The survey of correlation coefficients of relationships among labile forms, releasable form and methods for watching P content in soil

Metody ¹	$P_s + P_v$	P_s	P_r
$P_k + P_v$	0,999	0,999	0,625
P_v	0,998	0,989	0,540
P_k	0,998	1,000	0,648
Egner	0,990	0,999	0,703
Olsen	0,998	1,000	0,649
Mehlich II	0,999	0,998	0,620
$CaCl_2$	0,970	0,988	0,771
P_r	0,392	0,665	
P_s	0,996		

0,997 – průkazný vztah – significant relationship

0,999 – vysoce průkazný vztah – highly significant relationship

$P_k + P_v$, P_v , P_k – celkově přístupný, vodorozpustný, pohyblivý P – totally available, water-soluble, movable P

$P_s + P_v$, P_s – labilně přístupný, pohyblivý P – labile available, movable P

P_r – uvolnitelný P – releasable P

¹methods

na změny obsahu fosforu v půdě jako různé metody, b) uvolnitelné množství fosforu v půdě nebude záviset na výchozím obsahu fosforu v půdě (obr. 2).

DISKUSE

Pojmy labilní formy půdního fosforu se v poslední době stále více využívají jako doplňující ukazatel k přístupného fosforu. Tento ukazatel bývá většinou definován podle svého využití a způsobu získání (Jones et al., 1984; Sharpley et al., 1989; Waller, Pickering, 1992; Clarholm, 1993; Rubaek, Sibbesen, 1993; Halloran, 1993; Polgliase et al., 1993; Baravalle et al., 1993 aj.)

Přístupný fosfor je velmi široký pojem, protože v sobě zahrnuje různé nedefinovatelné sloučeniny půdního fosforu, které jsou přímo obsaženy v půdním komplexu nebo vznikly při rozpouštění za použití různých extrakčních činidel. Jejich identifikaci v extrakčním roztoku nelze provést, protože jde o směs různých o-fosforečnanů. Při modelování dynamických dějů anorganických sloučenin fosforu v půdě k usnadnění definování následných stupňů se vychází z jednoduš-

$$P_k + P_v \quad - \quad P_v \quad = \quad P_k \quad (1)$$

$$O_k + O_v \quad - \quad O_v \quad = \quad O_k \quad (2)$$

$$D_k + D_v \quad - \quad D_v \quad = \quad D_k \quad (3)$$

$$P_k + P_v \quad - \quad P_v \quad = \quad P_k \quad (1)$$

$$P_s + P_v \quad - \quad P_v \quad = \quad P_s \quad (2)$$

$$P_r$$

3. Podrobnější přehled jednotlivých forem půdního P – More detailed survey of individual forms of soil P

(1) celkové formy – total forms: $P_k + P_v$, P_v – stanovení – determination; P_k – výpočet – calculation

(2) labilní formy – labile forms: $O_k + O_v$, O_v – stanovení a výpočet z kinetického měření – determination and calculation from kinetic measurement; P_k – výpočet – calculation

(3) uvolnitelné formy – releasable forms: výpočet z rozdílu celkových a labilních forem (rovnice 1 – 2) – calculation from difference of total and labile forms (equations 1 – 2)

index k: P uvolněný silně kyselým katexem (pohyblivý P) – P released by strongly acid cation exchanger resin (movable P)

index v: P uvolněný vodou – P released by water

4. Jednodušší přehled jednotlivých forem půdního P – Simplified survey of different forms of soil P

(1) celkové formy – total forms: $P_k + P_v$, P_v – stanovení – determination; P_k – výpočet – calculation

(2) labilní formy – labile forms: $P_s + P_v$ – stanovení – determination; P_s – výpočet – calculation

(3) uvolnitelná forma – releasable form: výpočet z rozdílu celkových a labilních forem (rovnice 1 – 2) – calculation from difference of total and labile forms (equations 1 – 2)

index k: P uvolněný silně kyselým katexem (pohyblivý P) – P release by strongly acid cation exchange resin (movable P)

index s: P uvolněný slabě kyselým katexem (labilně pohyblivý P) – P released by weakly acid cation exchange resin (labile movable P)

index v: P uvolněný vodou – P released by water

ších definovatelných pojmů a k postupnému diferencování mezičlánků v soustavě půdní komplex – přístupný fosfor se využívá více rozdílná rozpustnost forem a složek půdního fosforu.

Z teoretického hlediska labilní formy půdního fosforu jsou takové formy, které jsou okamžitě přístupné rostlinám bez složitých fyzikálně chemických desorpčních dějů. Uvolnitelné formy jsou takové formy půdního fosforu, které jsou reverzibilně adsorbovány a po odčerpání labilních forem rostlinami po absolvování složitých fyzikálně chemických desorpčních dějů jsou ještě přístupny rostlinám. Celkové formy jsou součtem labilních a uvolnitelných forem půdního fosforu, z kterých by měla být zajišťována výživa rostlin během vegetačního období. Celkové formy by měly být zásobníkem k udržení konstantního obsahu labilních forem.

Při rozdělení jednotlivých forem na další složky (přístupná, pohyblivá, vodorozpustná), jak je znázorněno na obr. 3, jsou pro praktické využití důležité všech-

ny složky z celkových forem ($P_k + P_v$, P_v , P_k) a z labilních forem pouze složka přístupná ($O_k + O_v$) a pohyblivá (O_k).

Je problematické definovat labilně a uvolnitelně vodorozpustné složky (O_v a D_v). Teoretické rozdílnosti v pohledu na různé formy půdního fosforu, které se přímým způsobem nedají stanovit, jsme se snažili odstranit přímým stanovením labilních forem pomocí slabě kyselého katexu a k výpočtu dalších forem a složek využít pouze jedné složky vodorozpustného fosforu, jak je znázorněno na obr. 4. Tak se výpočtem dvěma způsoby získá jedna uvolnitelná forma P_f .

Literatura

- ASLYNG, H. C.: The lime and phosphorus potentials of soils. Yearb. Roy. Veter. Agric. Coll. Copenhagen, 1954.
- BARAVALLE, R. A. – ROSELL, R. A. – GLAVE, A. E.: Phosphorus in the pampean semi-arid region of Argentina. I. Bray and anionic exchange resin extractable phosphorus. Commun. Soil Sci. Pl. Anal., 24, 1993 (13–14): 1567–1576.
- CLARHOLM, M.: Microbial biomass P, labile P, and acid phosphatase activity in the humus layer of spruce forest, after repeated additions of fertilizers. Biol. Fert. Soils, 1993 (16): 287–292.
- EGNER, H. et al.: Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. K. Lantbr.-Högsk. Ann., 6, 1938.
- HALLORAN, I. P.: Effect of tillage and fertilization on inorganic and organic soil phosphorus. Can. J. Soil Sci., 73, 1993 (4): 359–369.
- HEDLEY, M. J. – STEWART, J. W. – CHAUHAN, B. S.: Changes in inorganic phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations.. Soil Sci. Soc. Amer. J., 46, 1982: 970–976.
- CHANG, S. C. – JACKSON, M. L.: Fractionation of soil phosphorus. Soil Sci., 84, 1957: 133–144.
- JONES, C. A. – COLE, C. V. – SHARPLEY, A. N. – WILLIAMS, J. R.: A simplified soil and plant phosphorus model: I–III. Soil Sci. Soc. Amer. J., 48, 1984: 800–813.
- MACHÁČEK, V.: Ověření nové metody pro stanovení vodorozpustného fosforu a jeho půdní kapacity katexem. Rostl. Výr., 28, 1982 (6): 563–570.
- MACHÁČEK, V.: Determination of water-soluble phosphorus and soil resources of available forms of phosphorus by cation-exchanger. Scientia. Agric. Bohemoslov., 15, 1983 (4): 247–250.
- MACHÁČEK, V.: Využití nové metody k charakterizaci dynamiky P. 8. Konf. Vytváření optimálních hladin P a K v půdě, Praha, 1984.
- MACHÁČEK, V.: Způsob stanovení uvolnitelné zásoby fosforu z půdy. AO 247 986. Praha, 1986a.
- MACHÁČEK, V.: Způsob stanovení rychlosti uvolňování fosforu z půdního komplexu. AO 247 522. Praha, 1986b.
- MACHÁČEK, V.: Ověření nové metody ke stanovení rychlosti uvolňování fosforu z půdy. Rostl. Výr., 32, 1986c (5): 473–480.
- MEHLICH, A. et al.: New extract for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Commun. Soil Sci. Pl. Anal., 9, 1978 (6): 477–492.
- OLSEN, S. R. – COLE, C. C. – WATANABE, F. S.: Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA CIRO, 1954: 939.
- POLGLIASE, P. J. et al.: Nitrogen and phosphorus cycling in relation to stand age of *Eucalyptus regnans* F. Muell. III. Labile inorganic and organic P, phosphatase activity and P availability. Pl. and Soil, 142, 1993: 177–185.

RUBAEK, G. H. – SIBBESEN, E.: Resin extraction of labile, soil organic phosphorus. *J. Soil Sci.*, 44, 1993: 467–478.

SHARPLEY, A. N. – SINGH, U. – UEHARA, G. – KIMBLE, J.: Modelling soil and plant phosphorus dynamics in calcareous and highly weathered soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 53, 1989: 153–158.

SHARPLEY, A. N. – AHUJA, L. R. – YAMAMOTO, M. – MENZEL, R. G.: The kinetics of phosphorus desorption from soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 45, 1981: 493–496.

SPARKS, D. L.: Kinetics of soil chemical processes. San Diego, Acad. Press Inc. 1989.

WATANABE, F. R. – OLSEN, S. R.: Test of ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO_3 extracts from soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29, 1965: 677–678.

WALLER, P. A. – PICKERING, W. F.: Determination of labile phosphate in lake sediments using anion exchange resins – A critical evaluation. *Chem. Spec. Bioavailabil.*, 4, 1992 (7): 59–68.

Došlo 20. 1. 1994

MACHÁČEK, V. (Research Institute of Crop Production, Praha–Ruzyně):

Determination of labile and releasable forms of soil phosphorus.

Rostl. Výř., 40, 1994 (10): 889–898.

The elaborated method continues the use of strongly acid cation exchanger for determination of phosphorus soil reserve (M a c h á č e k , 1982, 1983, 1984) and a rate of phosphorus release from the soil complex (M a c h á č e k , 1986b).

The determination of the phosphorus soil reserve by strongly acid cation exchanger (M a c h á č e k , 1986a) is based on the simultaneous determination of water-soluble P_v (extraction by water) and sum of water-soluble P_v and movable P_k (extraction by water and strongly acid cation exchanger) that can be called available phosphorus ($P_v + P_k$). The so-called movable phosphorus (P_k) is calculated from the difference ($P_v + P_k$) and P_v . These are so-called total forms soil phosphorus.

The determination of a rate of phosphorus release from soil complex (M a c h á č e k , 1986c) is based upon the determination of total forms of phosphorus in dependence on the time. A rate of release of appropriate component of phosphorus ($R_v + R_k$, R_v , R_k) is calculated from linear dependence of an amount of released phosphorus (y) into \sqrt{t} : $y = O + R\sqrt{t}$, where O is amount of particular labile from ($O_k + O_v$, O_v , O_k). S h a r p l e y et al. (1981) termed the content of labile phosphorus as an amount of phosphorus in the time $t = 0$.

From the difference in the total and labile forms of phosphorus releasable forms of soil phosphorus are calculated: available component $D_v + D_k = (P_v + P_k) - (O_v + O_k)$, movable component $D_k = P_k - O_k$, water-soluble component $D_v = P_v - O_v$.

The way of obtaining labile forms from determination of a rate of phosphorus release from soil complex (S h a r p l e y et al., 1981; M a c h á č e k , 1986c) is very laborious and for this reason there was an effort to work up a simplified procedure. The most suitable way was the direct determination, that is in close correlation to the total forms in order to calculate releasable forms of phosphorus. The most

logical way led again through the acid cation exchanger, that is slightly acid cation exchanger OSTION KM.

Characteristics of OSTION KM 0509 are as follows: granularity 0.31–0.80 mm or 50–20 mesh, weight capacity $8.5\text{--}9.5\text{ mval.g}^{-1}$, bulk capacity $3.5\text{--}3.8\text{ mval.m}^{-1}$, moisture 42–52% and so on.

Procedure: Add 1.7–1.8 g of slightly acid cation exchanger, 100 cm^3 of water to 1 g of soil (granularity 2 mm) into 200 cm^3 shaking and shake for 120 minutes. Simultaneously with it, shake the same sample with 100 cm^3 of water. Filter through the thick filter and determine the phosphorus content in filtrate by the procedure after W a t a n a b e , O l s e n (1965) on autoanalyser Carlo Erba (Flowcomp 1501).

Calculation of forms of soil phosphorus (Fig. 4): calculation of total forms is identical with determination of soil phosphorus reserve. Labile available phosphorus ($P_v + P_k$) is a content of phosphorus released from soil by slightly acid cation exchanger. Labile movable phosphorus (P_s) is calculated from the difference of labile available phosphorus and water-soluble phosphorus (P_v): $(P_v + P_s) - P_v = P_s$. Releasable form P_r is calculated from the difference $(P_v + P_k) - (P_v + P_s)$ or $P_k - P_s$.

Fig. 1 shows the dependence of released phosphorus on the time. It can be seen from the curve that shaking for 120 minutes is suitable to lower an error in order to release a maximum amount of phosphorus. It follows from statistical evaluation of results of three samples of various phosphorus content (Tab. II) that reproducibility of the procedure meets the requirements for the methods intended for analysis. The parameters of labile forms responded in similar way to the changes in phosphorus content in soil (Tab. III) as commonly used methods (Tab. I) and releasable amount will not depend on initial content of phosphorus in soil (Fig. 2, Tab. II).

Labile forms are such forms of soil phosphorus which are available to plants in a short time interval without complicated physicochemical desorptive processes. Releasable forms are such forms of soil phosphorus which are reversibly adsorbed by soil complex and following uptake of releasable forms by plants and after passing complex physicochemical desorption processes they are still available to plants. Total forms are a sum of labile and releasable forms of soil phosphorus from which plants should have nutrition during the growing season. Total forms should be a reservoir to keep the constant content of labile forms.

In division of particular forms into other components (available, movable, water-soluble), as presented in Fig. 3, for practical usage, all components of total forms ($P_k + P_v$, P_v , P_k) are important and of labile forms only available ($O_k + O_v$) and movable components (O_k).

Kontakní adresa:

RNDr. Václav M a c h á ě k , CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby,
Drnovská 507, 161 06 Praha 6–Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51,
fax: 02/36 52 28

ANALÝZA VLIVU DRASELNÉHO A HOŘEČNATÉHO HNOJENÍ NA VYBRANÉ UKAZATELE VÝNOSU A KVALITY BRAMBOR

J. Čepl

Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod

V letech 1991 až 1993 byl u brambor sledován vliv stupňovaných dávek draslíku při dvou úrovních hořčnatého hnojení na výnosy a kvalitu velmi rané konzumní odrůdy Ostara a pozdní průmyslové odrůdy Kamýk. Stupňované draselné hnojení v uvedených případech průkazně zvyšovalo výnosy hlíz odrůdy Ostara a příznivě v tomto směru působilo i u odrůdy Kamýk. Kvalita hlíz zastoupená zejména obsahem škrobu byla vlivem stupňovaných dávek draslíku průkazně snižována. Hořčnaté hnojení se projevilo vyšší měrou u odrůdy Ostara, přičemž byl při vyšší hladině Mg 80 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) pozorován nejvyšší výnos hlíz, avšak reakce na stupňované dávky draslíku byla nejvyšší u úrovně Mg 40. U odrůdy Kamýk byly naproti tomu nejvyšší výnosy docíleny u úrovně Mg 40. Obsah sušiny i škrobu zůstal u obou odrůd v rámci sledovaných úrovní hořčiku nezměněn, u odrůdy Kamýk došlo dokonce ke zvýšení obsahu škrobu u stupňovaných hladin hnojení hořčíkem.

Vliv draslíku na výnosy a kvalitu brambor byl studován mnoha autory. M u n z e r t, H e g e (1985) zjistili, že při zvyšování dávek draslíku až na $250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ došlo ke zvyšování výnosu hlíz a zachování stejného obsahu škrobu, naproti tomu S o m o r o w s k a (1987), která zkoušela dávky draslíku od 166 do $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, zaznamenala negativní vliv obsahu sušiny, celkového dusíku i vitamínu C, ale naopak pozitivní vliv na snižování tmavnutí dužniny za syrova i po uvaření.

B a i e r, S m e t á n k o v á (1978) uvádějí zvýšení výnosu hlíz při aplikaci $166 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ na třech sledovaných stanovištích s tím, že nejvyšší přírůstek byl pozorován na degradované černozemi ve srovnání např. s hnědou písčitohlinitou půdou. V literatuře se často poukazuje na antagonismus ve vztahu draslíku a hořčiku (M a t u l a, 1984; B a i e r, 1988). Dosud však nebyl studován vzájemný vztah draslíku a hořčiku u brambor. Naším cílem bylo proto zjistit reakci velmi rané a pozdní odrůdy na stupňované draselné hnojení při různých úrovních hořčnatého hnojení.

MATERIÁL A METODA

Přesné polní pokusy byly založeny na pozemcích pracoviště VÚB ve Valečově v letech 1991 až 1993. U odrůd Ostara (velmi raná, konzumní) a Kamýk (pozdní, průmyslová) byl sledován vliv tří variant draselného hnojení při dvou úrovních

hořečnatého hnojení za standardních dávek dusíku a fosforu projektovaných v rámci jednotlivých let podle délky vegetační doby, užitkového směru pěstování a u fosforu i podle zásoby v půdě. Dávka organického hnojiva 35 t.ha⁻¹ byla jednotná.

Varianty hnojení (dávký draslíku a hořčíku v kg.ha⁻¹):

Mg 0	Mg 40	Mg 80
1 – K 60	1 – K 60	1 – K 60
2 – K 120	2 – K 120	2 – K 120
3 – K 360	3 – K 360	3 – K 360

Fosforečná, draselná a hořečnatá hnojiva byla zapravena na podzim a dusíkatá na jaře. Spon výsadby byl 75 x 29 cm, velikost pokusných parcelék činila 19,62 m². Pokus byl založen metodou úplných bloků s náhodným rozmístěním variant ve třech opakováních.

Hodnocení bylo provedeno analýzou rozptylu a hodnot diferencí *t*-testem. Hodnoceními ukazateli byly výnos hlíz, obsah sušiny a obsah škrobu. Obsah živin na pokusných pozemcích a jeho charakteristika jsou uvedeny v tab. I.

I. Agrochemická charakteristika půdních vzorků odebraných před založením pokusu – Agrochemical characteristics of soil samples taken before trial establishment

Ukazatel ¹	Obsah živin ² (mg.kg ⁻¹)		
	1991	1992	1993
P	74 střední ³	97 dobrý ⁵	140 vysoký ⁵
K	118 malý ⁴	292 dobrý	173 střední
Mg	32 malý	61 střední	99 střední
pH/KCl	5,4	6,5	5,7

¹parameter, ²nutrient content, ³medium, ⁴low, ⁵good, ⁶high

VÝSLEDKY

Výsledky celého pokusu jsou uvedeny v tab. II. U odrůdy Ostara byl při hladině hnojení Mg 0 zjištěn pozitivní vliv stupňovaných dávek draslíku na výnosy hlíz vyjádřený průkaznou diferencí na hladině významnosti 0,01. Současně došlo k neprůkaznému zvyšování obsahu sušiny a k nejednoznačným výsledkům u obsahu škrobu, protože při dávce K 120 byla škrobnatost nejvyšší (15,4 %). U odrůdy Kamýk nebyla zjištěna v úrovni Mg 0 reakce na varianty draselného hnojení ani na obsah sušiny. Obsah škrobu byl variantami nevýznamně snižován.

II. Vliv variant hnojení na vybrané ukazatele – The effect of fertilization treatment on some parameters

Varianta ¹	Výnos hlííz ² (t.ha ⁻¹)						Obsah sušiny ³ (%)						Obsah škrobu ⁴ (%)					
	Mg 0		Mg 40		Mg 80		Mg 0		Mg 40		Mg 80		Mg 0		Mg 40		Mg 80	
	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk	Ostara	Kamýk
K 60	42,93	43,85	42,93	44,27	46,32	44,42	20,5	27,9	21,2	27,8	20,8	27,8	14,9	20,0	15,4	20,4	15,3	20,3
K 120	44,82	44,34	44,97	46,10	45,35	44,74	20,8	28,0	20,8	27,7	20,8	27,7	15,4	19,9	15,1	20,2	15,1	20,1
K 360	46,18	43,35	46,46	45,19	47,16	44,52	21,1	27,7	20,7	27,2	20,7	27,2	14,7	19,8	14,6	19,9	14,7	20,0
Průměr ⁵	44,65	43,85	44,78	45,19	46,28	44,56	20,80	27,86	20,90	27,56	20,76	27,56	15,00	19,90	15,03	20,16	15,03	20,13
F-test	3,44 ⁺	0,27	4,23 [*]	1,53	0,82	0,04	0,74	2,22	0,54	1,30	0,02	1,30	2,37	0,92	7,90 ^{**}	3,64 [*]	4,18 [*]	1,31
Průkazné difference ⁶																		
P 0,05	3,32	3,62	3,25	2,79	3,77	3,18	1,33	0,93	1,31	1,13	1,58	1,13	0,85	0,53	0,53	0,43	0,58	0,65
P 0,01	4,45	4,85	4,35	3,74	5,05	4,26	1,79	1,25	1,76	1,51	2,11	1,51	1,13	0,71	0,70	0,57	0,77	0,87

¹treatment, ²tuber yield, ³dry matter content, ⁴starch content, ⁵average, ⁶significant differences

Vyšší hladina hořčíku v průmyslových hnojivech Mg 40 spolu se stupňovanými dávkami draslíku zabezpečily u odrůdy Ostara průkazné zvyšování výnosu hlíz až na hodnotu $46,46 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ u kombinace Mg 40 K 360, což však bylo doprovázeno nevýznamným snižováním sušiny, ale vysoce průkazným snižováním obsahu škrobu z 15,4 % u kombinace Mg 40 K 60 až na 14,6 % u kombinace Mg 40 K 360.

V případě odrůdy Kamýk se nepotvrdily výsledky získané u odrůdy Ostara a varianty se stupňovanými dávkami draslíku zůstaly u výnosu hlíz bez odezvy. Obsah sušiny byl nevýznamně snížen, ale zjištěné diference mezi hodnotami obsahu škrobu byly významné s tím, že vyšší dávky draslíku průkazně snižovaly obsah škrobu.

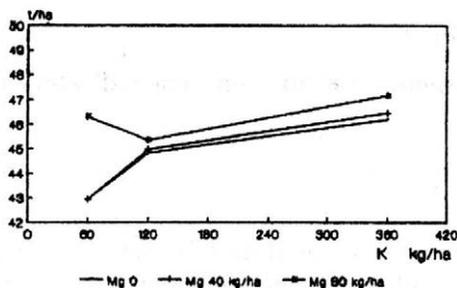
Nejvyšší úroveň hořečnatého hnojení Mg 80 ve spojení se stupňovanými dávkami draslíku neměla průkazný vliv na výnosy hlíz ani na obsah sušiny u obou zařazených odrůd. Nicméně obsah sušiny vykazoval tendenci poklesu u vyšších dávek draslíku. Stejně tomu bylo u obou odrůd i v případě obsahu škrobu, který byl u odrůdy Ostara dokonce snížen s průkaznou diferencí. Co se týká dávek hořčíku, pak v jednotlivých variantách draselného hnojení nebyl jejich vliv pozorován. Rozdíl mezi působením dávek draslíku a hořčíku spočíval v tom, že stupňovaný hořčík neměl negativní vliv na sledované ukazatele, spíše naopak. Např. obsah škrobu byl u hladiny K 60 u obou odrůd Ostara i Kamýk tendenčně zvýšen.

Z obr. 1 až 4 je patrné, že u odrůdy Ostara byl nejvyšší výnos hlíz zabezpečen u úrovně Mg 80, avšak reakce na stupňované dávky draslíku byla nejvyšší u úrovně Mg 40. U odrůdy Kamýk byly nejvyšší výnosy docíleny rovněž u úrovně Mg 40. Obsah sušiny i škrobu zůstal u obou odrůd nezměněn, u odrůdy Kamýk dokonce došlo ke zvýšení obsahu škrobu u stupňovaných hladin hnojení hořčíkem.

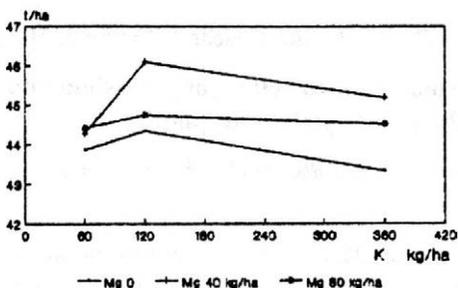
DISKUSE

Zjištěné výsledky jsou v souladu s tvrzeními, která upozorňují na snížení ukazatelů kvality vlivem vysokých dávek draslíku (V o k á l , 1989). Na druhou stranu se však plně nepotvrdila domněnka (M í č a , 1989), že draslík může snižovat obsah škrobu v důsledku zvyšujícího se obsahu vody v hlízách. Nebylo zaznamenáno průkazné snižování sušiny hlíz, které by signalizovalo zvýšený obsah vody v hlízách, pokud byl obsah škrobu vlivem stupňovaných dávek draslíku průkazně snižován.

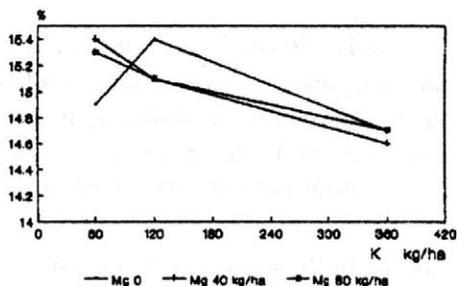
Pozitivní vliv hořčíku byl pozorován jen částečně, a to zejména u odrůdy Ostara při nejvyšší hladině Mg 80, u níž byly dosaženy nejvyšší výnosy při stabilizovaném obsahu sušiny a škrobu. Částečně tak byl potvrzen poznatek o vzrůstající účinnosti plného minerálního hnojení při jeho doplnění hořečnatými hnojivy (R u b a n o v , V o j t o v a , 1970).



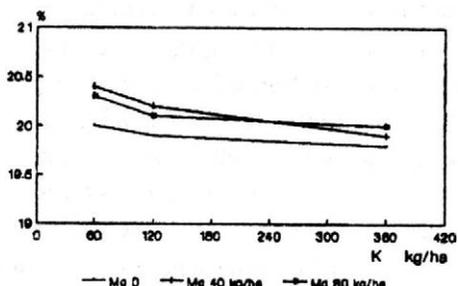
1. Vliv variant na výnos hlíz odrůdy Ostara ($t \cdot ha^{-1}$) – The effect of treatments on the tuber yield in the Ostara variety ($t \cdot ha^{-1}$)



2. Vliv variant na výnos hlíz odrůdy Kamýk ($t \cdot ha^{-1}$) – The effect of treatments on the tuber yield in the Kamýk variety ($t \cdot ha^{-1}$)



3. Vliv variant na obsah škrobu odrůdy Ostara (%) – The effect of treatments on the starch content in the Ostara variety (%)



4. Vliv variant na obsah škrobu odrůdy Kamýk (%) – The effect of treatments on the starch content in the Kamýk variety (%)

Literatura

- BAIER, J. – SMETÁNKOVÁ, M.: Diagnostika zásobenosti bramborů draslíkem na základě anorganických rozborů rostlin. Rostl. Výr., 24, 1978 (4): 419–429.
- BAIER, J. et al.: Diagnostika výživy rostlin. Praha, MZVŽ 1988.
- MATULA, J.: Kationtová výměnná kapacita půdy a její využití ke hnojení. Agrochémia, 24, 1984 (11): 333–337.
- MÍČA, B.: Draslík a kvalita stolních a průmyslových brambor. In: Draslík ve výživě brambor, Havlíčkův Brod, KVŠÚB 1989: 37–54.
- MUNZERT, M. – HEGE, U.: Zur Höhe der Kalidüngung und zur Frage eines sortenspezifischen Kalibedarfs der Kartoffel auf gut versorgten Boden. Bayer. Landwirtschaft., 62, 1985 (3): 354–364.
- RUBANOV, V. S. – VOJTOVA, A. S.: Dějstvie magnijevych udobrenij na urožaj i kačestvo kartofelja. Chim. Sef. Choz., 1970 (8): 11–13.
- SOMOROWSKA, K.: Wplyw nawożenia dawkami soli potasovej i navadniania na niektore cechy jakosci bulw ziemniaka. Bul. Inst. Ziemn., 35, 1983: 61–75.
- VOKÁL, B.: Optimalizace výživy brambor draslíkem. In: Draslík ve výživě brambor, Havlíčkův Brod, KVŠÚB 1989: 54–62.

Došlo 17. 3. 1994

ČEPL, J. (Potato Research Institute, Havlíčkův Brod):

Analysis of the effect of potassium and magnesium fertilization on some indicators of the potato yield and quality.

Rostl. V ý r., 40, 1994 (10): 899–905.

The effect of potassium on potato yields and quality was studied by many authors. M u n z e r t , H e g e (1985) found out that with increasing potassium doses up to 250 kg.ha⁻¹ the tuber yields were increasing and starch content remained unchanged. On the contrary, S o m o r o w s k a (1987), who tested the potassium doses from 166 kg.ha⁻¹ to 500 kg.ha⁻¹, found out a negative impact of dry matter content, total nitrogen and vitamin C, but even a positive effect on decreasing of flesh blackening in a raw state and after cooking.

In 1991 to 1993, at the Potato Research Institute at Havlíčkův Brod, a precise field trial was established with graded potassium and magnesium doses under standard doses of organic fertilizers and mineral NP nutrients. Potassium and magnesium doses are presented in methodical section. Two varieties were included in the trial: Ostara – very early, market potatoes and Kam ý k – late, industrial potatoes. Tuber yield, dry matter and starch content were observed.

The results of the whole trial are given in Tab. II. In the Ostara variety a positive effect of graded potassium doses on tuber yields was examined at zero level of magnesium fertilization, expressed by unambiguous difference on the level of significance 0.01. At the same time, an insignificant increase in dry matter content was recorded and ambiguous results in starch content, because at a dose of K 120 the starchiness was the highest (15.4%). In the Kam ý k variety at a dose of Mg 0 no reaction was found neither in potassium fertilization treatments, nor in dry matter content. Starch content was insignificantly decreasing by treatments.

Higher magnesium level in industrial fertilizers Mg 40 together with intensified potassium doses ensured a significant tuber yield increase in the Ostara variety up to 46.46 t.ha⁻¹ in combination with Mg 40 K 360. This was accompanied by significant dry matter decrease, but by highly significant decrease in starch content from 15.4% in combination with Mg 40 K 60 up to 14.6% in combination with Mg 40 K 360. In case of the Kam ý k variety, the results obtained in the Ostara variety were not confirmed and treatments with graded potassium doses remained without response in the tuber yield. Dry matter content was insignificantly reduced, but the differences found among values of starch content were important for the reason that higher potassium doses significantly reduced the starch content.

The highest level of magnesium fertilization Mg 80 in connection with graded potassium doses had no significant effect neither on the tuber yields, nor on dry matter content in both varieties. Nevertheless, dry matter content exhibited the trend of reduction in higher potassium doses. This was in both varieties and in starch content that was even reduced with significant difference in the Ostara variety.

It is apparent from Figs 1 to 4 that in the Ostara variety the highest tuber yield was recorded in magnesium fertilization Mg 80, however, response to graded potassium doses was the highest in magnesium at a dose Mg 40. In the Kamýk variety the highest yields were recorded also in magnesium applied at a dose Mg 40. Dry matter content remained unchanged in both varieties and the same applied to the starch content, in the Kamýk variety the starch content even increased in graded doses of magnesium fertilization.

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslav Č e p l , Výzkumný ústav bramborářský, Dobrovského 2366,
580 03 Havlíčkův Brod, Česká republika, tel.: 0451/972 09, fax: 0451/215 78

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

75 LET VZDĚLÁVACÍ A BADATELSKÉ ČINNOSTI VŠZ BRNO

Po více než stoletém úsilí průkopníků moravského zemědělství, patřícího odedávna k nejvyspělejšímu v Evropě, byla v Brně 24. července 1919 založena Vysoká škola zemědělská. K jejímu zřízení přispělo i soustředování nově vznikajících českých vysokých škol v Brně. K České technice přibyla Masarykova univerzita a Vysoká škola zvěrolékařská. Budoucí VŠZ Brno měla odborné zázemí též v dobře fungujícím Zemském výzkumném ústavu zemědělském.

Vzniku a rozvoji školy významně přispěla Zemská akademie hospodářská v Táboře, z níž přešli do Brna vynikající profesori a převážná část studentů. Přednášky zahájil slavnostním projevem 18. listopadu 1919 první rektor prof. PhDr. František B u b á k , přední botanik a fytopatolog.

Vynikající pedagogický sbor, velmi dobrá úroveň absolventů a množství zahraničních studentů přispěly v meziválečném období k širokému věhlasu VŠZ Brno. Za okupace byla budova školy zabrána fašistickou policií, během druhé světové války položilo za svobodu republiky život deset členů pedagogického sboru a 23 studentů a absolventů. Ke znovuotevření školy došlo již 3. května 1945. Pro posluchače, kteří museli opustit školu po 17. listopadu 1939, byly pak v červnu téhož roku zahájeny přednášky. Do roku 1989 se několikrát změnila organizační struktura školy, měnil se počet fakult a oborů.

Po listopadu 1989 prodělala škola řadu změn. Došlo k poklesu počtu posluchačů, restrikci počtu zaměstnanců a renezacii jejího vzdělávacího a badatelského poslání. Personální vývoj školy je směřován na úroveň činnosti univerzit vyspělých zemí a měl by navazovat na vědecké školy vynikajících učitelů, jako je např. škola pedologická prof. N o v á k a , botanická prof. D o s t á l a , zootechnická prof. T a u f e r a , technologická prof. H o š p e s e , fytoocenologická prof. Z l a t n í k a a další.

V současné době má škola čtyři fakulty – agronomickou, lesnickou a dřevařskou, provozně ekonomickou a zahradnickou; praktické výuce pak slouží tři školní podniky a arboretum s botanickou zahradou. Škola nabízí širokou škálu studijních oborů odpovídajících vývoji národního hospodářství. Nedílnou součástí výuky je ekologicky šetrné využívání a udržování přírodních zdrojů zemědělství a lesnictví a respektování rozvoje krajinných prvků. Kromě inženýrského a bakalářského studia je široce rozvíjeno studium doktorandské, pro které bylo škole akreditováno 18 oborů. Za 75 let existence připravila VŠZ Brno zemědělské a lesnické praxi, vědě a školství více než 26 tisíc inženýrů.

Oslavy tohoto významného výročí mají pracovní ráz. V průběhu roku 1994 je organizováno fakultami a jednotlivými ústavy množství vědeckých a odborných akcí. Tradice VŠZ Brno zavazuje vědeckopedagogické pracovníky k další usilovné cílevědomé výchovné a badatelské činnosti. Přispívá k tomu též rozsáhlá spolupráce s odbornou veřejností doma i v zahraničí.

*Prof. MVDr. ing. Pavel J e l í n e k , DrSc.
rektor VŠZ Brno*

POSSIBILITIES OF THE NITRATE CONTENT REDUCTION IN RADISH THROUGH SACCHAROSE AND THIOUREA APPLICATION

P. Kováčik

University of Agriculture, Nitra

In a greenhouse with the soil substrate consisting of peat, gleyic fluvisol and agrolite, the possibility of controlling content of nitrates in vegetables was investigated. A reduction in their stock in the soil and an increase in their requirement by the plant using a nitrification inhibitor and saccharose – a support for transformation of NO_3^- to NH_3 – were used for evaluation. It has been shown that an application of 5% saccharose solution to the leaves of radish about 12 days prior to harvesting had a positive effect on reducing the nitrate content in heads. An influence of saccharose increased if it was applied under the conditions of shorter days. The evidence of thiourea was not proved because of its negative physiological effect.

An increased accumulation of nitrates in vegetables is a result of disproportion between their absorption and requirement in a plant. The nitrate absorption was affected by fertilizer choice and application rate, as well as by forming the physical and chemical properties of cultivated substrate and growing site. Nitrate nitrogen amount absorbed by plants is affected by increasing activity of the nitrate reductase system, especially by improving light conditions. Richter et al. (1990) and Richter (1992) reduced nitrate content by regulation of photosynthesis process through application of sugar solution on plants a few days before harvest.

Respecting the mentioned approaches to reduce the nitrate content in vegetables, an experiment has been carried out. The aim was to investigate the possibilities of controlling content of nitrates in the plant through a decrease in their absorption using a nitrification inhibitor and through an increase in their requirement in the plant using saccharose.

MATERIAL AND METHODS

The problems in question have been investigated in conditions of the microplot trial in a greenhouse with mechanical ventilation and irrigation and without additional lighting source and heating. A soil substrate consisted of peat, sand,

I. Analysis of soil samples taken before foundation of the trial from the soil depth 0.0 to 0.2 m

Year	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	N _{min}	P	K	pH/KCl	Humus
	mg.kg ⁻¹						%
1990	5.69	14.79	20.48	61.5	127	6.50	5.08
1991	12.75	48.63	61.38	111.3	197	6.32	5.20
1992	7.25	19.25	26.50	74.0	236	6.54	5.14

fluvi-eutric gleysol and agropelite. The substrate bulk density was 0.9 g.cm⁻³ and its agrochemical parameters are given in Tab. I.

A method of random plot arrangement, repeated three times, was used to establish the trial. A nitrophilous crop, i.e. radish, has been chosen as a model plant. It was hand-sown in the number of 50 seeds per 1 m², their size was more than 2.5 mm.

The nutrient doses were calculated in accordance with recommendations after P o l á c h (1985), taking into account the supplies of nitrogen, potassium and phosphorus in the soil. Fertilizers were applied into the soil two days prior to sowing the radish: nitrogen in ammonium nitrate (27.5% N), phosphorus in the form of simple superphosphate (7.2% P) and potassium in 60% potassium chloride (49.1% K).

Thiourea as a nitrification inhibitor was applied in two different dates. A dose used for the variant 3 represented 20% N of the total application rate of nitrogen fertilizer. It was added to the soil as a powder together with NPK fertilizers. A dose of the variant 4 was lower by half in comparison with the variant 3 and was applied as a solution in the gaps between furrows 12 days before the radish

II. Timing of soil sampling, application treatments, sowing and harvest

Agricultural measures	Year		
	1990	1991	1992
Sowing	24. 9.	29. 3.	25. 4.
1 st sampling	6. 10.	6. 4.	11. 5.
2 nd sampling	13. 10.	13. 4.	18. 5.
3 rd sampling	22. 10.	22. 4.	26. 5.
Application of thiourea	24. 10.	24. 4.	29. 5.
Application of saccharose (5% solution)	24. 10.	24. 4.	29. 5.
4 th sampling	25. 11.	5. 5.	8. 6.
Harvest	5. 11.	5. 5.	8. 6.

III. Variants of experiments and applied doses of nutrients

Year	Variant	N	P	K	Thiourea	Saccharose (l.ha ⁻¹)
		kg.ha ⁻¹				
1990	1	0	40	120	0	0
	2	120	40	120	0	0
	3 ⁺	120	40	120	67	0
	4 ⁺⁺	120	40	120	33	0
	5 ^x	120	40	120	0	500
1991	1	0	10	120	0	0
	2	80	10	120	0	0
	3 ⁺	80	10	120	43.5	0
	4 ⁺⁺	80	10	120	21.8	0
	5 ^x	80	10	120	0	500
1992	1	0	25	120	0	0
	2	120	25	120	0	0
	3 ⁺	120	25	120	67.0	0
	4 ⁺⁺	120	25	120	33.0	0
	5 ^x	120	25	120	0	500

⁺ dose of thiourea represented 20% of applied dosage of nitrogen

⁺⁺ dose of thiourea represented 10% of applied dosage of nitrogen

^x 5% solution of saccharose

was collected. Saccharose in the form of 5% solution was sprayed on the leaf 12 days before the harvest-time of radish (Tabs II and III).

The soil was sampled four times during vegetation, the samples were taken from a depth of 0.0 to 0.1 m and 0.1 to 0.2 m. Inorganic nitrogen content ($N_{an} = NH_4^+-N + NO_3^--N$) was determined using the standard methods: NH_4^+-N was evaluated colorimetrically by the Nessler agent and NO_3^--N colorimetrically by means of phenol 2,4-disulphone acid. During experiment, the soil moisture was kept on a level of 60 to 70% of full water capacity. After finishing the trial we could see the radish heads bigger than 0.015 m, which is a market requirement for the radish under accelerated growing conditions (1990, 1991) and over 0.02 m, which is a market requirement for radish supplied after May 15, 1992. A different estimation of the crops in 1992 compared to the previous years is caused by later sowing in 1992 (Tab. II). A ion-selective electrode CRYTUR has been used to analyse a content of nitrates in the fresh radish heads (H u b á ě k , B e r n a t z i k , 1979).

RESULTS AND DISCUSSION

An amount of nitrates and ammoniacal nitrogen determined in both soil layers during the radish vegetation (Tab. IV) was a result of mineral immobilization processes, the course of which was significantly influenced by an application of nitrogen fertilizers and thiourea. The lowest content of inorganic nitrogen has been detected in the variant 1 owing to no use of nitrogen fertilizers. The content of nitrate nitrogen was the highest in the variant 2. An addition of thiourea in the variants 3 and 4 showed a more explicit reduction in the NO_3^- -N content and an increase in the amount of NH_4^+ -N in the soil only in the variant 3. It was more evident in the depth of 0.0 to 0.1 m than in that of 0.1 to 0.2 m. Thiourea applied to the variant 4 12 days before harvesting radish and in the amount by a half lower than in the variant 3 had no demonstrable influence on the inorganic nitrogen transformation in the soil. The results obtained, as well as technical problems concerning its application to the soil during the crop vegetation, have shown that there is no assumption to use thiourea in the vegetation time.

Based on the given results relating to the nitrate nitrogen content (the lowest amount of NO_3^- -N has been determined in the variant 1) and in view of a relationship between NO_3^- -N amount in the soil and in the plant as well, the lowest reserve of nitrates was supposed to be detected in radish heads collected from

IV. Content of nitrate and ammoniacal nitrogen in the soil ascertained during vegetation period of radish plants

Nitrogen fraction	Year	Depth (m)	Variant				
			1	2	3	4	5
			mg.kg ⁻¹				
NO_3^- -N	1990	0.0-0.1	12.5	63.6	40.5	53.0	56.5
		0.1-0.2	15.3	54.0	41.0	48.1	52.6
	1991	0.0-0.1	14.7	81.9	55.8	70.0	56.5
		0.1-0.2	18.0	68.8	58.5	51.7	45.3
	1992	0.0-0.1	22.9	72.5	37.6	68.0	66.0
		0.1-0.2	21.7	60.2	40.5	63.2	57.7
NH_4^+ -N	1990	0.0-0.1	19.5	39.4	43.5	42.3	37.7
		0.1-0.2	19.3	34.0	35.6	37.3	36.8
	1991	0.0-0.1	11.5	36.7	57.7	31.7	17.5
		0.1-0.2	10.1	26.9	38.6	20.5	14.4
	1992	0.0-0.1	9.9	21.1	47.8	23.9	22.6
		0.1-0.2	8.5	17.4	28.2	19.9	18.0

the variant 1 and the highest in those from the variant 2. However, the trial results have not corresponded with the view (Tab. IV). In the first year (autumn 1990), the nitrate content in radish heads was the lowest in variants in the sequence 5, 1, 4, 3 and 2. In the second year (spring 1991) and in the third one, this sequence was 3, 1, 2, 4, 5 and 3, 1, 5, 2, 4. The experiment has shown a positive or indifferent effect, respectively, of saccharose on the nitrate content in radish heads. Differences in the amount of NO_3^- -N in heads could be demonstrated only in 1990 and 1992 and those in the soil reserve of NO_3^- were evident each year (Tabs V, VI). Based on statistics, an inexpressive relationship between the content of nitrates in the plant and in the soil (Tab. VII) as well as the data of Tabs V and VI point up a fact that the factor of years (light conditions and not that of trial variants) content of nitrates in the soil was a decisive factor determining a level of nitrates in the radish heads.

A negative effect of the light shortage in autumn (fogs, shorter days) and positive one of getting days longer in spring have resulted in a significant diffe-

V. The content of NaNO_3 in radish bulb, significance of differences among variants and evaluation of influence of sources of variability on their content by the dispersion analysis (LSD-test)

Variant	1990					1991					1992					
	mg. kg ⁻¹															
1	3 580					2 747					781					
2	4 384					3 192					1 182					
3	4 110					2 360					719					
4	3 946					3 154					1 356					
5	3 082					3 261					984					
\bar{x}	3 820.4					2 962.8					1 004.4					
significance of differences																
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++	++	
2		-	-	-	++		-	-	-	-		-	++	++	++	
3			-	-	++			-	-	-			-	++	++	
4				-	+				-	-				-	++	
5					-					-					-	
Source of variability	d. f.	F - value calculated														
		1990					1991					1992				
Variants	4	6.179 ⁺					1.604					494.669 ⁺⁺				
Repeatings	2	0.626					0.304					2.045				

rence in the nitrate content of the radish heads grown in different years. In 1991, a content of nitrates (NaNO_3) was lower by 858 mg.kg^{-1} on average than in 1990 and in 1992 it was four times and three times lower compared to 1990 and 1991. The relationship between the nitrate content in vegetables and length and intensity of light presented in details P r u g a r (1992).

A positive influence of saccharose on a reduction of the nitrate nitrogen accumulation was obtained in worse light conditions (autumn 1990) due to a limited formation of saccharides in a photosynthesis process. The extreme value of the nitrate content in the fresh radish heads under accelerated growing (3000 mg.kg^{-1} of $\text{NaNO}_3 + 20\%$ tolerance), as defined by a standard, was exceeded only in the autumn of 1990, namely in the variants 2, 3 and 4. This points out a fact that the nitrogen doses according to recommendation of P o l á c h (1985) do not guarantee the radish production of the required quality. In 1990 and 1991, the best crop parameters in a view of weight and number (the radish is sold in clusters) were achieved in the variants 2 and 5 and in 1992 it was the variant 5. The lowest

VI. Influence of sources of variability on the dynamics of content changes of nitrate in soil (dispersion analysis LSD-test)

Source of variability	d. f.	F – value		
		1990	1991	1992
Variant	4	39.38 ⁺⁺	17.55 ⁺⁺	101.15 ⁺⁺
Sampling	3	39.13 ⁺⁺	7.94 ⁺⁺	32.99 ⁺⁺
Depth	1	1.37	5.41 ⁺⁺	7.32 ⁺

VII. Relationship between the content of nitrate in radish bulb and the content of NO_3^- -N in the soil expressed by correlation coefficient (*r*)

Year	Depth (m)	Sampling			
		I.	II.	III.	IV.
1990	0.0–0.1	0.2055	0.0842	0.2019	0.5488
	0.1–0.2	0.1037	0.0969	0.2410	0.3173
1991	0.0–0.1	0.5519	0.4012	0.6388	0.1609
	0.1–0.2	0.3989	0.4499	0.5047	0.7052
1992	0.0–0.1	0.8228 ⁺	0.8079	0.8796 ⁺	0.7749
	0.1–0.2	0.8032	0.8366 ⁺	0.9082 ⁺	0.6259

0.81⁺

0.92⁺⁺

radish production was obtained in the variant 3 each year, which is accounted for a negative effect of thiourea on the vitality of the radish (Tab. VIII). The attack started in initial growing phase during transfer from seed nutrition to root one. The twisting of leaves and change in their colour turning from green to grey-silver were a symptom of this influence. Later the leaves became gradually extinct. A possible physiological effect of thiourea has been pointed out by K o - v á ě i k (1991).

VIII. Yield of radish bulbs over 0.015 m (1990, 1991) and over 0.02 m (1992)

Variant	Year					
	1990		1991		1992	
	mass	count	mass	count	mass	count
	g.m^{-2}	bulbs.m^{-2}	g.m^{-2}	bulbs.m^{-2}	g.m^{-2}	bulbs.m^{-2}
1	991.0	156.7	1 955.7	221.0	3 888.4	202.4
2	1 315.7	210.0	2 783.3	236.7	3 624.4	174.9
3	781.0	141.0	1 452.3	133.3	3 024.8	108.9
4	924.3	176.7	2 300.0	226.7	3 981.8	191.4
5	1 154.3	187.7	2 561.0	254.3	4 026.0	193.6

A good production of radish heads and balanced nitrate content in the crop grown in the variant 5 and an imbalanced and higher amount of nitrate in the variant 2 point up a need to complete the methodology of fertilizing garden vegetables from the aspect of their growing under different light conditions. The use of 5% saccharose solution 12 days prior to radish harvest-time suppressed a negative effect of the light shortage on the accumulation of nitrates. This fact together with the technical and economical modesty of its application make a real possibility of a wider utilization of saccharose as an agent that is capable to reduce the nitrate content in vegetables. This agent is suitable not only for leaf vegetables in which it is supposed to be more efficient but also for root crops and head vegetables, respectively, as demonstrated by the results achieved.

CONCLUSION

An application of 5% saccharose solution to the radish leaves 12 days before harvest-time had a positive effect on the reduction in the nitrate content in radish heads. This influence increased with saccharose used in conditions of shorter

days, i.e. light conditions were made worse. The use of thiourea before sowing radish has not been proved due to its negative effect on young plants and consequently on the crops. Its application before the end of vegetation was technically demanding and inhibitory effect on microflora was minimum.

References

- HUBÁČEK, J. – BERNATZIK, K.: Stanovení dusičnanů v půdě, rostlinách a krmivech. *Met. Závád. Výsl. Výzk. Praxe*, 1979 (23).
- KOVÁČIK, P.: Štúdium možného fyziologického pôsobenia tiomočoviny na klíčenie a vzchádzanie jarného jačmeňa. In: Zbor. XI. Fak. Konf. ml. ved. Prac. Nitra, AF VŠP 1991: 65–69.
- POLÁCH, J.: Metodika hnojení zeleniny s zřetelom na snížení obsahu dusičnanů. *Výst. Zeměd. Výž. České Budějovice*, 1985: 38 s.
- PRUGAR, J.: Agroekologické faktory ve vztahu k hromadění dusičnanů v zelenině a bramborách. *Rostl. Výr.*, 38, 1992: (9–10): 875–881.
- RICHTER, R.: Dusík a jeho vliv na výnos a kvalitu zeleniny. *Agrochémia (Bratislava)*, 32, 1992 (2): 33–34.
- RICHTER, R. et al.: Interakce trofických a regulačních vlivů v rostlině při dusíkaté výživě. [Zpráva.] Brno, VŠZ 1990: 79 s.

Received on February 10, 1994

KOVÁČIK, P. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra):

Možnosti zníženia obsahu dusičnanov v buľvách reďkovky aplikáciou sacharózy a tiomočoviny.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 907–915.

V skleníku s mechanickým vetraním a zavlažovaním bez zdroja dodatočného osvetlenia a ohrevu, na pôdnom substráte pripravenom z rašeliny, piesku, fluvizeme glejovej a agroperlitu sa posudzovali možnosti zníženia obsahu dusičnanov v buľvách reďkovky prostredníctvom regulácie ich obsahu v pôde použitím inhibítora nitrifikácie a neaplikovaním dusíkatých hnojív a cestou zlepšenia podmienok pre redukciu dusičnanov v rastline aplikáciou sacharózy.

Ako inhibítor nitrifikácie sa použila tiomočovina. Poznajúc jej časovo ohraničený inhibičný účinok, asi jeden mesiac, a rešpektujúc dĺžku vegetácie reďkovky, asi 40 dní, zisťovala sa aj vhodnosť jej použitia pred sejbou a počas vegetácie. Pri predsejbovej aplikácii bola zapravená v práškovej forme spolu s NPK hnojivami. Počas vegetácie (12 dní pred zberom) bola aplikovaná ako vodný roztok do medziriadkov v dôsledku pokrytia pôdy listami reďkovky. Dávky tiomočoviny na uvedených variantoch boli rozdielne. Vypočítali sa na princípe rešpektovania obsahu dusíka v tiomočovine a množstva dusíka vneseného do pôdy priemyselnými hnojivami. Pri aplikácii pred sejbou obsahovala zapravená tiomočovina 20 % dusíka v porovnaní s dusíkom obsiahnutým v hnojive. V druhom prípade obsahovala 10 % dusíka

z dávky dusíka v hnojive. So zmenou dávok dusíkatých hnojív sa menili aj dávky tiomočoviny.

Sacharózu sme aplikovali na listy reďkovky 12 dní pred zberom vo forme 5% roztoku balkónovým rozprašovačom v množstve $500 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Varianty pokusu vyjadruje zápis PK, NPK, NPK + tiomočovina, NPK + 1/2 tiomočovina, NPK + sacharóza.

Hodnotením obsahu dusičnanov v buľvách reďkovky v závislosti od ich obsahu v pôde sa najnižší obsah dusičnanov predpokladal v reďkovkách dopestovaných na variante PK, kde bol najnižší obsah $\text{NO}_3^- \text{-N}$. Najvyšší obsah dusičnanov v reďkovkách sa očakával na variante NPK, kde ich obsah v pôde bol najvyšší. Zistené výsledky nepotvrdili uvedený predpoklad. Štatistickým hodnotením predmetnej závislosti pomocou korelačného koeficienta sa okrem niekoľkých odberov v roku 1993 nezistila závislosť medzi dusičnanmi v pôde a v rastline.

Obsah dusičnanov v buľvách reďkovky výrazne ovplyvnil termín pestovania – svetelné podmienky. V roku 1991 pri pestovaní reďkovky na jeseň bol priemerný obsah NaNO_3 $3\,820 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. V roku 1992 pri pestovaní skoro na jar bol obsah NaNO_3 $2\,963 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. V roku 1993 sa reďkovka pestovala koncom jari a obsah NaNO_3 dosiahol hodnotu $1\,004 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Na znížení obsahu dusičnanov sa výrazne podieľala aj sacharóza aplikovaná na listy reďkovky, a to v období asi 12 dní pred jej zberom. Účinok sacharózy bol výraznejší, ak sa použila v podmienkach skracujúcich sa dní.

Najlepšia kombinácia parametrov úrody (veľkosti a kvality) sa dosiahla na variante, v ktorom bola okrem metodikou určených dávok NPK hnojív aplikovaná i sacharóza. Použitie tiomočoviny v období pred sejbou reďkovky sa neosvedčilo v dôsledku pozorovania jej negatívneho fyziologického účinku na mladé rastliny a následne na úrodu. Jej použitie ku koncu vegetácie bolo technicky náročné a inhibičný účinok na nitrifikačnú mikroflóru bol minimálny.

Contact Address:

Ing. Peter Kováčik, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2,
949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/41 17 51, fax: 087/41 14 51

Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha

vydává

ZAHRADNICKÝ NAUČNÝ SLOVNÍK

Po více než 70 letech vychází v České republice zahradnický slovník v moderním pojetí, zahrnující nejen ovocnářství, zelinářství, květinářství, sadovnictví, školkařství, vinařství, léčivé rostliny, kultivované vyšší houby a zpracování ovoce a zeleniny, ale i pro zahradnictví důležité úseky botaniky, fyziologie, genetiky a šlechtění, nové zahradnické biotechnologie a ochranu zahradních plodin.

Předpokládaný rozsah slovníku je 4 až 5 dílů formátu A4 (každý rok počínaje rokem 1994 vyjde jeden díl). První díl bude mít 512 stran textu včetně pérovek a černobílých fotografií a 32 barevných tabulí.

Předpokládaná cena prvního dílu je 295 Kč (bez poštovného).

Závazné objednávky zasílejte na adresu:

**Ústav zemědělských a potravinářských informací
Encyklopedická kancelář
Slezská 7
120 56 Praha 2**

STANOVENÍ KRITICKÉ HLOUBKY HLADINY PODZEMNÍ VODY S OHLEDEM NA VLÁHOVÝ REŽIM PŮD

Z. Wittlingerová¹, E. Preiningerová², L. Kříž³

¹Vysoká škola zemědělská, Praha

²Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

³Vodní zdroje, s. r. o., Chrudim

Dosavadní monitoring makrosložek v řetězci vzduch – půda – voda v zájmovém území průmyslové aglomerace Hradec Králové – Pardubice byl zpracován metodami geografických informačních systémů. Byl sestaven matematický model, který popisuje prostup srážek zónou aerace (infiltraci) a respektuje evapotranspiraci v závislosti na charakteru rostlinného pokryvu území. Dále je možné popsat vliv uvažované intenzifikace vodárenského odběru na transport vody zónou aerace. Po upřesnění základních bilančních parametrů byla provedena hydrologická bilance při různých stavech hladin podzemních vod. Na jejím základě byla oceněna závislost napájení podzemních vod na stavech hladin podzemních vod. Pro půdy převažující ve sledovaném území byla stanovena kritická hloubka hladiny podzemní vody a její vliv na vláhový režim půd.

Schopnost prognózovat následky vlivů hospodářské činnosti na geologické podmínky je závislá na kvalitě vstupních informací. V územích, kde se soustřeďuje značný střet zájmů, umožňují informační technologie předvídat vliv některých zásahů na jednotlivé složky životního prostředí.

MATERIÁL A METODA

Z orografického hlediska náleží převážná část zájmové oblasti do Pardubické kotliny. Říční osou je Labe, které protéká oblastí od severu k jihu. Území patří podle členění, které popsal Q u i t t (1973), do oblasti B₂, charakterizované jako teplá, mírně vlhká s mírnou zimou.

Průměrná roční teplota vzduchu je 7,8 °C. Sněhová pokrývka se drží okolo 40 dní, 85 dní v roce většinou mrzne. Dlouhodobě nejchladnějším měsícem je leden, nejteplejším červenec. Dlouhodobě nejsušším měsícem je únor, nejvlhčím červenec (tab. I).

Průměrná roční hodnota evapotranspirace se podle výpočtu empirickými vzorci odvozenými pro klimatické podmínky Německa pohybuje okolo 460 mm (D y c k et al., 1978).

I. Průměrné měsíční úhrny srážek a teploty vzduchu v bilančním povodí za období 1964 až 1992
 – Average monthly sums of precipitation and air temperature in the balance river basin for the years 1964 to 1992

Měsíc ¹	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok ⁴
Srážky ² (mm)	40	32	34	43	53	65	78	70	48	47	44	43	602
Teplota vzduchu ³ (°C)	-2,1	-1	2,7	7,4	12,8	15,6	17,4	16,8	13,5	8,3	3,1	-0,4	7,8

¹month, ²precipitation, ³air temperature, ⁴year

$$E_t = \frac{S}{\left(1 + \frac{S^2}{L^2}\right)^{1/2}} \quad (1)$$

kde: E_t – evapotranspirace (mm)

S – dlouhodobý průměr srážek (mm)

t – dlouhodobý průměr teplot (°C)

$L = 300 + 25t + 0,05t^3$

Relativní vlhkost vzduchu se pohybuje v rozmezí 72 až 85 % při minimálních hodnotách v červenci a maximálních v prosinci.

Půdní pokryv obsahuje kvalitní humusovitou vrstvu, níže spraše, sprašové hlíny, jíly nebo váté písky, v jejichž podloží jsou štěrkopísky labských teras.

Vodní režim půd, významně ovlivňující půdotvorné procesy a produkční schopnost půd, je nezbytnou podmínkou pro úspěšné pěstování rostlin v daném území. Ovlivňuje chemické a koloidně chemické pochody, život mikroorganismů a mimo jiné též přeměny nerostných a ústrojných látek (Š o ť k e v i č , O d l o ŝ i l í k , 1990).

Transportní procesy jako infiltrace, výpar a redistribuce vody v půdní vrstvě se navzájem ovlivňují (K u t í l e k , 1978; D a m a š k o v á , 1979). Hydrologický matematický bilanční model, aplikovaný a kalibrováný v podmínkách zájmové oblasti, umožňuje popsat na základě rozkvyvu hladiny podzemní vody intenzitu napájení (B l a ŝ e k , 1992).

Intenzita napájení podzemních vod při různých stavech hladiny byla stanovena podle výsledků transportu vláh v zóně aerace pro typologický řez v podmínkách otevřené krajiny. Vstupní parametry pro modelování jsou dokumentovány v tab. II. Jako vstupní údaje sloužily průměrné dlouhodobé hodnoty srážek a teploty vzduchu (tab. I).

V první etapě byl model zkalibrován. Na tomto základě byly zpětně upřesněny zadané parametry, podmínky infiltrace vody do půdy a jejího odtoku. Spoleh-

II. Vstupní parametry pro modelování – Starting parameters for modelling

Hloubka báze ¹ (m)	Koeficient filtrace ² (m/s)	Přepočtená výška kapilárního vzestupu ³ (m)	Pórovitost ⁴ (%)	Maximální molekulová vlhkost ⁵ (%)
0,3	$1.16.10^{-8}$	5	50	0,25
0,3	$1.16.10^{-8}$	5	50	0,25
0,4	$1.16.10^{-7}$	3	45	0,22
0,5	$1.16.10^{-6}$	2	42	0,20
0,5	$1.16.10^{-1}$	1	40	0,10
1,0	$1.16.10^{-4}$	0,5	38	0,05
2,0	$1.16.10^{-4}$	0,5	35	0,05
4,0	$1.16.10^{-4}$	0,5	35	0,05
6,0	$1.16.10^{-4}$	0,5	35	0,05
10,0	$1.16.10^{-4}$	0,2	35	0,05

¹depth of base, ²coefficient of filtration, ³calculated height of capillary increase, ⁴porosity, ⁵maximal molecular moisture

III. Průměrné roční bilanční parametry – Average annual balance parameters

Srážky ¹ (mm)	Evapo-transpirace ² (mm)	Povrchový odtok ³ (mm)	Podzemní odtok ⁴ (mm)	Průměrný stav hladiny podzemní vody ⁵ (m)
602	469	54	79	1,64
602	468	53	91	2,07
602	456	35	111	2,76
602	433	35	134	7,06
602	469	68	65	1,32
602	469	85	48	1,00
602	469	113	20	0,62
602	469	154	-21	0,26
602	469	171	-38	0,18
602	469	267	-120	0,01

¹precipitation, ²evapotranspiration, ³superficial discharge, ⁴underground discharge, ⁵average state of groundwater level

livost modelu byla oceněna podle souladu modelových hydrogramů celkového odtoku a změn hladin podzemních vod s hydrogramem celkového odtoku ve

stanici Labe – Němčice a pozorovaným hladinovým režimem (průměrné dlouhodobé úrovně hladin ve vrtu V-3K). Porovnání hodnotových parametrů deklarují obr. 1 a 2.

Při verifikaci byly získány průměrné roční bilanční parametry (tab. III). Dále byl s použitím tohoto modelu vypočten transport vláhy pro ocenění bilance při jiných stavech hladin podzemních vod. Výpočet byl proveden pro bilanční rovnici ve tvaru (D u b et al., 1969):

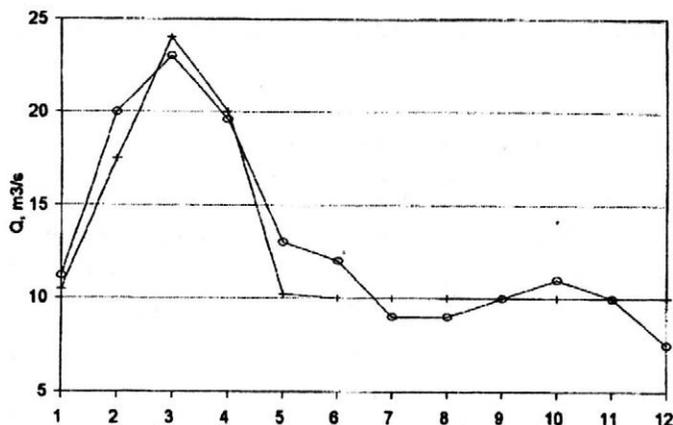
$$H_P = H_S - H_E - H_O \quad (2)$$

kde: H_P – složka podzemního odtoku (mm)

H_S – srážky (mm)

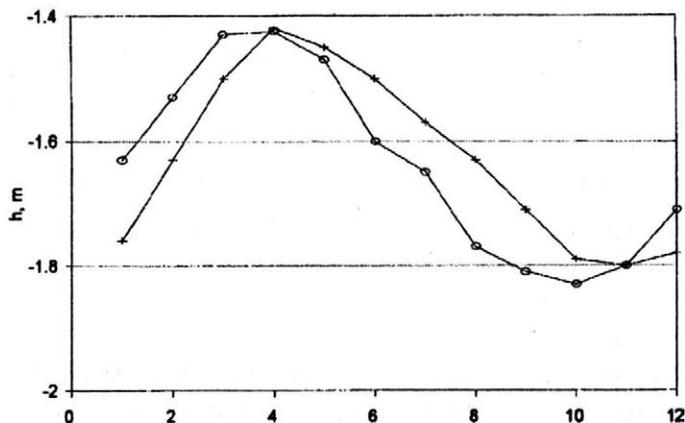
H_E – evapotranspirace (mm)

H_O – složka povrchového odtoku (mm)



1. Hydrogram řečištního odtoku v Hydrologické stanici ČHMÚ Labe – Němčice za období 1963 až 1992 – Hydrogramme of river basin discharge at the Hydrological Station of the Czech Hydrometeorological Institute at Labe – Němčice for the years 1963 to 1992

—+ vypočtený – calculated
 —○ skutečný – actual



2. Hydrogram stavů hladiny podzemní vody ve vrtu V3-K za období 1963 až 1992 – Hydrogramme of groundwater levels in the bore hole V-3K for the years 1963 to 1992

—+ vypočtený – calculated
 —○ skutečný – actual

VÝSLEDKY A DISKUSE

Získaná závislost pro modelování geofiltrace (tab. III) byla aproximována funkcí (K a c , P a s k o v s k i j , 1988):

$$W = \frac{W_O \cdot Z_K + W_K \cdot Z}{Z_K + Z} \quad (\text{mm}) \quad (3)$$

kde: W – hodnota evapotranspirace (záporné hodnoty), případně infiltrace (kladné hodnoty) (mm)

W_O – podzemní odtok (mm)

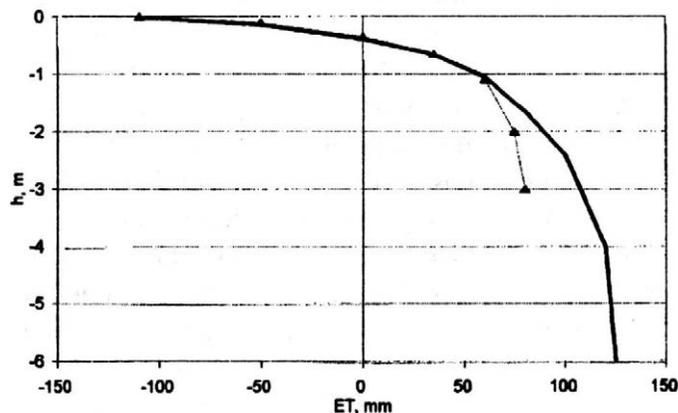
Z_K – kritická hloubka hladiny podzemní vody (m)

W_K – povrchový odtok (mm)

Z – hloubka hladiny podzemní vody měřená směrem od povrchu terénu (m)

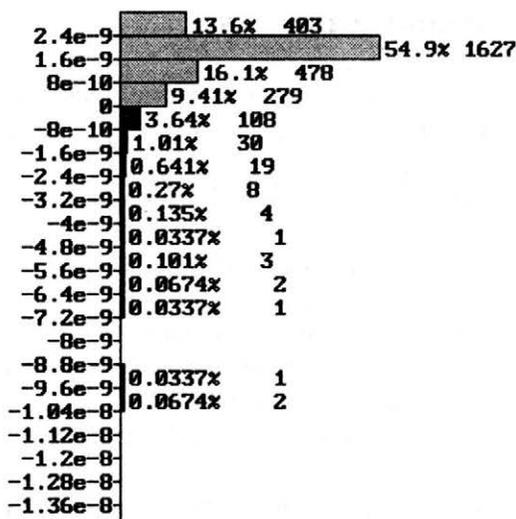
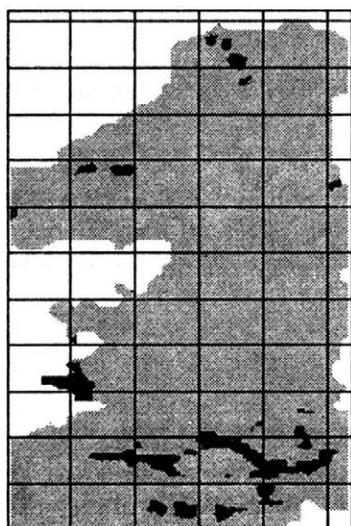
Na obr. 3 je zobrazeno porovnání křivky získané modelováním transportu vláhy (tab. III) s výpočty podle vztahu (3). Popisovaný výpočtový vztah byl zapracován do bilančního hydrologického modelu území řešícího proudění podzemních vod sledované oblasti (Wittlingerová et al., 1994). Vlastní bilanční úloha byla řešena ve dvou extrapolačních časových řezech.

V prvním případě byl řešen prostup srážek k hladině podzemní vody v podmínkách maximálního vodárenského využívání modelového území. Jde o prognózní stav při celkovém odebíraném množství 285 l.s^{-1} z plochy cca 110 km^2 . Výsledek řešení rovnice (3) v uzlových bodech sítě modelu (modelované území bylo rozděleno čtvercovou sítí s krokem 250 m) je znázorněn na obr. 4, který je doplněn histogramem popisujícím četnost výskytu výsledných hodnot v ploše modelovaného území. Kladné hodnoty se vztahují k plochám, na nichž v průběhu hydrologického roku převažuje efekt infiltrace, kde tedy srážková voda vsakuje nesaturovanou zónou a dotuje podzemní vody. Záporné hodnoty pak reprezentují



3. Porovnání empirické a modelové závislosti intenzity evapotranspirace na stavu hladiny podzemní vody svrchního kolektoru s volnou hladinou – Comparison of empiric and model dependence of intensity of evapotranspiration on the groundwater level of the top collector with free table

▲ empirická – empiric
— modelová – model

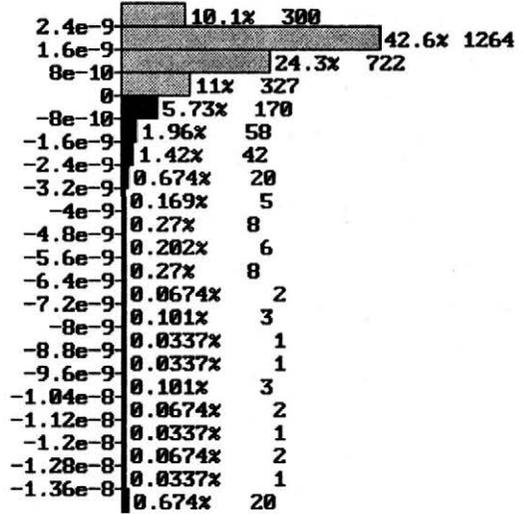
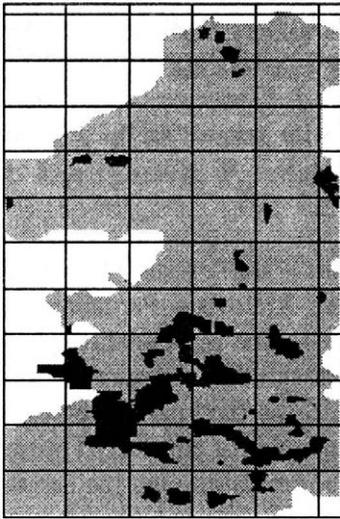


4. Plošná distribuce infiltrace v podmínkách intenzivního vodárenského využívání – Surface distribution of infiltration in conditions of intensive waterworks utilization

plochy, u nichž převažuje transpirační režim, tedy oblasti s hloubkou podzemní vody menší než popisovaná kritická hloubka. V tomto časovém řezu činí podíl takových ploch pouze 4,75 %.

V druhém případě byla bilanční úloha řešena pro nenarušené přírodní podmínky bez vlivu vodárenských odběrů. Výsledná distribuce velikosti infiltrace, resp. evapotranspirace je uvedena na obr. 5. Související histogram opět udává četnost výskytu vypočtených hodnot v ploše modelového území. Podíl ploch s převažujícím evapotranspiračním režimem je 12,00 %.

Při hloubce hladiny podzemní vody v intervalu od 0,0 do Z_K (kritická hloubka) převládá výpar z hladiny podzemní vody plně nasycenou kapilární zónou. Při hloubkách větších než Z_K dochází k dotacím zásob podzemních vod, v půdách převládá infiltrace a hlouběji redistribuce vsáklé vody k hladině podzemní vody. V oblastech, v nichž jsou intenzivně využívány zdroje podzemních vod, má jejich vyšší využití pozitivní vliv na bilanci zásob podzemních vod. V místech, kde hladina podzemní vody hluboko zaklesává pod popisovanou kritickou hloubku, je narušen vláhový režim půd. Vztlínání vlhkosti z hladiny podzemní vody přestává mít vliv na zásobování rostlin. Výnosy jsou pak závislé na vývoji počasí, případně na závlahách. Parametr kritické hloubky je závislý na druhu půd. Pro modelové území obsahující převážně písčité až hlinitopísčité půdy dosahuje kritická hloubka hodnot 0,4 až 0,5 m. Tento údaj je z pohledu zemědělského využívání zájmového území limitující a bude se průkazně promítat do ekologicko-ekonomických východisek řešení střetů zájmů v daném území.



5. Plošná distribuce infiltrace v podmínkách bez vodárenského odběru – Surface distribution of infiltration in conditions without waterworks withdrawal

Užitý model je po kalibraci na základě konkrétních vstupních dat a parametrů opakovatelný i v jiných obdobných podmínkách.

Literatura

- BLAŽEK, J.: Hydrologický rajon 112. [Závěrečná zpráva.] Chrudim, Vodní zdroje 1992: 7–24.
- DAMAŠKOVÁ, H.: Stanovení hydrologických vlastností půd v přírodních podmínkách. In: Modely fyzikálních procesů v půdě. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1979: 4–16.
- DUB, O. – NĚMEC, J. et al.: Hydrologie, Praha, SNTL 1969: 169–172.
- DYCK, A. et al.: Angewandte Hydrologia. Teil 2, Berlín, VEB Verlag Bauwesen 1978: 241–256.
- KAC, D. M. – PASKOVSKIJ, I. S.: Meliorativnaja gidrogeologija. Moskva, Agropromizdat 1988: s. 252.
- KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. Praha, SNTL 1978: 221–244.
- SUŠKEVIČ, M. – ODLOŽILÍK, S.: Obsah vody v půdě při jejím různém zpracování. Rostl. Výr., 36, 1990 (11): 1225–1229.
- WITTLINGEROVÁ, Z. – KŘÍŽ, L. – PREININGEROVÁ, E.: Prognóza znečištění složek životního prostředí vlivem autropogenní činnosti. Rostl. Výr., 40, 1994 (4): 389–399.
- QUITT, E.: Klimatické oblasti Československa. Praha, 1973.

Došlo 17. 3. 1994

WITTLINGEROVÁ, Z. – PREININGEROVÁ, E. – KŘÍŽ, L. (University of Agriculture, Praha; Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně; Water Resources, limited-liability company, Chrudim):

Determination of critical depth of groundwater level with respect to the moisture regime of soils.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 917–924.

The macrocomponent monitoring conducted in the air – soil – water chain in the studied region of the industrial conurbation of Hradec Králové – Pardubice was processed by methods of geographic information systems. The mathematical model was made. It describes the penetrating of precipitation through the aeration zone (infiltration), respecting evapotranspiration in dependence on the kind of vegetation in the area. Furthermore, it is possible to describe the influence of considered intensification of waterworks pumping on the humidity transportation through the aeration zone.

After making the basic balance parameters more accurate, the hydrological balance for various groundwater levels was carried out. Based on it we evaluated the dependence of feeding of groundwater on groundwater levels. For soils prevailing in the studied region the critical depth of groundwater and its influence on the moisture regime of soils was determined.

The hydrological and mathematical balance model used and calibrated in the conditions of studied region makes possible to describe the intensity of feeding on the basis of the amplitude of changes of the groundwater level.

If the depth of the groundwater level ranges from 0.0 to Z_K (the critical depth), the evaporation from the groundwater level through the fully saturated capillary zone prevails. If the depth is more than Z_K , the reserves of groundwater level are fed. In the soil the infiltration, and deeper the redistribution of soaked water towards the groundwater level are prevailing. The higher exploitation of the groundwater sources in the regions where these sources are intensively exploited show a positive influence on the balance of the groundwater reserves. The moisture regime in soils is impaired in the areas where the groundwater level is deep below the described critical depth.

Kontaktní adresa:

Ing. Zdena Wittlingerová, Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-
-Suchdol, Česká republika, tel.: 02/338 28 51, fax: 02/39 37 03

VPLYV VYBRANÝCH PESTOVATELSKÝCH FAKTOROV NA ÚRODU OZIMNEJ PŠENICE

M. Karabínová, F. Adamovský, M. Procházková

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

V práci sú analyzované výsledky sedemročného výskumu (1985 až 1990 a 1991 až 1993) vplyvu niektorých racionalizačných prvkov pestovateľskej technológie ozimnej pšenice (dvoch úrovní hnojenia, dvoch noriem výsevku a troch spôsobov sejby) celkove pri ôsmich odrodách ozimnej pšenice na úrodu zrna a štruktúru úrody. Ako optimálna úroveň hnojenia z hľadiska agronomického, ekonomického i ekologického bola stanovená úroveň hnojenia na základe dynamiky živín v pôde (racionalizovaná dávka), ako optimálny bol stanovený zvýšený výsevok (5,5 mil. klíčivých zrn.ha⁻¹). Vplyv spôsobu sejby na úrodu zrna bol štatisticky nepreukazný, výraznejšie rozdiely boli vplyvom rôzneho spôsobu sejby v štruktúre úrody, kde ako najvhodnejšia bola zistená radličková sejba.

V záujme znižovania materiálnych vstupov, zlepšovania životného prostredia a výroby nezávadných potravín smeruje rastlinná výroba k racionalizácii a optimalizácii pestovateľských systémov. Uvedená skutočnosť sa zvlášť zdôrazňuje pri výžive a hnojení ako najvýznamnejšom a zároveň najnákladnejšom prvku pestovateľskej technológie obilnín. Racionalizáciou a optimalizáciou výživy a hnojenia ozimnej pšenice sa vo svojich prácach zaoberali viacerí autori (M i c h a l í k , L o ž e k , 1985; Š p a l d o n , 1985; B a i e r , 1986; B í z i k , 1989; K a r a b í n o v á a kol., 1990 a ďalší), ktorých výsledky dokumentujú pozitívny účinok optimalizácie dávok dusíka na formovanie úrody a jej kvality. Významné miesto v procese racionalizácie má výsevok a kvalita sejby, ktorá zabezpečuje rovnomernosť uloženia osiva na ploche i v jednotnej hĺbke a ktorá významne ovplyvňuje vývoj organizácie a hustoty porastu. Optimálne rozmiestnenie rastlín na jednotke plochy, a tým zabezpečenie primeranej výživnej plochy pre rastliny, je možné pri úzkoriadkovej alebo pásovej sejbe, na ktorej výhody poukazujú výsledky viacerých domácich i zahraničných autorov (H e e g e , 1982; P e t r a kol., 1983; K ř e n , 1990; M a c á k , 1991; M a r k o a kol., 1992).

Z uvedeného vyplýva i cieľ predloženého príspevku posúdiť vplyv niektorých racionalizačných prvkov pestovateľskej technológie ozimnej pšenice (hnojenie, výsevky a spôsoby sejby) na formovanie úrodotvorných prvkov a výslednú úrodu ozimnej pšenice.

MATERIÁL A METÓDA

Problematika bola riešená v dvoch časových etapách v rokoch 1985 až 1990 a 1991 až 1993 na Katedre rastlinnej výroby VŠP v Nitre v rámci polyfaktoriálnych pokusov v kukuričnej výrobnjej oblasti, ktorá patrí do veľmi teplej agroklimatickej oblasti a veľmi suchej podoblasti (nadmorská výška 201 m, priemerná ročná teplota 9,6 °C). Celkove hodnotené obdobie bolo zrážkovo pod normálom (70,1 až 95,9 % normálu) a teplota vzduchu kolísala okolo normálu (od -1,3 do +1 °C). Priemerné ročné teploty a ročné úhrny zrážok sú uvedené v tab. I.

Pokusná lokalita sa v rokoch 1985 až 1990 nachádzala na nivnej slabo glejovej až mierne glejovej fľovito-hľinitej hnedozemi so strednou zásobou prístupného fosforu a draslíka a so slabo kyslou pôdnou reakciou. Do pokusov boli zaradené odrody Lívia, Roxana a Zdar, dve normy výsevu (I – 3,5 mil. klíčivých zrn.ha⁻¹, II – 5,5 mil. klíčivých zrn.ha⁻¹) a tri varianty hnojenia: a – nehnojená kontrola, b – množstvo dodaných živín NPK v kg.ha⁻¹ stanovené na základe normatívu úrody 8 t nadzemnej biomasy (plné hnojenie), c – množstvo dodaných živín stanovené na základe dynamiky živín v pôde (racionalizované hnojenie). Predplodinou bol hrach na semeno.

V rokoch 1991 až 1993 boli pokusy založené na inej lokalite, ktorá sa nachádzala na stredne ťažkej hnedozemi so slabo kyslou pôdnou reakciou, strednou zásobou fosforu a dobrou zásobou draslíka. Do pokusu boli zaradené odrody Barbara, Blava, Lívia, Torysa a Vlada, tri spôsoby sejby (radličková, pásová a kotúčová). Šírka riadkov pri použitých výsevných pätkách bola 90 mm. V rámci každého spôsobu sejby sme sledovali tri úrovne hnojenia: a – nehnojená kontrola, b – polovica živín NPK dodaná v priemyselných hnojivách, polovica živín

I. Prehľad priemerných teplôt a zrážok za sledované roky – Survey of average temperatures and precipitation for the studied years

Roky ¹	°C	mm
30ročný priemer ²	9,70	561,0
1985–1986	9,45	509,3
1986–1987	8,44	538,1
1987–1988	10,40	490,4
1988–1989	10,20	530,9
1989–1990	10,46	393,4
1991–1992	10,70	443,2
1992–1993	9,50	486,1

¹years, ²30-year average

NPK v organických hnojivách (množstvo živín stanovené na základe normatívu úrody 8 t nadzemnej biomasy), c – množstvo dodaných živín stanovené podľa publikovanej metodiky (M i c h a l í k , L o ť e k , 1985). Výsledky boli vyhodnotené matematicko-štatisticky analýzou variancie a preukaznosť rozdielov Tukey-testom (tab. VIII až IX).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Získané výsledky úrod zrna analyzovaných odrôd ozimnej pšenice v päťročnom priemere (1985 až 1990) poukázali na štatisticky vysoko preukazné rozdiely v úrodách vplyvom úrovni hnojenia (tab. II a VIII) v porovnaní s nehnojenou

II. Vplyv hnojenia na úrodu zrna, naturálna produkcia zrna a koeficient ekonomickej efektívnosti ozimnej pšenice v priemere za roky 1985 až 1990 – The effect of fertilization on the grain yield, natural grain production and coefficient of economic effectiveness of winter wheat on an average for the years 1985 to 1990

Odroda ¹	Úroda zrna ² (t.ha ⁻¹)			Skutočná naturálna produkcia ³ (kg zrna na 1 kg NPK ⁴)			Koeficient ekonomickej efektívnosti ⁵		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Lívia	6,94	7,44	7,38	–	24,15	45,88	–	0,54	1,06
Roxana	7,20	7,73	7,70	–	25,10	47,87	–	0,57	1,20
Zdar	7,12	7,62	7,79	–	24,74	48,43	–	0,54	1,61
\bar{x}	7,09	7,60	7,62	–	24,66	47,39	–	0,55	1,29

¹variety, ²grain yield, ³actual natural production, ⁴kg of grain per 1 kg of NPK, ⁵coefficient of economic effectiveness

III. Štruktúra úrody ozimnej pšenice podľa variantov hnojenia v priemere za roky 1991 až 1993 – The structure of winter wheat yield according to the treatments of fertilization on an average for the years 1991 to 1993

Variant hnojenia ¹	Počet rastlín na 1 m ² ⁽²⁾	Počet klasov na 1 m ² ⁽³⁾	Počet zrn ⁴		Hmotnosť zrna v klase ⁵ (g)	HTZ ⁶ (g)	Úroda ⁷ (t.ha ⁻¹)
			v klase ⁸	na 1 m ² ⁽⁹⁾			
a	243	664	30,69	20 378	1,12	36,94	6,22
b	257	705	29,86	21 051	1,07	36,41	6,96
c	251	677	30,03	20 330	1,07	36,12	6,73

¹treatment of fertilization, ²number of plants per 1 m², ³number of spikes per 1 m², ⁴number of grains, ⁵grain weight per spike, ⁶1000-kernel weight, ⁷yield, ⁸per spike, ⁹per 1 m²

kontrolou (variant b vykázal zvýšenie o 10,7 %, variant c o 6,2 %) a na nevýrazné (štatisticky nepreukazné) rozdiely medzi variantom hnojenia b a c (1,1 %). Sledované odrody vytvorili úrody zrna pri oboch variantoch hnojenia takmer na rovnakej úrovni, čo znamená, že pri racionalizovanej dávke sa dosiahla úspora v použitých čistých živinách 146 kg NPK.ha⁻¹, úspora nákladov 865 Kčs.ha⁻¹ (pri cenových reláciách hnojív v analyzovanom období) v porovnaní s hnojením plnou dávkou (variant b) a koeficient ekonomickej efektívnosti v Kčs prírastku

IV. Vplyv hnojenia na úrodu zrna, naturálna produkcia zrna a koeficient ekonomickej efektívnosti ozimnej pšenice v priemere za roky 1991 až 1993 – The effect of fertilization on the grain yield, natural grain production and coefficient of economic effectiveness of winter wheat on an average for the years 1991 to 1993

Odroda ¹	Úroda zrna ² (t.ha ⁻¹)			Skutočná naturálna produkcia ³ (kg zrna na 1 kg NPK ⁴)			Koeficient ekonomickej efektívnosti ⁵		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Barbara	6,29	7,32	6,98	–	57,63	85,42	–	0,91	2,00
Blava	6,00	6,79	6,61	–	53,46	80,83	–	0,89	2,13
Lívia	6,58	7,35	6,55	–	57,42	80,16	–	0,78	1,68
Torysa	5,90	6,53	6,71	–	51,41	82,11	–	0,66	2,90
Vlada	6,30	6,81	6,78	–	53,20	83,00	–	0,53	1,75
\bar{x}	6,22	6,96	6,73	–	54,37	82,36	–	0,75	2,11

For 1–5 see Tab. II

V. Vplyv veľkosti výsevu na úrodu zrna a na koeficient ekonomickej efektívnosti v priemere za roky 1985 až 1990 – The effect of a sowing rate on the grain yield and on coefficient of effectiveness on an average for the years 1985 to 1990

Odroda ¹	Priemerná úroda ² (t.ha ⁻¹)		Diferencia ⁴ (t.ha ⁻¹)	Koeficient ekonomickej efektívnosti ⁵
	3,5	5,5		
	mil. klíčivých zrn ³ (.ha ⁻¹)			
Lívia	6,31	6,84	0,530	2,70
Roxana	7,01	7,36	0,350	2,11
Zdar	7,36	7,70	0,340	2,05
\bar{x}	6,89	7,30	0,410	2,28

¹variety, ²average yield, ³million of germinative grains, ⁴difference, ⁵coefficient of economic effectiveness

produkcie na Kčs nákladov na hnojenie činil 1,29. Pre posúdenie racionalizovaného systému hnojenia slúži i ukazovateľ (Š p a l d o n , 1985) skutočná naturálna produkcia zrna pripadajúca na 1 kg použitého NPK, ktorá v priemere za päťročné obdobie dosiahla hodnotu 47,33, čo výrazne prevyšuje hodnotu pri variante b. Uvedené výsledky poukazujú na možnosť racionalizácie systému hnojenia a prispievajú k zníženiu rizika kontaminácie pôdy a podzemných vôd dusičnanmi (Š p a l d o n , 1985).

V pokusoch metodicky modifikovaných ročníkov 1991 až 1993 v nadväznosti na zlepšenie úrodnosti pôdy a ekológiu krajiny sme pri plnom hnojení (variant b) polovicu živín v priemyselných hnojivách nahradili organickými hnojivami (mašťaťný hnoj) a pri variante c bola použitá racionalizovaná dávka na základe meto-

VI. Štruktúra úrody ozimnej pšenice podľa spôsobov sejby v priemere za roky 1991 až 1993 – The structure of winter wheat yield according to the ways of sowing on an average for the years 1991 to 1993

Spôsob sejby ¹	Počet rastlín na 1 m ²⁽²⁾	Počet klasov na 1 m ²⁽³⁾	Počet zrn ⁴			Hmotnosť zrna v klase ⁵ (g)	HTZ ⁶ (g)	Úroda ⁷ (t.ha ⁻¹)
			v klase ⁸	na 1 m ²⁽⁹⁾	v klásku ¹⁰			
I.	267	712	30,96	22 043	2,14	1,13	36,86	6,63
II.	216	640	29,21	18 694	2,09	1,05	36,56	6,61
III.	268	695	30,45	21 162	2,09	1,08	36,11	6,66

¹way of sowing, for 2–9 see Tab. III, ¹⁰per spikelet

VII. Vplyv spôsobov sejby na úrodu zrna ozimnej pšenice v priemere za roky 1991 až 1993 – The effect of ways of sowing on the winter wheat grain yield on an average for the years 1991 to 1993

Odroda ¹	Spôsob sejby ²		
	I.	II.	III.
Barbara	6,91	6,92	6,73
Blava	6,26	6,49	6,47
Lívia	7,03	6,57	6,88
Torysa	6,24	6,45	6,44
Vlada	6,68	6,61	6,60
\bar{x}	6,63	6,61	6,66

¹variety, ²way of sowing

diky diagnostikácie. Hnojenie štatisticky vysoko preukazne ovplyvnila úroda zrna i v rokoch 1991 až 1993, maximálna úroda zrna v priemere za odrody bola vytvorená pri variante b (zvýšenie v porovnaní s kontrolným variantom o 11,9 %), na tvorbe ktorej sa podieľali maximálne hodnoty počtu rastlín a klasov na 1 m² a zrn na 1 m², čo vyplýva zo štruktúry úrody podľa variantov hnojenia (tab. III). Vplyv hnojenia na prvky úrodnosti bol štatisticky preukazný (počet klasov a HTZ) a štatisticky vysoko preukazný (počet zrn v klase a hmotnosť zrna v klase). Analýza úrod podľa odrôd vo vzťahu k hnojeniu (tab. IV, IX, X) poukazuje na rozdielnu reakciu odrôd na sledované varianty hnojenia. Odrody Barbara, Blava, Lívia a Vlada vytvorili maximálne úrody pri variante b (zvýšenú v rozpätí od 8,1 do 16,4 %), odroda Torysa vytvorila maximálnu úrodu pri variante c (zvýšenú o 13,7 %).

VIII. Analýza variancie úrod ozimnej pšenice za roky 1985 až 1990 – Analysis of variance of winter wheat yields for the years 1985 to 1990

Zdroj premenlivosti ¹	Počet stupňov voľnosti ²	Priemer štvorcov ³	F-test	Pravdepodobnosť ⁴	Preukaznosť ⁵
Hnojenie ⁹	2	41,9921	332,204	0,0000000	++
Odroda ¹⁰	5	28,52684	225,679	0,0000000	++
Odroda x hnojenie	10	0,25354	2,0058	0,0482396	+
Roky ¹¹	2	1 070,32251	*****	0,0000000	++
Hnojenie x roky	4	1,54812	12,2473	0,0000004	++
Opakovania ¹²	3	0,07681	0,6077	0,6164765	-
Výsevky ¹³	1	40,72485	322,178	0,0000000	++
Hnojenie x výsevok	2	0,14136	1,1183	0,3342894	-
Odroda x výsevok	5	0,4694	3,7135	0,0054935	++
Výsevok x roky	2	4,13771	32,7339	0,0000000	++

++ štatisticky vysoko preukazné⁶

+ štatisticky preukazné⁷

- štatisticky nepreukazné⁸

DT odrody 0,05 = 0,22

0,01 = 0,31

DT hnojenie 0,05 = 0,30

0,01 = 0,47

DT roky 0,05 = 0,30

0,01 = 0,47

DT výsevky 0,05 = 0,30

0,01 = 0,47

¹source of variability, ²number of degrees of freedom, ³average of squares, ⁴probability, ⁵significance, ⁶statistically highly significant, ⁷statistically significant, ⁸statistically insignificant, ⁹fertilization, ¹⁰varieties, ¹¹years, ¹²replications, ¹³sowing rates

Z hľadiska agronomicko-ekonomickej efektívnosti sa pri všetkých odrodách ako vhodnejšia ukázala racionalizovaná dávka na základe diagnostikácie, pri ktorej naturálna produkcia zrna na 1 kg použitých živín bola v rozpätí od 80,16 (Lívia) do 85,4 (Barbara), čo je o 39,6 %, resp. 48,2 % viac ako pri hnojení pri použití maštaľného hnoja + priemyselných hnojív (variant b); koeficient ekonomickej efektívnosti bol v rozpätí od 1,68 (Lívia) do 2,90 (Torysa) a zisk vplyvom uvedenej úrovne hnojenia od 743 do 2 069 Sk.ha⁻¹. Podobné výsledky vo svojich prácach uvádzajú Š p a l d o n (1985), B í z i k (1989).

Optimálny vývoj hustoty porastu, a tým aj štruktúru úrody významne ovplyvňuje norma výsevku. V tejto súvislosti mnohí domáci i zahraniční autori (H e e g e , 1982; K ř e n , 1990 a ďalší) odporúčajú znižovanie výsevkov, čo má význam biologický, ekologický i ekonomický. Z výsledkov našich pokusov v priemere za päťročné obdobie (1985 až 1990) z hľadiska dosiahnutej úrody zrna (tab. V) jednoznačne vyplýva vhodnejší vyšší výsevok (5,5 mil. klíčivých zrn.ha⁻¹),

IX. Analýza variancie úrod ozimnej pšenice za roky 1991 až 1993 – Analysis of variance of winter wheat yields for the years 1991 to 1993

Zdroj premenlivosti ¹	Počet stupňov voľnosti ²	Priemer štvorcov ³	F-test	Pravdepodobnosť ⁴	Preukaznosť ⁵
Odroda ⁹	4	4,49641	19,197	0,0000	++
Hnojenie ¹⁰	2	17,56688	74,999	0,0000	++
Spôsob sejby ¹¹	2	0,21751	0,929	0,3961	-
Roky ¹²	1	458,48698	1000,000	0,0000	++
Opakovania ¹³	3	2,23933	9,561	0,0000	++
Odroda x hnojenie	8	0,4435998	1,894	0,0602	-
Odroda x roky	4	3,0148456	12,871	0,0000	++
Hnojenie x roky	2	1,0401319	4,441	0,0125	-
Spôsob sejby x roky	2	0,3600886	1,537	0,2165	+

++ štatisticky vysoko preukazné⁶

+ štatisticky preukazné⁷

- štatisticky nepreukazné⁸

DT odrody 0,05 = 0,24

0,01 = 0,34

DT hnojenie 0,05 = 0,30

0,01 = 0,47

DT roky 0,05 = 0,39

0,01 = 0,68

DT spôsob sejby 0,05 = 0,30

0,01 = 0,47

For 1–8 see Tab. VIII, ⁹variety, ¹⁰fertilization, ¹¹way of sowing, ¹²years, ¹³replications

čo je v súlade so všeobecne platnými poznatkami o nutnosti zvýšenia výsevku v arídnych podmienkach (M a c á k , 1991; M a r k o a kol., 1992). Zvýšená norma výsevku sa v podmienkach pokusu ukázala ekonomicky efektívna, čo vyjadruje koeficient ekonomickej efektívnosti, ktorého hodnota bola v rozpätí od 2,05 (Zdar) do 2,70 (Lívia).

Použitie spôsoby sejby (radličková, pásová a kotúčová), ktoré sme sledovali v rokoch 1991 až 1993, nevýrazne (štatisticky nepreukazne) ovplyvnili úrodu, ako vyplýva z výsledkov v priemere za odrody a pokusné obdobie. Výraznejšie rozdiely vplyvom spôsobu sejby sa prejavili v štruktúre úrody, a to najmä v počte rastlín a klasov na 1 m² a v počte zŕn na 1 m² (štatisticky preukazne), keď najvyššie hodnoty uvedených prvkov úrodnosti boli pri radličkovom spôsobe sejby (tab. VI). Z analýzy reakcie odrôd na sledované spôsoby sejby (tab. VII) je evidentné, že rozdiely v úrodách zrna vplyvom rozdielných spôsobov sejby sú nevýrazné. Odrody Lívia a Vlada vytvorili maximálne úrody pri radličkovom spôsobe sejby (zvýšenie v porovnaní s minimálnou úrodou o 7,0, resp. 1,3 %),

X. Analýza variácie prvkov úrodnosti ozimnej pšenice za roky 1991 až 1993 – Analysis of variance of yield components of winter wheat for the years 1991 to 1993

	Preukaznosť rozdielov ¹			
	Počet klasov na 1 m ²⁽²⁾	Počet zŕn v klase ³	Hmotnosť zrna v klase ⁴	HTZ ⁵
Odroda ⁹	++	++	++	++
Sejba ¹⁰	++	++	++	-
Hnojenie ¹¹	+	++	++	+
Roky ¹²	++	++	++	++
Odroda x sejba	-	+	-	-
Odroda x hnojenie	-	-	-	-
Sejba x hnojenie	-	-	-	-
Odroda x roky	++	++	++	++
Sejba x roky	++	++	+	-
Hnojenie x roky	-	+	+	-

++ štatisticky vysoko preukazné⁶

+ štatisticky preukazné⁷

- štatisticky nepreukazné⁸

¹significance of differences, ²number of spikes, ³number of grains per spike, ⁴grain weight per spike, ⁵1000-kernel weight, ⁶statistically highly significant, ⁷statistically significant, ⁸statistical-insignificant, ⁹variety, ¹⁰sowing, ¹¹fertilization, ¹²years

odrody Barbara a Torysa pri pásovom spôsobe sejby (zvýšenie o 3,7, resp. o 3,4 %). Výrazné rozdiely v štruktúre úrody a menej výrazne rozdiely vo výslednej úrode zrna vplyvom použitých spôsobov sejby súvisia s prejavom charakteru odrôd na tvorbu a redukciu úrodotvorných prvkov a s tým súvisiacimi rozdielnymi autoregulačnými a kompenzačnými vzťahmi v poraste (Š p a l d o n , 1987). Z výsledkov pokusov vyplýva, že v podmienkach s nedostatkom vlhky v období zakladania porastu má väčší vplyv na formovanie a výšku úrody rovnomernosť uloženia osiva v jednotnej hĺbke než rovnomernosť uloženia osiva na ploche, čo v podmienkach pokusu najmä pri pásovej sejbe nebolo dostatočne zabezpečené.

Literatúra

- BAIER, J.: Novější poznatky o diagnostice výživy obilnin v ČSSR. In: Sbor. Ref. Kroměřížské obilninářské dny, 1986, s. 66–72.
- BÍZIK, J.: Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava, Veda, SAV 1989: 189.
- HEEGE, H. J.: Säverfahren für Getreide. Kali-Briefe, 1982 (2): 13–25.
- KARABÍNOVÁ, M. a kol.: Štúdium vplyvu poveternostných podmienok a intenzity hnojenia na tvorbu a redukciu prvkov úrodnosti ozimnej pšenice. [Záverčná správa.] Nitra, VŠP 1990.
- KŘEN, J.: Nové pohledy na hustotu porostů pšenice. Úroda, 1990 (11): 491–494.
- MACÁK, D.: Možnosti intenzifikácie pestovania ozimnej pšenice. Úroda, 1991 (8): 352–353.
- MARKO, F. a kol.: Agrotechnické opatrenia pri pestovaní ozimnej pšenice. Met. Zavád. Výsl. Výzk. zeměd. Praxe, 1992 (11): 1–27.
- MICHALÍK, I. – LOŽEK, O.: Optimalizácia dusíkatej výživy porastov ozimnej pšenice počas vegetácie. Rostl. Výr., 31, 1985 (5): 487–494.
- PETR, J. a kol.: Intenzivní obilninářství. Praha, SZN 1983: 49–58.
- ŠPALDON, E.: Racionalizácia intenzity hnojenia ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 32, 1988 (5): 469–477.

Došlo 17. 3. 1994

KARABÍNOVÁ, M. – ADAMOVSKEÝ, F. – PROCHÁZKOVÁ, M. (University of Agriculture, Nitra):

The effect of some intensification factors on the winter wheat yield.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 925–934.

The polyfactorial field experiments were conducted at the Crop Production Department, Research Base, University of Agriculture, Nitra, during the two time periods, in 1985 to 1990 with the varieties of winter wheat Lívia, Roxana, Zdar and in 1991 to 1993 with the varieties Barbara, Blava, Lívia, Torysa, Vlada. The aim of the experiments was to discuss an influence of three fertilization combinations: a – zero fertilization control, b – fertilization based on standard designated for the yield of 8 t

of above-ground biomass per hectare (in 1991 to 1993 50% of NPK nutrients applied per hectare were in organic form), c – rational fertilization determined according to the soil nutrient dynamics [in 1991 to 1993 according to the methodology by M i c h a l í k , L o ž e k (1985)] at two seed rates (3.5 mil. and 5.5 mil. grains per hectare) and three ways of drilling (coultter drilling, strip drilling and disc drilling) on soil structure and resulted grain yield.

The fertilization had statistically significant influence on the yield in both time periods. Varieties Lívía and Roxana achieved the maximum yields at the fertilization level based on fixed standard (yield increase of 10.6 and 6.9%, resp.) and variety Zdar at rational fertilization (yield increase of 9.4%). The differences between two fertilization combinations were statistically insignificant (1.1%) and from economical point of view after subtracting fertilizer costs the rational fertilizer dose was more advantageous, what saved 146 kg NPK per hectare and coefficient of economic effectiveness achieved 1.29.

In 1991 to 1993 in all tested varieties, except Torysa, the maximum yield at fertilization 50% of NPK per hectare in commercial fertilizers was determined and 50% of NPK per hectare in organic manures, where the yield increase ranged from 8.1% (Vlada) to 16.4% (Barbara) compared to the control. From the economic point of view, the rational fertilization according to the methodology (KEE 2.11) was found to be more advantageous.

In 1985 to 1990 trials, the seed rate 5.5 mil. grains per hectare was demonstrated as a definitely more advantageous (statistically significant) and the yield increment ranged from 4.6% (Zdar) to 8.4% (Lívía).

The influence of various types of drilling (coultter, strip, disc) on the yield was found statistically insignificant, moreover, the way of drilling influenced the yield structure (number of plants, number of spikes and number of grains per square meter) where coultter drilling was the best.

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Mária K a r a b í n o v á , CSc., Vysoká škola poľnohospodárska,
A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/267 32, fax: 087/41 14 51

KRMNÁ HODNOTA A PRODUKCE ZRNA RŮZNÝCH ODRŮD JEČMENE

K. Vaculová¹, J. Heger², J. Špunar¹, M. Špunarová¹

¹Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

²Biofaktory, s. r. o., Praha

Úroveň krmné hodnoty a produkce zrna 14 povolených odrůd a nových šlechtitelských materiálů jarního a dvouřadého ozimého ječmene pěstovaných v ČR byla studována z hlediska jednotlivých skupin nutričních parametrů i souhrnu všech ukazatelů. Výsledky prokázaly významné difference mezi jednotlivými ječmeny v hodnotách ukazatelů produktivity, chemického složení zrna i parametrů, získaných v krmných bilančních pokusech na laboratorních potkanech. Parametry charakterizující bílkovinnou složku zrna (koeficient skutečné stravitelnosti bílkovin K_Ss, biologická hodnota bílkovin BHB, netto-využití proteinu NPU a obsah využitelného proteinu UP) vykazovaly až trojnásobně vyšší proměnlivost než ukazatele energetické (koeficient stravitelnosti energie K_{SE} a obsah stravitelné energie SE). Byla stanovena vysoce průkazná korelace mezi K_{SE} a K_Ss ($r = 0,74^{**}$), obsahem N-látek a BHB ($r = -0,85^{***}$) a NPU ($r = -0,73^{**}$). Úroveň hodnot nutričních parametrů částečně překrýval výnos zrna, zejména u vysoce produktivních ječmenů (odrůdy Novum a Akcent). Při souhrnném hodnocení krmné kvality a produktivity zrna se jako nejlepší ukázala odrůda ozimého ječmene Marinka, zatímco nové materiály ozimého ječmene KM 770, KM 1490 a starší odrůdy sladovnického jarního ječmene Rubín a Perun prokázaly nejnižší úroveň. Dosažené výsledky potvrdily nutnost a oprávněnost posuzování krmné hodnoty zrna také u běžně pěstovaných jarních a ozimých ječmenů pro potřeby diferencovaného komerčního využití produkce zrna.

Sortiment odrůd jarního a ozimého ječmene povolených v ČR k pěstování se v posledních letech rozšiřuje. Je proto žádoucí, aby pěstitelé měli k dispozici nejen údaje o vlastnostech odrůd z hlediska geografické rajonizace a vhodnosti k pěstování pro daný způsob hospodaření, ale i komplexní charakteristiku technologické kvality zrna, odpovídající záměrům komerčního využití produkce. SKZÚZ zahajuje v letošním roce zkoušení odrůd pro Listinu doporučených odrůd (P a ř í z e k , 1993 – ústní sdělení), jejíž součástí bude vyhodnocení sladovnických jakostních kritérií. V ČR se však stále zhruba 70 % produkce zrna jarního a téměř veškerá produkce ozimého ječmene zkrmuje, přitom až na ojedinělé údaje není známa žádná charakteristika krmné hodnoty zrna (V a c u l o v á et al., 1989).

Záměrem předloženého příspěvku bylo prostudování celkové krmné hodnoty zrna vybraných odrůd a nových materiálů jarního a ozimého ječmene a stanovení vztahu k produkci zrna.

MATERIÁL A METODA

Vybrané odrůdy a nové šlechtitelské materiály jarního (rajonované a nové odrůdy – Rubín, Orbit, Novum, Jarek, Akcent, Sladko, Ladík, KM 1039, nesladovnické odrůdy – KM 1773, KM 1628) a ozimého (dvouřadé odrůdy – Marinka, KM 770 a KM 1490) ječmene byly pěstovány v maloparcelních pokusech ($4 \times 10 \text{ m}^2$) na pozemcích VÚO Kroměříž v ročníku 1991/1992. Metodika pěstování byla standardní, po optimálních předplodinách pro oba druhy. Pokusy byly sklizeny maloparcelním kombajnem Osevan v plné zralosti. Po sklizni byl u každého opakování stanoven výnos ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), hmotnost zrna (HTS v g) a obsah nutričně významných látek (bílkoviny – $\text{N} \times 6,25$ v %, lyzin v sušině zrna v $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, lyzin v bílkovinách v $\text{g} \cdot \text{N} \cdot 16 \text{ g}^{-1}$, glukany v %) v laboratoři kvality zrna VÚO Kroměříž standardními analytickými postupy.

Krmná hodnota zrna ječmene byla testována v bilančních pokusech na laboratorních potkanech kmene Wistar SPF v laboratoři firmy Biofaktory Praha, s. r. o. Bilanční pokusy proběhly podle metodiky, jak ji popsali E g g u m (1973) a H e g e r et al. (1983). V pokusných dietách byl výhradním zdrojem dusíku testovaný ječmen, přičemž denní konzum 12 g na den zaručoval příjem 150 mg dusíku denně. Každá dieta byla zkrmována skupinou šesti laboratorních potkanů o počáteční hmotnosti 80 g . Potkani byli umístěni v individuálních metabolických klecích, umožňujících kvantitativní odběr výkalů a moči. Bilanční pokus pozůstával ze čtyř dnů předběžné periody a šesti dnů hlavní periody.

V testovaných vzorcích byl stanoven obsah brutto-energie (BE v $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) spálením v adiabatickém kalorimetru. Byly sledovány koeficienty bilanční stravitelnosti energie (KSE v %), skutečné stravitelnosti dusíku (KSs v %), dusíková bilance na jednotku přijatého dusíku (NB/NP v %), byla odvozena biologická hodnota bílkovin (BHB) a netto-využití proteinu (NPU) a byl vypočten obsah stravitelné energie (SE v $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) a využitelného proteinu (UP v %).

Diference jednotlivých ječmenů vůči kontrolní odrůdě v průměrné hodnotě studovaných znaků byly vyhodnoceny *t*-testem, výsledky bilančních pokusů byly zpracovány pomocí analýzy variance a průkaznost rozdílů mezi ječmeny byla hodnocena Duncanovým testem. Vzájemné vztahy mezi zkoumanými znaky a ukazateli byly stanoveny výpočtem korelačních koeficientů. Třídění odrůd jsme provedli po přepočtu absolutních hodnot znaků a parametrů na relativní (procento k maximální hodnotě znaku dosaženého v souboru) pomocí hierarchické shlukové analýzy (K o s c h i n et al., 1992).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Primárním úkolem při zkrmování obilovin je poskytnout hospodářským zvířatům dostatek dostupné energie pro růst a vývoj (B h a t t y, 1986). Jak je patrné z tab. I, obsah brutto-energie byl u testovaných ječmenů poměrně podobný, což potvrzuje i velmi nízká proměnlivost ($V_K = 0,84 \%$). Podle výsledků, které uvádí T a v e r n e r (1988), se ječmeny v tomto ukazateli podstatně neliší ani od ostatních obilovin, např. od pšenice nebo tritikale, což bylo potvrzeno i v předchozích studiích krmné hodnoty domácích obilovin (H e g e r et al., 1990; H e g e r, E g g u m, 1991). Zvířata mohou využít jen ty složky potravy, které stráví, a proto je důležitým kritériem bilanční stravitelnost energie a celkový obsah stravitelné energie. V našem pokusu byla průměrná hodnota obsahu stravitelné energie (SE) $14,33 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ a bilanční stravitelnost energie (KSE) dosahovala 86,16 %. I když v porovnání s ostatními obilovinami nejsou hodnoty SE a KSE u ječmenů významně odlišné, v rámci pokusu byly nalezeny i vysoce průkazné rozdíly. Nejvyšší bilanční stravitelnost energie měla ozimá odrůda Marinka (89,2 %), která se tak statisticky významně odlišovala od všech ostatních materiálů (tab. II). Obdobné zajímavé výsledky publikovali také F u l l e r et al. (1989), kteří zjistili, že v obsahu netto-energie byl ozimý ječmen lepší než jarní. V našem případě se zřejmě projevilo i to, že testované ozimé ječmeny byly dvouřadé. Jak vyplývá z dostupných údajů, vykazují tyto materiály trend k lepším hodnotám SE i bilanční stravitelnosti N-látek (C a s t e l l, B o w r e n, 1980). Podle výpočtů, které uvádí T a v e r n e r (1988), vede 10% zvýšení obsahu stravitelné energie u ječmene k nárůstu krmné hodnoty v porovnání s pšenicí o 16 %. Mezi ozimou odrůdou Marinka a linií KM 770 dosahoval rozdíl v obsahu stravitelné energie úrovně 6 %, což by ve smyslu výše uvedených údajů působilo na zlepšení krmné hodnoty v porovnání s pšenicí o 9,6 %. Rozdíly obdobné výše mohou být považovány za statisticky významné.

Obsah stravitelné energie v zrně závisí nejen na zastoupení energetických složek, jako je škrob, cukry a tuky, ale i na hladině hrubé vlákniny a antinutričních látek (N e w m a n, N e w m a n, 1991). Hrubá vláknina je obsažena hlavně v obalových vrstvách zrna, a proto se její podíl u ječmenů šlechtěných pro sladovnické účely podstatně neliší. Rozdíly v množství hrubé vlákniny by však mohly vznikat v důsledku odlišné HTS, neboť drobné zrna má více hrubé vlákniny v relativním vyjádření na jednotku hmoty (S a l o m o n s o n et al., 1980), což se odráží, jak uvádějí B e l l et al. (1983), mimo jiné nepříznivě také na stravitelnosti energie.

Na poměrně velkých rozdílech v hmotnosti zrna studovaných ječmenů (tab. III) se podílel nejen průběh povětrnosti a pěstební technologie v daném roce, ale zejména dědičná podmíněnost. Genotypové rozdíly v hmotnosti zrna patří ke známým charakteristikám jarních sladovnických ječmenů (Š p u n a r o -

I. Bilanční ukazatele krmné hodnoty zrna jarního a ozimého ječmene - Balance parameters of grain feeding value in spring and winter barley

	Odrůda ¹	Brutto-energie ² BE (MJ.kg ⁻¹)	Koefficient stravitelnosti energie ³ KSE (%)	Stravitelná energie ⁴ SE (MJ.kg ⁻¹)	Koefficient skutečné stravitelnosti N-látek ⁵ KSs (%)	Bilance N ⁶ NB/NP (%)	Biologická hodnota bílkovin ⁷ BHB	Netto-využití proteinu ⁸ NPU	Obsah využitelného proteinu ⁹ UP (%)	Výnos ¹⁰	
										UP	SE
										kg.ha ⁻¹	tis.MJ.ha ⁻¹
Jarní ječmen ¹¹	KM 1773	16,6	87,2	14,50+	80,4	44,2+	75,4++	60,6++	5,42	452,6	121,07
	KM 1628	16,8++	87,0	14,57++	82,3	50,0++	80,0++	65,9++	5,97++	460,3	112,33+
	Orbit	16,7+	86,7	14,44+	82,6	44,2++	73,6+	60,8++	5,44	461,3	122,45
	Rubín	16,6	85,5	14,15	80,7	44,2++	74,3+	60,0++	5,03+	402,9++	113,34+
	Novum	16,6	85,4	14,14	81,2	41,9	71,2	57,8	5,09	503,9	139,99++
	Akcent *	16,5	85,8	14,15	81,9	38,1	66,3	54,3	5,39	471,1	123,67
	Sladko	16,6	86,9	14,39	82,5	37,6	66,0	54,5	5,62	480,5	123,03
	Perun	16,7+	85,5	14,25	81,9	41,5	70,9	58,1	5,34	407,9++	108,87+
	Jarek	16,8++	85,5	14,32	79,2+	44,9++	79,6++	63,0++	5,04	436,5	124,01
	Ladik	17,0++	86,1	14,61++	79,0+	43,0+	76,8++	60,7++	4,89++	422,5+	126,23
KM 1039	16,5	86,6	14,26	81,4	36,5	65,4	53,2	5,59+	448,9	114,51	
Ozimý ječmen ¹²	KM 1490	16,6	85,6	14,23	81,0	40,5	69,7	56,5	5,37	390,9++	103,59++
	Marinka	16,5	89,2++	14,74++	86,8++	43,9++	69,2	60,0++	5,70	488,8	123,82
	KM 770	16,6	83,3++	13,86+	79,6+	43,2+	73,9+	58,8+	5,03+	391,3++	107,83++

+, ++ průkazné difference oproti kontrole - significant differences to the control ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$)

* kontrolní odrůda - control cultivar

¹cultivar, ²gross energy, ³digestible energy coefficient, ⁴digestible energy, ⁵coefficient of true digestibility of protein, ⁶protein balance, ⁷protein biological value, ⁸net protein utilization, ⁹protein usable content, ¹⁰yield, ¹¹spring barley, ¹²winter barley

II. Průkaznost diferencí mezi nutričními parametry krmné hodnoty zrna ječmene – Significance of differences between nutrition parameters of the grain feeding value in barley

Odrůda ¹	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12				13											
	KM 1773				KM 1628				Orbit				Rubín				Novum				Akcent				Sladko				Perun				Jarek				Ladik				KM 1039				KM 1490				Marinka											
Parametry ²	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d								
2	xx	xx																																																										
3					xx	xx																																																						
4		xx			xx	xx	x																																																					
5	xx	xx			xx	xx	xx			x		x																																																
6	xx	xx	x		xx	xx			xx	xx			xx				xx																																											
7	xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx	x		xx	x																																										
8	xx	xx			xx	xx	xx			x							xx	x			xx	x	x																																					
9	xx	xx				x	x	xx		xx			xx				xx	xx			xx	xx	x	xx	xx	x	xx	xx																																
10					x	x	xx		x	x							xx				xx	xx	x	xx	xx		xx																																	
11	xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx							xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx			xx	xx						
12	xx	x	xx		xx	xx	x		x	x			xx								x				x	x							xx	xx			xx	x			xx				xx				xx				xx							
13	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	xx	xx				xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx				xx				xx							
KM 770		xx			xx	xx	xx		xx				xx				xx				xx	x	xx		xx	x	xx		xx				xx				xx				xx	xx	xx		xx	xx	xx		xx	xx	xx		xx	xx	xx		xx	xx	xx	

a – koeficient skutečné stravitelnosti N-látek – coefficient of true digestibility of protein (KSs), b – biologická hodnota bílkovin – protein biological value (BHB), c – netto-využití proteinu – net protein utilization (NPU), d – stravitelnost energie – digestible energy (SE)
 x, xx viz tab. I – see Tab. I

¹cultivar, ²parameters

III. Obsah a produkce živin zrna jarního a ozimého ječmene (Kroměříž, 1992) – Content and production of grain nutrients in spring and winter barley (Kroměříž, 1992)

	Odrůda ¹	Výnos zrna ² (t.ha ⁻¹)	HTS ³ (g)	N-látky ⁴ (%)	Lyzin v sušině ⁵ (mg.g ⁻¹)	Lyzin v NL ⁶ (mg/16 g N)	Glukany ⁷ (%)	Výnos ⁸ (kg.ha ⁻¹)	
								lyzinu ⁹	NL ⁴
Jarní ječmen ¹⁰	KM 1773	8,35	47,2	8,94+	4,07	4,55	4,84+	33,98	746,5+
	KM 1628	7,71++	51,2++	9,06+	4,20	4,64	3,13	32,38+	698,5++
	Orbit	8,48	48,6+	8,94+	3,78	4,22	3,50	32,05+	758,1+
	Rubín	8,01	50,2++	8,38++	3,11++	3,71	2,99	24,91++	671,2++
	Novum	9,90++	45,0	8,81+	3,49+	3,96	3,74	34,55	872,2
	Akcent*	8,74	43,8	9,94	4,23	4,25	3,06	36,97	768,8
	Sladko	8,55	44,1	10,31	4,27	4,14	4,45	36,51	881,5
	Perun	7,64++	41,7	9,19	4,39	4,78	5,02+	33,53	702,1++
	Jarek	8,66	51,9++	8,00++	3,15++	3,94	2,45	27,27++	692,8++
	Ladik	8,64	52,0++	8,06++	4,13	5,12++	2,13	35,68	696,4++
KM 1039	8,03	47,5+	10,50	3,87	3,69	1,14+	31,08+	843,1	
Ozimý ječmen ¹¹	KM 1490	7,28++	49,3++	9,50	3,66+	3,85	3,39	26,64++	691,6++
	Marinka	8,40	46,3	9,50	4,27	4,49	1,74+	35,87	798,0
	KM 770	7,78+	48,4+	8,56++	4,73	5,53++	0,59++	36,80	666,0++

+, ++ průkazné difference oproti kontrole – significant differences to the control ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$)

* kontrolní odrůda – control cultivar

¹cultivar, ²grain yield, ³1000-grain weight, ⁴crude protein, ⁵lysine in dry matter, ⁶lysine in crude protein, ⁷glucans, ⁸yield, ⁹lysine, ¹⁰spring barley, ¹¹winter barley

v á , P a ř í z e k , 1993) a stejná zákonitost bude platit, jak je zřejmé z prvních výsledků SOP, i pro ozimé dvouřadé odrůdy. Tendenci k pozitivnímu vztahu mezi HTS a SE demonstruje také korelační vztah, uvedený v tab. IV.

Dosažené výsledky naznačují, že v případě zkrmování odpadu a drobného zrna dochází ke snížení nejen celkové, ale zejména stravitelné energie, a tedy k výraznému snížení ekonomické účinnosti krmiva v důsledku jeho špatné konverze. Perspektivním řešením tohoto problému by mohlo být v blízké době i využití nahozrných ječmenů, u nichž není v partiích s nižším tříděním pozorováno zvýšení obsahu hrubé vlákniny, ale naopak vyznačují se vyššími hodnotami koeficientů stravitelnosti (Š i m e č e k , M i n a ř í k , 1982; B h a t t y , 1986).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat některým antinutričním faktorům, jejichž přítomnost se v rozdílné míře projevuje při výkrmu různých skupin monogastrických zvířat. Jde zejména o beta-glukany, které tvoří nejvyšší podíl z rozpustné vlákniny zrna. V našem pokusu (tab. III) byl obsah beta-glukanů nejvíce proměnlivým parametrem ($V_K = 43,63 \%$). Nejvyšší obsah rozpustných beta-glukanů měla odrůda Perun a nejnižší byl zjištěn u ozimého ječmene KM 770. Je známo, že obsah beta-glukanů není jen genotypovou záležitostí, ale obdobně jako např. obsah bílkovin kolísá v závislosti na agrotechnice a pěstební lokalitě (V a c u l o v á , 1992). S m a r t et al. (1993) zjistili průkazné korelace mezi obsahem beta-glukanů ve sladině a dalšími analytickými kritérii rozluštění. V našem pokusu nebyly stanoveny žádné průkazné vztahy k výnosu, analytickým nebo nutričním parametrům, ale pozorovali jsme silnou tendenci k záporné vazbě s HTS. Přestože negativní účinky rozpustné vlákniny při výkrmu prasat nejsou jedno-

IV. Korelační koeficienty mezi hmotností, obsahem živin a bilančními parametry zrna ječmene – Correlation coefficients between grain weight, nutrient content and balance parameters in barley

	NL	UP	KSs	BHB	NPU	KSE	SE
HTS	-0,60+	-0,23	-0,43	0,72++	0,62+	-0,08	0,21
NL	-	0,68++	0,53+	-0,85+++	-0,73++	0,37	0,02
UP		-	0,70++	-0,25	0,01	0,67	0,47
KSs			-	-0,43	-0,08	0,74++	0,47
BHB				-	0,93+++	-0,15	0,22
NPU					-	0,12	0,42
KSE						-	0,88+++

+ $P \leq 0,05$

++ $P \leq 0,01$

+++ $P \leq 0,001$

Vysvětlivky viz tab. I a III – For explanations see Tab. I and III

značně specifikovány, Newman, Newman (1988) prokázali u selat nepříznivé působení vysoké viskozity vodných roztoků beta-glukanů na stravitelnost řady živin. Experimentálně byl potvrzen průkazný negativní vliv při výkrmu drůbeže (Wang et al., 1991), takže se měření viskozity doporučuje např. pro predikci předpokladu přírůstků u kuřat (Rotter et al., 1989).

Zkrmováním obilovin se kryje až 50 % potřeby dusíkatých látek (Šimeček, 1987 – písemné sdělení). Speciálně ječmen je rovněž cenným zdrojem esenciálních aminokyselin. Na rozdíl od energetické složky vykazoval obsah bílkovin v zrně studovaných ječmenů a jejich kvalita téměř trojnásobně vyšší proměnlivost. Výsledky technologických rozborů zrna a bilančních testů na potkanech (tab. I až III) ukazují, že mezi hodnocenými ječmeny existují průkazné diference, které se promítají až do konečné úrovně nutriční kvality bílkovin, vyjádřené hodnotou obsahu využitelného proteinu (UP). Tento součin obsahu N-látek (NL) a netto-využití proteinu (NPU) je významně závislý na obsahu bílkovin, což potvrzuje i zjištěný korelační vztah mezi uvedenými parametry ($r = 0,68^{**}$). Ve středoevropských podmínkách je obsah bílkovin v zrně veličinou dosti proměnlivou, a proto lze očekávat určitou variabilitu obsahu UP v jednotlivých letech a typech hospodaření.

Z našich výsledků plyne (tab. IV), že obsah NL kladně koreloval i s koeficientem bilanční stravitelnosti N-látek KSs ($r = 0,53^*$) a neprůkazně kladně s KSE a SE. Tyto údaje jsou v souladu s poznatky zahraničních autorů (Newman, Newman, 1988; Fuller et al., 1989), kteří zjistili lepší stravitelnost dusíku u obilovin s vyšším obsahem proteinu. Příčinou jsou zřejmě změny v zastoupení jednotlivých bílkovinných frakcí, neboť u většiny obilovin při zvyšování obsahu bílkovin dochází k rychlejšímu nárůstu podílu lépe stravitelných zásobních bílkovin (prolaminy) oproti nutričně hodnotnějším ostatním frakcím, jako jsou albuminy a globuliny (Heger, Bauer, 1979). Obdobně jako Němec (1991 – písemné sdělení) i my jsme zjistili poměrně vysokou korelaci mezi KSs a KSE ($r = 0,74^{**}$). V případě, že by tato závislost měla obecnou platnost, mohla by být využita jako jedno ze selekčních kritérií při výběru ječmenů s vyšší krmnou hodnotou zrna.

U mnohých specialistů z oblasti výživy hospodářských zvířat se setkáváme s názorem, že pro výkrm prasat je obsah NL v zrně ječmene dostačující, ale že nejsou plně kryty optimální požadavky na složení a využitelnost bílkovin (Fuller et al., 1989 aj.). Kvalita bílkovin, vyjádřená hodnotami BHB a NPU (tab. I), byla poměrně vysoká a diference mezi ječmeny průkazné (tab. II). Ve všech parametrech se jako nejlepší ukázala linie nesladovnického ječmene KM 1628, ale vysoké hodnoty byly stanoveny také pro sladovnické odrůdy Jarek a Ladik. Velmi nízké hodnoty NB/NP, BHB i NPU byly stanoveny pro sladovnické odrůdy Akcent a Sladko a novou linii jarního ječmene KM 1039. Zjištěné závěry

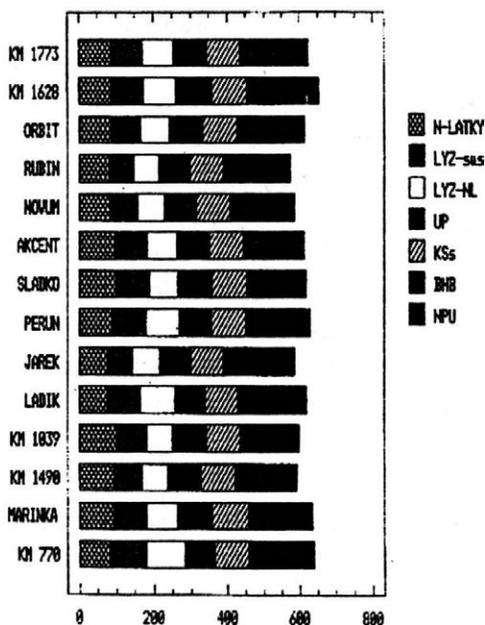
jsou v souladu s hodnotami indexu PER, naměřenými v našich předchozích pokusech (Š p u n a r et al., 1992; Š p u n a r o v á et al., 1993). Je zajímavé, že jarní ječmen Jarek vykazoval vysoké hodnoty parametrů kvality bílkovin, přestože patřil mezi materiály s nejnižším obsahem lyzinu v sušině zrna i v bílkovinách. Naopak ozimý ječmen KM 770 s více než 5 % lyzinu v bílkovinách dosahoval jen průměrné nutriční kvality bílkovin. Zjištěné skutečnosti mohou ovšem souviset nejen s obsahem lyzinu, ale i s jeho využitelností. T a v e r n e r et al. (1981, 1988) uvádějí, že lyzin je nejméně využitelnou esenciální aminokyselinou, zatímco využitelnost ostatních (např. methioninu, tryptofanu, treoninu apod.) bývá o cca 10 % vyšší (H e g e r, B a u e r, 1979). Dá se tedy předpokládat, že podrobnější informace by poskytly další analytické rozborů složení zrna, např. celého aminokyselinového spektra.

Biologická hodnota bílkovin je v záporném vztahu k obsahu a stravitelnosti bílkovin. H o r a c z y n s k i (1979) stanovil mezi NL a BHB korelační závislost s hodnotou $r = -0,52^*$. V našem pokusu (tab. IV) byla negativní korelace NL k BHB ještě silnější ($r = -0,85^{***}$) a navíc jsme zjistili i záporný vztah NL k NPU ($r = -0,73^{**}$).

Vzhledem k existujícím nákupním cenám za krmné obiloviny je ovšem stále nejdůležitějším ukazatelem hospodářské hodnoty odrůd jejich potenciální výnos zrna. Tab. III ukazuje, že testované ječmeny dosahovaly rozdílné úrovně produktivity, i když některé diference by mohly ve víceletém průměru dosáhnout poněkud odlišného pořadí. Z tohoto důvodu jsme se pokusili o roztřídění testovaných ječmenů do několika skupin, a to jak z pohledu dosažené úrovně hospodářských znaků, nutriční charakteristiky kvality bílkovin zrna a celkové krmné hodnoty zrna, tak i souhrnné charakteristiky výnosu a krmné hodnoty.

Samotný výnos zrna nebyl v průkazném vztahu s žádným ze sledovaných parametrů, což by mohlo být hodnoceno jako pozitivní zjištění. Mezi jednotlivými odrůdami a novými šlechtitelskými materiály jsou zřejmé rozdíly v obsahu, složení a kvalitě bílkovin, relativně k maximální úrovni parametrů v testovaném souboru (obr. 1). Vzhledem k tomu, že vyšší obsah nutričně hodnotných bílkovin má kladný vliv na zlepšení přírůstků a kvality masa (N e w m a n, N e w m a n, 1991), mohou být ječmeny s vyšší biologickou hodnotou bílkovin doporučeny pro speciální výkrmné diety mláďat, např. selat. Jejich využití při výkrmu drůbeže je ovšem limitováno použitím vhodných enzymatických preparátů, které pomohou štěpit méně využitelné složky zrna, jako je např. vláknina nebo beta-glukany.

Roztřídění odrůd a nových materiálů ječmene shlukovou analýzou podle rozdílných primárních parametrů a jejich váhy prezentují obr. 2 až 4. V rámci hodnoceného souboru se v podstatě vyčlenily tři skupiny. Jestliže byl hlavním kritériem faktor produkce z jednotky plochy (zrna, SE, UP apod.), jednoznačně



1. Obsah a kvalita bílkovin zrna jarního a ozimého ječmene (procento k maximální hodnotě) – Grain protein content and quality in spring and winter barley (percentage to the highest value)

N-látky – crude protein

lyzin v sušině – lysin in dry matter

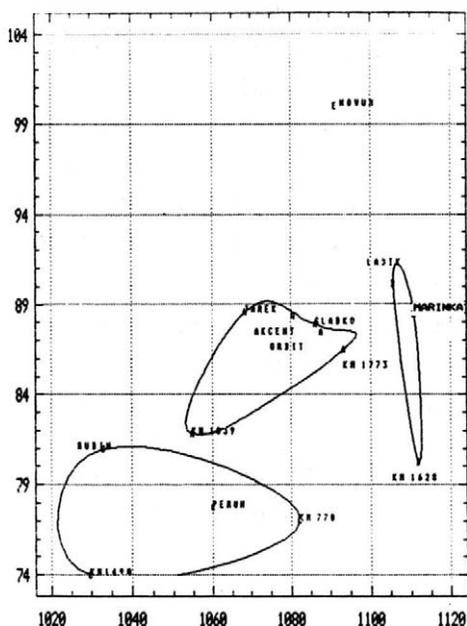
lyzin v N-látkách – lysin in crude protein

UP – využitelný protein – usable protein

KSs – koeficient skutečné stravitelnosti bílkovin – coefficient of true digestibility of protein

BHB – biologická hodnota bílkovin – protein biological value

NPU – netto-využití proteinu – net protein utilization

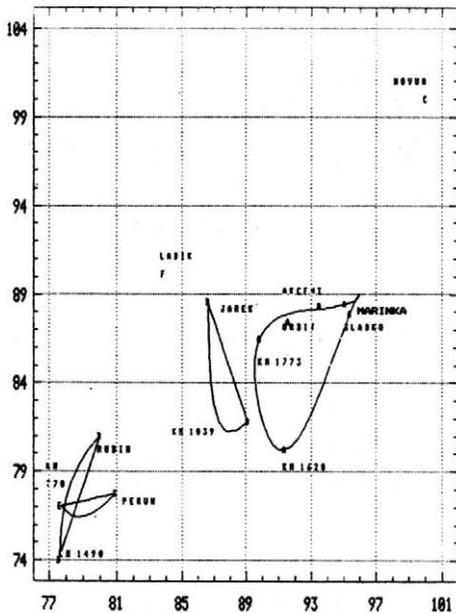


2. Třídění odrůd jarního a ozimého ječmene shlukovou analýzou – Screening spring and winter barley cultivars using a cluster analysis

osa y – stravitelná energie (procento k maximální hodnotě) – y axis – digestible energy (percentage to the highest value)

osa x – suma relativních hodnot vybraných znaků (výnos = koeficient 2) – x axis – a sum of relative values of selected traits (yield = coefficient 2)

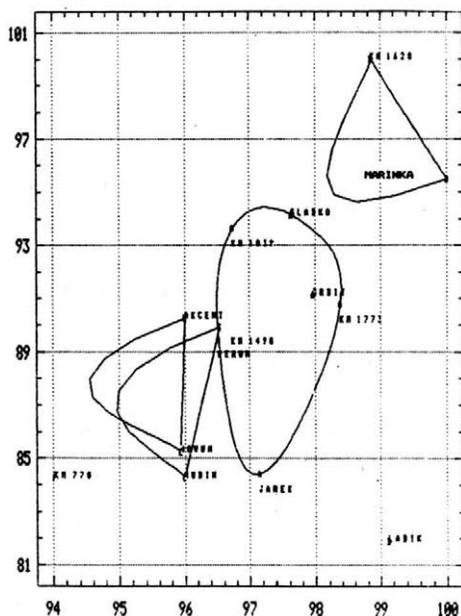
se nejlépe umístila odrůda Novum. Z obr. 4 je však patrné, že k jejímu špičkovému postavení nepřispěla ani energetická, ani bílkovinná složka, ale že hlavní zásluhu má výnos zrna, dosažený v roce 1992. Také odrůda Akcent byla vzhledem k vyššímu výnosu zrna poněkud nadhodnocena. Naopak linie ozimého ječ-



3. Třídění odrůd jarního a ozimého ječmene shlukovou analýzou – Screening spring and winter barley cultivars using a cluster analysis

osa y – stravitelná energie (procento k maximální hodnotě) – y axis – digestible energy (percentage to the highest value)

osa x – využitelný protein (procento k maximální hodnotě) – x axis – usable protein (percentage to the highest value)



4. Třídění odrůd jarního a ozimého ječmene shlukovou analýzou – Screening spring and winter barley cultivars using a cluster analysis

osa y – využitelný protein (procento k maximální hodnotě) – y axis – usable protein (percentage to the highest value)

osa x – stravitelná energie (procento k maximální hodnotě) – x axis – digestible energy (percentage to the highest value)

me KM 770 a také odrůda jarního sladovnického ječmene Rubín vykazovaly ve všech případech v rámci souboru sledovaných ječmenů nejnižší úroveň hodnocených parametrů. K těmto materiálům se průměrnou krmnou hodnotou a nízkým výnosem zrna řadí i nšl. KM 1490 a odrůda Perun.

Do určité míry zažitý názor, že ozimé ječmeny jsou pro krmení méně vhodné než jarní, plně popírá odrůda ozimého dvouřadého ječmene Marinka, která patřila ke špičkovým vzorkům z hlediska energetické i bílkovinné hodnoty zrna a navíc dosahovala více než průměrného výnosu zrna. Odrůda Ladik bude příspěvkem z pohledu kombinace výnosu a energetické hodnoty zrna, zatímco odrůdy Orbit, Jarek a Sladko patřily k průměru testovaného souboru ve většině sledovaných parametrů.

Jak uvádí K ř e n (1993), je pro současnou situaci v praxi, charakterizovanou mimo jiné i diferenciací způsobů hospodaření, ekonomicky důležitým faktorem správná volba odrůdy. Naše výsledky naznačují, že i v rámci povolených odrůd a nových šlechtitelských materiálů ječmene mohou zemědělci vybírat ty, které zabezpečí dosažení vyšších přírůstků a lepší kvality vyrobeného živočišného produktu. Je jen na pěstiteli, zda si zvolí vyšší úroveň krmné hodnoty zrna nebo dá přednost výnosu.

Náš příspěvek si nekladl za cíl provést jednoznačnou kategorizaci rozšířených odrůd s ohledem na jejich krmnou hodnotu, přesto experimentální výsledky dokazují v konfrontaci se zahraničními údaji, že všechny pěstované ječmeny nejsou stejné a že se vyplatí posuzovat jejich kvalitu nejen pro sladovnické, ale i krmné účely. Další podrobné studium ječmenů v bilančních pokusech na prasatech přispěje k prohloubení a upřesnění získaných poznatků.

L i t e r a t u r a

- BELL, J. M. – SHIRES, A. – HEITH, M. O.: Effect of hull and protein contents of barley on protein and energy digestibility and feeding value for pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 63, 1983: 201–211.
- BHATTY, R. S.: The potential of hull-less barley. *Rewiew*, 63, 1986 (2): 97–103.
- CASTELL, A. G. – BOWREN, K. E.: Comparison of barley cultivars in diets for growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 60, 1980 (1): 159–167.
- EGGUM, B. O.: A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. *Beret. Rep. Nat. Inst. Anim. Sci. (Copenhagen)*, 1973: 173 s.
- FULLER, M. F. – CADENHEAD, A. – BROWN, D. S. – BREWER, A. C. – CARVER, M. – ROBINSON, R.: Varietal differences in the nutritive value of cereal grains for pigs. *J. Agric. Sci.*, 113, 1989: 149–163.
- HEGER, J. – BAUER, B.: Perspektivy využití obilnin ke krmným účelům. *Krmiv. a Služ.*, 1, 1979: 3–5.
- HEGER, J. – EGGUM, B. O.: The nutritional values of some high-yielding cultivars of triticale. *J. Cereal Sci.*, 14, 1991: 63–71.
- HEGER, J. – FRYDRYCH, Z. – FROŇEK, P.: Evaluation of optimum lysine and threonine supplements to a wheat and barley-based diet in rats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 8, 1983: 163–176.
- HEGER, J. – SALEK, M. – EGGUM, B. O.: Nutritional value of some Czechoslovak varieties of wheat, triticale and rye. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 29, 1990: 89–100.
- HORACZYNSKI, H.: Wartość biologiczna białka krajowych odmian jęczmienia. *Przegl. Hodowl.*, 47, 1979 (20).

- KOSCHIN, F. – KÁRNÍK, I. – MAREK, L. et al.: Statgraphics aneb statistika pro každého. Praha, Grada 1992: 360 s.
- KŘEN, J.: Volba odrůd při pěstování obilnin. Úroda, Příl. Rolník, 1993 (6): 3–5.
- NEWMAN, C. W. – NEWMAN, R. K.: Factors influencing the utilization of barley by monogastric animals and poultry. In: Alternative end uses of barley, Cereal Chemistry Division, 1988: 23–28.
- NEWMAN, C. W. – NEWMAN, R. K.: Characteristics of the ideal barley for feed. Barley Genetics VI. Helsingborg, 1991: 1–17.
- ROTTER, B. A. – MARQUARDT, R. R. – GUENTER, W. – BILIADERIS, C. – NEWMAN, C. W.: *In vitro* measurements of barley extracts as predictors of growth in chicks fed barley-based diets supplemented with a fungal enzyme preparation. Can. J. Anim. Sci., 69, 1989: 431–439.
- SALOMONSON, A. CH. – THEANDER, O. – AMAN, P.: Comparison of normal and high-lysine barleys. Swed. J. Agric. Res., 10, 1980: 11–16.
- SMART, J. et al.: Vztah mezi beta-glukany ve sladidně, podmínkami sladování a analýzou sladu. Kvasný Prům., Expres Inform., 12, 1993: s. 67.
- ŠIMEČEK, K. – MINAŘÍK, F.: Bilanční stravitelnost živin a energie pluchatých a nahých ječmenů, stanovená na prasatech. In: Sbor. věd. Prací VÚVZ Pohořelice, 16, 1982: 23–26.
- ŠPUNAR, J. – VACULOVÁ, K. – ŠPUNAROVÁ, M.: Současná odrůdová skladba ozimého ječmene. In: Sbor. Ref. Konf. Aktuální otázky pěstování ozimých obilovin, Nitra, VŠP 1992.
- ŠPUNAROVÁ, M. – PAŘÍZEK, P.: Přehled nových odrůd jarního ječmene. Úroda, 1993 (9): 302–303.
- ŠPUNAROVÁ, M. – VACULOVÁ, K. – MILOTOVÁ, J.: Nové trendy ve šlechtění jarního ječmene. In: Sbor. Ref. Konf. Aktuální otázky rostlinné výroby v roce 1993, Kroměříž, VÚO 1993.
- TAVERNER, M. R.: Nutritional constraints to the feeding value of barley for pigs and poultry. In: Alternative end uses of barley, Cereal Chemistry Division, 1988: 29–34.
- TAVERNER, M. R. – HUME, I. D. – FARRELL, D. J.: Availability to pigs of amino acids in cereal grains. Brit. J. Nutr., 46, 1981: 159–171.
- VACULOVÁ, K.: Beta-glukany a kvalita zrna ječmene. Úroda, 1992 (5): 209–210.
- VACULOVÁ, K. – ŠPUNAR, J. – NOVOTNÁ, J.: Porovnání krmné hodnoty zrna jarního a ozimého ječmene. Úroda, 1989 (12): 542–543.
- WANG, L. – NEWMAN, R. K. – NEWMAN, C. W. – HOFER, P. J. – FENGLER, A. I.: Effect of barley β -glucans on intestinal viscosity and lipid metabolism in the chick model. In: NEWMAN, C. W. – NEWMAN, R. K.: Characteristics of the ideal barley for feed. Barley Genetics VI. Helsingborg, 1991: 1–17.

Došlo 16. 2. 1994

VACULOVÁ, K. – HEGER, J. – ŠPUNAR, J. – ŠPUNAROVÁ, M. (Cereal Research Institute, Kroměříž):

Feeding value and grain production of different barley cultivars.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 935–948.

Based on results of small-plot experiments and balance feeding tests with laboratory rats, a level of the feeding value and grain production in 14 released cultivars and new breeding lines of spring and two-row winter barley grown in the Czech

Republic were studied. The results showed significant differences for the values of all parameters regardless of the growth habit (winter–spring) in individual entries.

The parameters which characterize the grain protein value (coefficient of true protein digestibility K_Ss, protein biological value BHB, net protein utilization NPU, and protein usable content UP) showed up to three-times higher variability as compared to energetic ones (coefficient of energy digestibility K_{SE} and digestible energy content SE – Tab. I). The best level of digestible energy was assessed in the two-row winter barley cultivar Marinka (89.2%) which differed highly significantly from the other entries evaluated. In feeding the grain of this cultivar the highest values of K_Ss (86.8%) were also determined, while considering the parameters of protein quality the best entry was the line of non-malting barley KM 1628 (BHV = 80.0 and NPU = 65.9). Among malting cultivars, Jarek and Ladik were much better than the control cultivar Akcent in these parameters (Tab. II).

A number of significant relationships were found among the balance parameters investigated (Tab. IV). UP values were dependent on protein content ($r = 0.68^{xx}$) which positively correlated with a level of K_Ss ($r = 0.53^{xx}$). A highly significant correlation was also found between SE and K_Ss ($r = 0.74^{xx}$), protein content and BHV ($r = 0.85^{xxx}$) and NPU ($r = 0.73^{xx}$).

The entries tested differed not only in the content and feeding value of grain nutrients, but they also reached different levels of productivity (Tab. III). Considering grain yield as one of agronomic value parameters actual levels of feeding value parameters were partially confused (Figs 2 to 4) especially in high-yielding cultivars (Novum and Akcent). However, the grain yield itself within the whole set of entries evaluated did not significantly correlate with any of the parameters studied.

The results obtained enabled us to screen the set of barleys depending on different purposes of their utilization. Fig. 1 illustrates the entries showing the best protein content and nutritional value which are suitable for special feeding diets. Taking into account both feeding value and grain productivity the best cultivar was winter barley Marinka. Ladik cultivar, malting spring barley, is expected to contribute to the combination of yield and grain energetic value. Jarek, Orbit and Sladko cultivars were intermediate in most parameters investigated. In contrast, cultivars of malting spring barley, Rubín and Perun, and new breeding lines of winter barley, KM 770 and KM 1490, showed the lowest level.

The results confirmed the necessity and rightfulness of evaluating grain feeding value even in currently grown spring and winter barleys for effective differentiating the commercial end use of grain production.

Kontakní adresa:

Ing. Kateřina V a c u l o v á , Výzkumný ústav obilnářský, Havlíčkova 2787,
767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/42 61 12, fax: 0634/42 63 43

VPLYV VYBRANÝCH PESTOVATEĽSKÝCH FAKTOROV NA ÚRODU HRACHU SIATEHO INTERMEDIÁRNEHO TYPU V KUKURIČNEJ VÝROBNEJ OBLASTI

K. Kováč

Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany

V rokoch 1991 až 1993 bol v poľnom stacionárnom pokuse v kukuričnej výrobní oblasti na černoziemných pôdach sledovaný vplyv vybraných pestovateľských faktorov (obrábanie pôdy, hnojenie) na úrodu zrna hrachu siateho odrody Janus. Obrábanie pôdy úrodu zrna štatisticky významne neovplyvnilo. Úrodu zrna hrachu najviac ovplyvnilo počasie a hnojenie (oba faktory vysoko preukazne). Medzi úrodou zrna a zrážkami za mesiac máj a prvé dve dekády júna bola silná, kladná, vysokopreukazná závislosť ($r = 0,999^{++}$).

Znižovanie dávok dusíkatého hnojenia, rast cien dusíkatých priemyselných hnojív, ako aj nástup ekologicky orientovaných systémov hospodárenia na pôde, spôsobilo, že pestovanie strukovín na Slovensku znova prežíva renesanciu. V SR boli v roku 1992 v porovnaní s rokom 1990 (28 tis. ha) vyššie plochy hrachu siateho o viac ako 22 tis. ha (S l a m ě n a , 1992). Pestovanie strukovín poskytuje značné ekologické (P o w e r , 1987), fytoštanitárne (Š p a l d o n a kol., 1982), sociálno-ekonomické a agronomické efekty (K o v á č , 1992).

Hrach v porovnaní s obilninami je náročnejší na vlahu hlavne na začiatku tvorby generatívnych orgánov (P e t r , 1974; O b r c i a n o v á , 1982) a má malú autoregulačnú schopnosť, preto sú v pestovateľských technológiách dôležité agrotechnické opatrenia, ktoré priaznivo ovplyvňujú poľnú vzchádzavosť, štruktúru úrody, ako aj úrodu hrachu (L a h o l a a kol., 1990). Dobré lôžko pre osivo sa zabezpečuje najmä predsejbovou prípravou strojmi s aktívne poháňanými orgánmi. V suchších podmienkach stanovišťa môže úrodu zrna negatívne ovplyvniť i zapravenie slamy k predplodine (K o v á č , 1992). Ekologizácia poľnohospodárstva, znižovanie vstupov do výroby, ako aj priaznivé pôsobenie strukovín v osevných postupoch nás inšpirovalo k riešeniu predloženej výskumnej problematiky.

MATERIÁL A METÓDA

Cieľom riešenej výskumnej úlohy bolo kvantifikovať podiel hnojenia a pôdochranného obrábania pôdy na štruktúru úrody a úrodu hrachu siateho interme-

diárneho typu. Pokusy sme robili v kukuričnej výrobnej oblasti (Borovce pri Piešťanoch) na úrodných černozemných pôdach na spraši. Obsah humusu činil 1,8 až 2 %, pôda mala strednú zásobu fosforu a vysokú zásobu draslíka, pôdna reakcia bola neutrálna až slabo kyslá.

Pokusné stanovište (170 m n. m.) má priemernú ročnú teplotu 9,1 °C a 625 mm zrážok za rok. Priemerná teplota za vegetačné obdobie predstavuje 15,73 °C a suma zrážok 352 mm. Stručná charakteristika poveternostných podmienok: zrážky za január až jún 1991 činili 69 %, 1992 – 113 %, 1993 – 67 % (údaj predstavuje percento z normálu za uvedené mesiace).

Hrach siaty odrody Janus sme pestovali v šesťhonovom osevnom postupe (ozimná pšenica⁺⁺, jarný jačmeň, hrach, ozimná pšenica, kukurica na siláž⁺⁺, jarný jačmeň) s výsevom 120 klíčivých zŕn na 1 m² pri šírke medziriadkov 125 mm. Hnojenie maštaľným hnojom (⁺⁺) bolo na prvom a piatom hone.

VARIANTY POKUSU

Hnojenie a výživa

B1 – 0 (bez hnojenia NPK);

B2 – NPK 15 : 20 : 48 (po ozimnej pšenici k predplodine bola do pôdy zapravená slama);

B3 – NPK 15 : 40 : 96.

Obrábanie pôdy

C1 – konvenčné – podmietka (tanierovým náradím), stredne hlboká orba pluhom s odhrnovačkou (0,18 až 0,20 m); na jar smykovanie + stredne ťažké klinčové brány; pred sejbou kombinátor;

C2 – ochranné – podmietka (tanierovým náradím), obrábanie pôdy na jeseň kypričom s pasívnymi pracovnými orgánmi (Lemken, Smaragd 80/300) do hĺbky 0,14 až 0,16 m; predsejbová príprava pôdy strojom s aktívne poháňanými pracovnými orgánmi (vírivý kyprič Amazone KG) v jednej operácii so sejbou (sejačka Amazone).

Kombináciou variantov hnojenia a obrábania pôdy vzniklo šesť základných variantov (kombinácií). Polyfaktoriálny stacionárny pokus bol založený blokovou metódou v štyroch opakovaníach.

V pokuse bol použitý intermediárny typ hrachu siateho odrody Janus. Rozmery pokusných parceliek boli 6 x 12, zberová plocha 18 m². V pokuse sme sledovali poľnú vzhádzavosť, úrodu zrna a hmotnosť 1 000 zŕn. Výsledky sme zhodnotili korelačnou a regresnou analýzou a analýzou rozptylu.

VÝSLEDKY

Z hľadiska priebehu poveternostných podmienok v rozhodujúcom vegetačnom období a ich vhodnosti pre pestovanie hrachu siateho bol najlepší rok 1992. Vegetačné obdobie v roku 1991 bolo zrážkove pod normálom a rok 1993 bol veľmi suchý. Podľa rokov sme hrach siali 22. 3., 11. 3. a 30. 3. Vzhádzanie hrachu sme zaznamenali po 17 až 20 a 21 dňoch (podľa rokov). Poľná vzhádzavosť hrachu podľa rokov bola 73; 76 a 71 %. Rozdiely v počtoch rastlín na sledovaných variantoch boli malé (nepreukazné) a neboli jednoznačné pre skúšaný agrotechnický zásah. Priemerná úroda zrna hrachu v roku 1991 bola 3,60 t.ha⁻¹ (tab. I).

Analýzou variancie sme zistili, že hnojenie ovplyvnilo úrodu zrna vysoko preukazne (tab. II), pričom úroda zrna bola pri variantoch B1 a B3 prakticky rovnaká (rozdiel 0,09 t.ha⁻¹) a pri variante B2 vysoko preukazne nižšia (o 0,62 t.ha⁻¹) v porovnaní s kontrolou (B1 – bez hnojenia NPK). Čo sa týka obrábania pôdy, zaznamenali sme tendenciu zníženia úrody zrna pri ochrannom obrábaní pôdy v porovnaní s konvenčným (rozdiel 6 % je nepreukazný).

V druhom roku pokusu (1992) sme zaznamenali najvyššiu priemernú úrodu zrna hrachu (4,47 t.ha⁻¹). Obrábanie pôdy i hnojenie úrodu zrna v tomto roku štatisticky významnejšie neovplyvnilo.

S ohľadom na priebeh poveternostných podmienok bol posledný rok pokusu (1993) veľmi nepriaznivý. V priemere sme dosiahli úrodu zrna hrachu iba 2,91 t.ha⁻¹. Zo skúšaných variantov úrodu zrna hrachu štatisticky významne ovplyvnilo hnojenie (tab. II). Úroda zrna hrachu pri variante konvenčného hnojenia (B3) bola o 8 % (nepreukazne) vyššia v porovnaní s kontrolou (bez hnojenia). Zaznamenali sme tendenciu vyššej úrody na variantoch ochranného obrábania pôdy. V priemere za všetky roky a varianty pokusu sa dosiahla úroda zrna 3,66 t.ha⁻¹. Pri variante ochranného obrábania pôdy v porovnaní s konvenčným mala úroda zrna hrachu slabú tendenciu zníženia (o 1,3 %). Čo sa týka hnojenia, bola úroda na variante B2 preukazne nižšia (o 0,24 t.ha⁻¹) v porovnaní s kontrolou. Silnejšia tendencia vyššej úrody zrna hrachu v porovnaní s kontrolou bola pri variante plného hnojenia (zvýšenie o 6 %, resp. o 0,21 t.ha⁻¹); zvýšenie úrody však bolo nepreukazné.

Analýza variancie ukázala, že variabilita úrody bola spôsobená rokmi a hnojením (vysoko preukazne) a interakciou obrábanie pôdy x hnojenie x roky (preukazne), ako uvádza tab. III.

Najsilnejší faktor, ktorý ovplyvnil úrodu zrna hrachu v pokuse, bolo počasie. Rozhodujúce boli zrážky v máji a v prvých dvoch dekádach júna. Medzi úrodou zrna a zrážkami v tomto období sme zistili silnú (kladnú) vysoko preukaznú závislosť ($r = 0,999^{++}$), ako je uvedené v tab. IV.

I. Úroda zrna hrachu siateho (t.ha⁻¹) – Pea grain yield (t.ha⁻¹)

Variant ¹	Rok ²				% x ku ³ C1 B1	Rozdiel ⁴ (t.ha ⁻¹)	% ku C2 B1	Rozdiel (t.ha ⁻¹)
	1991	1992	1993	\bar{x}				
C1 B1	3,94	4,20	2,96	3,70	100,0			
C1 B2	3,23	4,35	2,88	3,48	94,2	-0,22		
C1 B3	3,96	4,85	2,83	3,88	104,8	+0,18		
C2 B1	3,61	4,52	2,79	3,64	98,4		100,0	
C2 B2	3,09	4,48	2,61	3,39	91,7	-0,25 ⁺	92,9	-0,25 ⁺
C2 B3	3,78	4,52	3,38	3,89	105,2	+0,25 ⁺	101,9	+0,25 ⁺
\bar{x}	3,60	4,49 ⁺⁺	2,914 ⁺⁺	3,66				
C1	3,71	4,46	2,89	3,69	100,0			
C2	3,49	4,48	2,93	3,63	98,7	-0,04		
B1	3,77	4,35	2,88	3,67	100,0			
B2	3,16	4,38	2,74	3,43	93,7	-0,23 ⁺	100,0	
B3	3,86	4,68	3,11	3,88	106,0	0,21	112,9	0,45 ⁺⁺

H. d. (B – hnojenie⁵, C – obrábanie⁶, D – roky⁷)

B < 0,05–0,23
0,01–0,30

C < 0,05–0,16
0,01–0,21

D < 0,05–0,23
0,01–0,30

¹treatment, ²year, ³to, ⁴difference, ⁵fertilization, ⁶cultivation, ⁷years

II. Analýza variancie úrody zrna hrachu v jednotlivých rokoch pokusu – Analysis of variance of pea grain yields in different years of the trial

Faktor ¹	F-vypočítané ²			F-tabuľkové ³	
	1991	1992	1993	0,05	0,01
Hnojenie ⁴ (B)	12,93 ⁺⁺	1,36	11,67 ⁺⁺	3,68	6,36
Obrábanie pôdy ⁵ (C)	3,15	0,00	0,34	4,54	8,68
B x C	0,21	1,14	17,06 ⁺⁺	3,68	6,36
Opakovanie ⁶	3,26	2,16	0,92	3,29	5,42

¹factor, ²F-calculated, ³F-tabular, ⁴fertilization, ⁵soil cultivation, ⁶replication

III. Analýza variancie úrody zrna a hmotnosti 1 000 zrn hrachu za roky 1991 až 1993 – Analysis of variance of grain yield and 1 000-kernel weight of pea for the years 1991 to 1993

Faktor ¹	F-vypočítané ²		F-tabuľkové ³	
	úroda zrna ⁸	0,01	0,05	HTZ ⁹
Hnojenie ⁴ (B)	10,60 ⁺⁺	3,18	5,07	9,10 ⁺⁺
Obrábanie pôdy ⁵ (C)	0,46	4,03	7,18	1,94
B x C	0,20	3,18	5,07	3,59 ⁺
Roky ⁶ (A)	124,76 ⁺⁺	3,18	5,07	259,99 ⁺⁺
B x A	1,95	2,56	3,73	4,8 ⁺⁺
C x A	1,03	3,18	5,07	2,12
B x C x A	2,56 ⁺⁺	2,56	3,73	3,01 ⁺
Opakovanie ⁷	2,06	2,79	4,21	1,05

For 1–3 see Tab. II, ⁴fertilization, ⁵soil cultivation, ⁶years, ⁷replication, ⁸grain yield, ⁹1 000-kernel weight

IV. Závislosť medzi úrodou zrna hrachu siateho a poveternostnými prvkami vo vybranom období vegetácie – Dependence between pea grain yield and weather conditions in chosen period of vegetation

Závislosť ¹	<i>r</i>	Rovnica regresnej priamky ²
Úroda ³ x zrážky za máj + prvú dekádu júna ⁴	0,999 ⁺⁺	$y = 5,96 + 19,88x$
Úroda x teplota za máj ⁵	-0,245	$y = 17,94 - 0,91x$
Úroda x teplota za jún ⁶	0,638	$y = 15,54 + 0,69x$
Úroda x teplota za máj až jún ⁷	-0,05	$y = 16,74 - 0,10x$

¹dependence, ²equation of regression line, ³yield, ⁴precipitation for May + first decade of June, ⁵temperature for May, ⁶temperature for June, ⁷temperature for May to June

Hmotnosť 1 000 zrn v jednotlivých rokoch a pri jednotlivých faktoroch hnojenia udáva tab. V. Najnižšia hmotnosť bola zistená v roku 1991 (217 g) a najvyššia v roku 1992 (271 g). Z analýzy variancie vyplýva, že hmotnosť 1 000 zrn bola štatisticky významne ovplyvnená rokmi, hnojením a interakciou roky x hnojenie (vysoko preukazne). Preukazný vplyv je i pri interakciách hnojenie x obrábanie pôdy a hnojenie x obrábanie pôdy x roky, ako je zrejmé z tab. III.

Hmotnosť 1 000 zrn bola o 4 g vyššia pri ochrannom obrábaní pôdy v porovnaní s konvenčným. Rozdiel v hmotnosti 1 000 zrn medzi variantami hnojenia B2 a B3 bol preukazný (7 g).

V. Hmotnosť 1 000 zŕn hrachu siateho (g) – 1 000-kernel weight of pea (g)

Variant ¹	Rok ²				% x ku ³ C1 B1	Rozdiel ⁴ (t.ha ⁻¹)	% ku C2 B1	Rozdiel (t.ha ⁻¹)
	1991	1992	1993	\bar{x}				
C1 B1	217	244	232	232	100,00			
C1 B2	202	240	232	225	97,02	-0,69		
C1 B3	215	251	238	235	101,38	3,20		
C2 B1	216	262	230	236	101,81	4,20	100,00	
C2 B2	217	253	229	233	100,60	1,40	98,81	-2,80
C2 B3	218	259	236	238	102,76	6,40	100,93	2,20
\bar{x}	214	252 ⁺⁺	233 ⁺⁺	233				
C1	211	245	234	230	100,00			
C2	217	258	232	236	102,25	4,00 ⁺		
\bar{x}	214	252 ⁺⁺	233 ⁺⁺	233				
B1	216	253	231	234	100,00			
B2	209	247	230	229	97,95	-4,80	100,00	
B3	217	255	237	236	101,15	2,70	103,27	7,00 ⁺

H. d. (B – hnojenie⁵, C – obrábanie⁶, D – roky⁷)

B < 0,05–5,8
0,01–7,4

C < 0,05–3,9
0,01–5,3

D < 0,05–5,8
0,01–7,4

For 1–7 see Tab. I

DISKUSIA

Priaznivé podmienky pre kvalitnú sejbu, vysokú poľnú vzhádzavosť, dobrý rast a vývoj hrachu vytvára kvalitná základná a predsejbová príprava pôdy. Z hľadiska týchto požiadaviek sme nezistili výraznejšie rozdiely ako v počtoch vzídených rastlín, tak ani v úrode zrna.

V roku 1991 bola tendencia vyššej úrody na variantoch konvenčného obrábania pôdy a v rokoch 1992, 1993 na variantoch ochranného obrábania pôdy.

Hrach má vysoké požiadavky na pôdu v starej sile. Tento poznatok sa potvrdil v našom pokuse pri variantoch B1 a B3, ktoré sú v oševnom postupe hnojené

maštalným hnojom dvakrát za rotáciu. Preto rozdiely v úrode zrna pri týchto variantoch v priemere za tri roky boli nepreukazné. Potvrdil sa tým tiež poznatok (L a h o l a a kol., 1990) na slabšiu reakciu hrachu na hnojenie fosforom a draslíkom. Preukazné zníženie úrody zrna pri variante B2 v porovnaní s kontrolou je pravdepodobne odrazom hnojenia slamou k predplodine jarného jačmeňa v interakcii s nedostatkom zrážok a z toho zhoršených vlhkových podmienok k predplodine hrachu.

Najvýraznejší vplyv na sledované faktory najmä na úrodu zrna malo počasie. Z výsledkov získaných v daných podmienkach kukuričnej výrobnnej oblasti vyplýva, že rozhodujúce kritické obdobie hrachu na vlahu je v máji a v prvých dvoch júnových dekádach. Medzi úrodou zrna a množstvom zrážok v tomto období sme zistili silnú kladnú, vysoko preukaznú závislosť ($r = 0,999^{++}$). V podstate sa potvrdili poznatky (P e t r , 1974; Š p a l d o n a kol., 1982; L a h o l a a kol., 1990), že kritické obdobie na vlahu pri hrachu je asi 20 dní pred kvitnutím a v období začiatku tvorby generatívnych orgánov. Hmotnosť 1 000 zrn bola najviac ovplyvnená počasím a menej skúšanými agrotechnickými opatreniami. Najväčšiu redukciu (4 %) sme zistili v roku 1992 na variante B2, pričom sme zistili preukazný rozdiel medzi variantami obrábania pôdy (4 g v prospech ochranného obrábania pôdy) a preukazný rozdiel medzi variantami hnojenia B2 a B3 (7 g) v prospech plného hnojenia NPK. Zaznamenali sme štatisticky významný vplyv počasia, hnojenia a interakcie hnojenie x počasie, hnojenie x obrábanie pôdy a hnojenie x obrábanie pôdy x počasie.

Literatúra

- KOVÁČ, K.: Základná agrotechnika pri pestovaní strukovín. In: Zbor. Ref. Súčasný trendy v pestovaní strukovín, Nitra, DT ZSTV 1992: 1–11.
- LAHOLA, J. a kol.: Luskoviny, pestovanie a využití. Praha, SZN 1990: 217 s.
- OBRCIANOVÁ, D.: Štúdium optimalizácie fyzikálneho stavu sejbového lôžka hrachu siateho odrody Ramon. [Diplomová práca.] Nitra, 1982: 47 s. – Vys. šk. poľnohosp.
- PETR, J.: Vliv klimatických podmínek na redukci generatívnych orgánů hrachu (*Pisum sativum* L.) Rostl. Výr., 20, 1974 (11): 1157–1172.
- POWER, J. F.: Legumes: Their potential role in agricultural production. Amer. J. Alt. Agric., 2, 1987 (2): 69–73.
- SLAMĚNA, Z.: Šľachtenie a pestovanie hrachu na Slovensku. In: Zbor. Ref. Súčasný trendy v pestovaní strukovín, Nitra, DT ZSTV 1992: 89–100.
- ŠIMON, J. – LHOTSKÝ, J. a kol.: Zpracování a zúrodňování půd. Praha, SZN 1989: 317 s.
- ŠPALDON, E. a kol.: Rastlinná výroba. Bratislava, Príroda 1982: 627 s.

Došlo 17. 3. 1994

KOVÁČ, K. (Research Institute of Plant Production, Piešťany):

The effect of some intensification factors on the pea yield of intermediary type in maize-growing region.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 949–956.

In the years 1991 to 1993 a field stationary trial was conducted on Chernozem soils (in maize-growing region) to study the effect of some intensification factors (conventional and protective soil cultivation, fertilization and nutrition) on the grain yield and 1 000-kernel weight of pea of intermediary type. Pea was cultivated in six-plot crop rotation: winter wheat, spring barley, pea, winter wheat, silage maize, spring barley.

Treatments of fertilization and nutrition: B1 – 0 (without NPK); B2 – NPK 15 : 20 : 48; after winter wheat to forecrop spring barley wheat straw was incorporated into the soil; B3 – NPK 15 : 40 : 96.

Soil cultivation: C1 – conventional – stubble ploughing, tillage by plough with mouldboard (0.18 to 0.20 m), in the spring smoothing + medium-heavy nail harrow, preseeding soil cultivation by combine cultivator; C2 – protective – stubble ploughing, soil cultivation in the fall with cultivator having passive working elements (Lemken-Smaragd 80/300) to a depth of 0.14 to 0.16 m, preseeding soil preparation by machine with active-driven working elements (combined rotary) cultivator Amazone in single operation with the sower Amazone.

Six basic treatments (combinations) occurred by combination of three treatments of fertilization and two treatments of soil cultivation. The trial was established by a block method in four replications. The Janus variety (intermediary type) was used with a sowing rate of 120 germinative grains per 1 m².

In view of suitability of weather for pea cultivation the best was the year 1992. The vegetation period in 1991 was below normal regarding precipitation. The year 1993 was extremely arid (in the vegetation period of the pea).

The field emergence rate of pea according to the years was 73; 76; and 71% and was most affected by weather. Average pea yield (according to the years) was 3.60; 4.49; and 2.91 t.ha⁻¹, on an average for three years of the trial it was 3.67 t.ha⁻¹. The yield was statistically significantly influenced by fertilization and weather (highly significantly). The 1000-kernel weight was higher by 2.25% (significantly) in protective soil cultivation compared with the conventional system. There was a strong (positive) highly significant dependence ($r = 0.999^{+++}$) between the pea yield and precipitation for May and first two June decades. Fertilization with wheat straw to forecrop (spring barley) and reduction of PK dose by 50% (compared with B3) decreased the pea grain yield by 6% (significantly) compared with the control and by 12.9% (highly significantly) compared with full fertilization (treatment B3).

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Karol Kováč, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby,
Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 0838/223 11,
fax: 0838/263 06

VLIV VELIKOSTI VYSÉVANÉHO OSIVA NA VÝNOS VOJTĚŠKY SETÉ VE DRUHÉM A TŘETÍM ROCE VEGETACE

H. Hrušková

Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko

V letech 1987 až 1990 byl ve druhém a třetím roce vegetace sledován vliv velikosti (hmotnosti) osiva vojtěšky seté na výnosy prvních sečí zelené hmoty. Byly studovány tři velikostní skupiny osiva a jejich směs u porostů založených do i bez krycí plodiny a u letních výsevů. Ve druhém a třetím roce vegetace se v prvních sečích využívaných na píci projevily u všech způsobů založení porostu rozdíly ve výnosu zelené hmoty mezi porosty vysetými různě velkým osivem. Nejvyšší výnosy byly stanoveny u porostů založených osivem o nejvyšší hmotnosti. Doporučujeme osivo vojtěšky před výsevem kalibrovat při zabezpečení dalších kvalitativních ukazatelů osiva.

Vytvoření zapojeného a produktivního porostu jetelovin je vedle řady pěstitelských opatření podmíněno také výsevem kvalitního osiva výkonných odrůd. Jednou z charakteristik kvality osiva je i jeho velikost. Na působení velikosti semene jako ukazatele jakosti osiva poukázala řada autorů. Pozornost je v této souvislosti věnována takovým aspektům, jako je polní vzházivost, vývoj a růst v raných stadiích, výnos a rezistence vůči stresu (P i o r r , 1990; N a f z i g e r , 1992). V organickém zemědělství je kvalitě a velikosti osiva polních plodin věnována mimořádná pozornost (P i o r r , 1990).

Vztah velikosti a hmotnosti semen ke klíčení a růstu semenáčků jetelovin a trav prokázali G a s p á r et al. (1981) a S a n g a k k a r r a et al. (1985). G r u s k o v a , M a l e k (1985) a H r u š k o v á (1989) prokázali vliv velikosti osiva vojtěšky různé velikosti na rozměry klíčících rostlin a na hmotnost sušiny nadzemní biomasy jak v počátečních fázích růstu, tak během celého prvního roku vegetace. V této práci sledujeme vliv velikosti osiva vojtěšky na výnos zelené hmoty ve druhém a třetím roce vegetace.

MATERIÁL A METODA

Sledování proběhla formou polních maloparcelových pokusů založených ve třech časových opakováních postupně v letech 1986 až 1988, které byly hodnoceny v letech 1987 až 1990. Pokusy byly založeny čtyřmi způsoby.

A – bez krycí plodiny: v roce výsevu na semeno, v dalších letech vegetace první seč na píci a druhá seč na semeno;

B – bez krycí plodiny: v roce výsevu na píci, v dalších letech vegetace první seč na píci a druhá seč na semeno;

C – výsev do krycí plodiny ovsa: v roce výsevu na píci, v dalších letech vegetace první seč na píci a druhá seč na semeno;

D – letní výsev: v jednotlivých letech vegetace první seč na píci a druhá seč na semeno.

V jednotlivých letech byly u všech způsobů založení porostu od stejné partie osiva vysévány tři velikostní skupiny a přirozená směs osiva vojtěšky seté. Jednotlivé velikostní skupiny osiva byly získány ze směsi osiva tříděním na sítích.

Velikostní skupiny osiva	Rozpětí HTS (g)
1. kontrola (směs osiva)	1,80–2,07
2. osivo > 1,25 mm	2,26–2,54
3. osivo 1,25–1,00 mm	1,84–1,92
4. osivo < 1,00 mm	1,32–1,52

K maloparcelovým pokusům ve čtyřech opakováních byla užitá bloková metoda s náhodným uspořádáním. Bylo použito osivo vojtěšky seté, odrůda Palava. Výsevek činil 4,5 mil. klíčivých semen na 1 ha při řádkové rozteči 250 mm. Porost byl ošetřován podle zásad agrotechniky pícninářských a semenářských porostů vojtěšky. Statistické hodnocení výnosu zelené hmoty bylo uskutečněno pomocí jednoduchého třídění analýzy rozptylu s opakováními. Významnosti rozdílů mezi jednotlivými variantami jsou uvedeny v tab. I.

Výsledky z roku založení již byly publikovány (H r u š k o v á , 1992). V této práci je hodnocen pouze výnos zelené hmoty z první seče druhého a třetího roku vegetace.

VÝSLEDKY

A – Porost bez krycí plodiny (v roce založení využíváný na semeno)

Ve všech třech časových opakováních byl v prvních sečích druhého roku vegetace zaznamenán vyšší výnos zelené hmoty u porostů, které byly založeny osivem největší velikosti. Nejnižší výnos poskytly ve druhém roce vegetace porosty založené nejmenším osivem, u nichž se pokles výnosu zelené hmoty ve vazbě na časové opakování pohyboval od 4,3 do 12,3 %. V prvním časovém opakování nebyly rozdíly mezi výnosy v prvních sečích druhého roku vegetace u jednotlivých variant statisticky významné. Ve druhém a třetím časovém opakování byl stanoven různý stupeň významnosti rozdílů mezi jednotlivými variantami (tab. I).

Výnos zelené hmoty první seče třetích roků vegetace lze charakterizovat obdobně jako ve druhém roce vegetace.

B – Porost bez krycí plodiny (v roce založení využíváný na píci)

Ve druhém roce vegetace došlo ve všech třech časových opakováních ke zvýšení výnosu zelené hmoty v prvních sečích u porostů, které byly založeny největším osivem. Pokles výnosu nastal u porostů, které byly vyvinuty z nejmenšího osiva, ovšem bez statistické významnosti. Ve všech třech časových opakováních však byla stanovena významnost rozdílů mezi výnosy porostů vyvinutých z nejmenšího a největšího osiva.

Ve třetím roce vegetace byl ve všech časových opakováních stanoven vyšší stupeň významnosti rozdílů ve výnosech zelené hmoty mezi porosty vyvinutými z jednotlivých velikostních skupin osiva než ve druhém roce vegetace. Ve všech časových opakováních existovaly vysoce významné rozdíly ve výnosech porostů založených největším a nejmenším osivem (tab. I).

C – Výsev do krycí plodiny ova (v roce založení využíváný na píci)

Ve druhém roce vegetace bylo v prvním a třetím časovém opakování (druhé časové opakování nebylo vzhledem k nekvalitnímu výsevu krycí plodiny do sledování zahrnuto) zaznamenáno zvýšení výnosů zelené hmoty na porostech založených největším osivem. Nejnižší výnos zelené hmoty byl ve druhém roce vegetace v obou časových opakováních zaznamenán u porostů, které byly založeny nejmenším osivem. U zelené hmoty byly rozdíly ve výnosech porostů z největšího i nejmenšího osiva charakterizovány jako významné, popřípadě vysoce významné (tab. I).

Ve třetím roce vegetace byl ve výnosu zelené hmoty v prvním i třetím časovém opakování stanoven u porostů založených největším osivem nárůst výnosů, ovšem bez statistické významnosti. U porostů založených nejmenším osivem nastal v prvním časovém opakování pokles a výnos byl na úrovni kontroly. Ve třetím časovém opakování došlo k poklesu výnosu bez statistické významnosti. V zelené hmotě existovaly významné rozdíly ve výnosech porostů založených největším a nejmenším osivem.

D – Letní výsev

Výnosy zelené hmoty byly u letních výsevů v prvních sečích druhého a třetího roku vegetace sledovány pouze ve druhém a třetím časovém opakování. První časové opakování bylo s ohledem na špatné přezimování na jaře ve druhém roce vegetace zaoráno. Obdobně jako u ostatních způsobů založení porostu byl ve druhém roce vegetace nejvyšší výnos zelené hmoty získán u porostů, které byly založeny největším osivem. Ve druhém časovém opakování byly stanoveny vy-

I. Výnos zelené hmoty z první seče a statistická významnost první seče při různém způsobu založení porostu - The green matter yield from the first cut and statistical significance of the first cut at different way of stand establishment

Rok sledování ¹	Časové opakování ²	Způsob založení ³	Rok vegetace ⁴	Velikostní skupiny osiva ⁵								Významnost rozdílů ⁶
				1 (kontrola ⁷)		2		3		4		
				t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1987	I.	A	2	44,25	100	47,10	106,40	46,25	104,50	44,85	101,40	
1988	I.	A	3	40,00	100	45,00	112,50	41,00	102,50	39,00	97,50	+ 1-2, 2-3, 2-4
1988	II.	A	2	41,00	100	44,00	107,32	42,25	103,05	39,25	95,73	+ 2-4
1989	II.	A	3	33,00	100	36,33	110,09	32,00	96,96	31,00	93,93	+ 2-3, 2-4
1989	III.	A	2	38,50	100	42,25	109,74	39,50	102,59	33,75	87,66	+ 1-2
												++ 1-4, 2-4, 3-4
1990	III.	A	3	23,23	100	26,33	112,85	27,00	115,73	23,58	98,58	+ 1-2, 1-3
1987	I.	B	2	44,45	100	46,65	104,90	46,50	104,60	41,65	93,70	+ 2-4
1988	I.	B	3	43,75	100	48,50	110,86	44,00	100,67	43,75	100,00	++ 1-2, 2-3, 3-4
1988	II.	B	2	38,50	100	41,25	107,84	37,75	98,67	35,50	87,01	+ 2-4
1989	II.	B	3	31,33	100	32,33	103,19	29,33	93,61	28,33	90,42	+ 1-4, 3-4
												++ 2-4
1989	III.	B	2	41,50	100	44,00	106,02	41,25	99,37	38,50	92,77	+ 2-4
1990	III.	B	3	25,50	100	36,50	143,13	27,66	108,47	25,00	98,03	++ 1-2, 2-3, 2-4
1987	I.	C	2	43,60	100	47,10	108,00	45,66	104,60	40,35	92,50	++ 2-4, 3-4
1988	I.	C	3	44,25	100	47,50	107,34	45,25	102,26	43,75	98,87	+ 2-4
1989	III.	C	2	41,50	100	42,75	103,01	40,25	96,98	38,50	92,77	+ 1-2, 1-3
												++ 1-4, 2-3, 3-4

Pokračování tab. I – Continuation of Tab. I

Rok sledování ¹	Časové opakování ²	Způsob založení ³	Rok vegetace ⁴	Velikostní skupiny osiva ⁵								Významnost rozdílů ⁶
				1 (kontrola ⁷)		2		3		4		
				t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
1990	III.	C	3	24,50	100	25,50	104,08	23,50	95,91	23,00	93,87,	+ 2-3 ++ 2-4 + 1-2, 1-4 ++ 1-2, 2-4, 3-4 ++ 1-2, 1-3, 2-4 + 2-4
1988	II.	D	2	37,50	100	39,00	104,00	36,50	97,33	35,50	94,67	
1990	II.	D	3	37,00	100	41,33	111,70	35,60	96,39	30,33	81,98	
1989	III.	D	2	7,50	100	13,50	180,00	13,50	180,00	6,75	90,60	
1990	III.	D	3	23,33	100	25,50	114,19	21,25	95,16	18,50	82,84	

+ $P < 0,05$ ++ $P < 0,01$

¹year of observation, ²intervals of replications, ³way of establishment, ⁴year of vegetation, ⁵size groups of seed, ⁶significance of differences, ⁷control

soce významné rozdíly mezi výnosy zelené hmoty u porostů založených největším a nejmenším osivem. Ve třetím časovém opakování byl ve druhém roce vegetace zaznamenán vysoce významně vyšší výnos zelené hmoty u porostů, které byly založeny největším a středně velkým osivem. Porosty založené osivem nejmenší velikosti vykazovaly opět nejnižší výnosy. Rozdíly ve výnosech porostů vyvinutých z největšího, středního a nejmenšího osiva byly vysoce průkazné (tab. I).

Ve třetím roce vegetace byly v obou časových opakováních stanoveny významné a vysoce významné rozdíly ve výnosech zelené hmoty mezi porosty kontrolními a porosty vyvinutými z největšího a nejmenšího osiva (tab. I).

DISKUSE

V našich předchozích pracích (Grusková, Malek, 1982; Hrušková, 1992) jsme při studiu kalibrace vojtěšky seté prokázali, že velikost osiva ovlivňuje v počátečních růstových fázích velikost děloh a jednoduchého listu, tloušťku hypokotylu a hlavního kořene. V roce výsevu se též promítá do hmotnosti nadzemní biomasy.

Problematikou vztahu velikosti osiva na následný růst rostlin se většina autorů zabývá především v počátečních fázích růstu. Pouze v některých starších pracích z počátku století jsou k dispozici údaje o kladném vlivu většího osiva na výnos. V naší studii se u porostů, které byly v roce založení využívány různým způsobem, projevíly v jednotlivých letech vegetace v prvních sečích ponechaných na píci významné, popřípadě vysoce významné rozdíly ve výnosu mezi porosty založenými různě velkým osivem. Významnost rozdílů ve výnosu byla v jednotlivých letech vegetace prokázána u porostů, které byly založeny do krycí plodiny jako letní výsevy nebo které byly v roce založení využívány k pícninářským účelům. Také u porostů ponechaných již v roce založení na semeno byl s výjimkou jednoho sledování prokázán významný rozdíl ve výnosech zelené hmoty. I u těchto porostů byl však zaznamenán trend zvyšování výnosů u porostů založených největším osivem.

Malek et al. (1985) zjistili vyšší výnos zelené hmoty u porostů jetele lučního, které byly založeny osivem větší velikosti. Zmínění autoři doporučují využití větší frakce semen pro zakládání porostů. Gorecki, Grzesiuk (1983) pozorovali u semen hrachu, bobu a lupiny s větší hmotností zvýšení výnosů o 30 až 40 % oproti výnosu z menších semen. Hampton (1986) stanovil u jílku mnohokvětého, že rostliny vyvinuté z osiva o vyšší HTS byly mohutnější, životaschopnější a celkově výkonnější.

V provozních pokusech (Hrušková, 1989) bylo zjištěno, že ve druhém roce vegetace byl výnos zelené hmoty v prvních sečích o 26,0 až 32,5 % vyšší u porostů založených osivem o vyšší HTS než u porostů vyvinutých z osiva

o nízké HTS. V e l i k o v s k i (1985) uvádí, že vytřídění většího zrna u těžé partie osiva má význam pro dosažení vyšších výnosů, neboť zrna s vyšším obsahem zásobních látek jsou zpravidla vitálnější. B a r a n y k (1991) potvrzuje oprávněnost požadavků kalibrovat osivo ozimé řepky, neboť toto opatření se příznivě projevilo ve výnosu semen. P i o r r (1990) doporučuje provádět kalibraci u obilovin s odůvodněním, že větší zrna zaručují větší rostliny při vzcházení, větší odnožování a hustotu porostu, a upozorňuje i na lepší zdravotní stav těchto semen. Porosty založené většími semeny vojtěšky seté zakládají v roce výsevu i více pupenů na kořenovém krčku a jsou lépe zapojeny (H r u š k o v á , ne- publ).

Výsledky, které uveřejnil B a b i n e c (1986), naopak s našimi zcela neko- respondují, pokud se týká výnosu zelené a suché hmoty u populací a kmenů vojtěšky. Také E v e r s (1982) uvádí, že v roce založení porostů se rozdíl v hmotnosti semenáčků během růstu snižují a neovlivňují produkci píče. G r a - v e n , C a r t e r (1990) zjistili, že větší semena se lépe uplatní ve studené půdě, ale nemají vliv na výnos suché hmoty mladých rostlin. B e a n (1980) naopak stanovil, že HTS je v průkazné korelaci k výnosu zelené hmoty semenáčků.

I když názory na problematiku kalibrace osiva jetelovin se různí, doporučuje- me ji na základě našich zkušeností z pokusných i provozních ploch vojtěšky seté provádět. Zvláště v současném období snižování ploch víceletých pícnin je třeba zakládat porosty osivem vysoké biologické hodnoty a využívat potenciálních schopností, které skýtá větší osivo. Před tříděním osiva je nutné prověřit kvalitu směsi osiva, aby nemohlo dojít k preferenci osiva s vyšší HTS, avšak mecha- nicky či jinak narušeného.

L i t e r a t u r a

- BABINEC, J.: Význam genetického založení výchozích materiálů na výběrové perspektivy vojtěšky. [Kandidátská dizertace.] Želešice, 1986.
- BARANYK, P.: Odrůdové pokusy a pokusy s kalibrací osiva ozimé řepky v podnicích SPZO 1990/1991. Úroda, Pfl., 39, 1991 (12): 3–4.
- BEAN, E. W.: Factors affecting the quality of herbage seeds. In: Seed production, London, 1980: 593–604.
- EVERS, G. W.: Seedling growth and nodulation of arrowleaf, crimson and subterranean clovers. Agric. J., 74, 1982 (4): 629–632.
- GASPÁR, J. et al.: Az ezermagtomeg a scírázóképesség, valamint az kozotti osszefugges kis- magvú Fabacealknal. Vetőmaggazdálkodás, 1, 1981 (2): 53–64.
- GORECKI, R. J. – GRZESIUK, S.: Pozyskiwanie nasion grochu, bobíku i lupinu zoltogo o naj- vyszem wigorze. Hodow. Rósl. Aklim. Nasien., 27, 1983 (6): 407–420.
- GRAVEN, L. M. – CARTER, P. R.: Seed size/shape and tillage system effect on corn growth and grain yield. J. Proc. Agric., 3, 1990: 445–452.

- GRUSKOVA, H. – MALEK, J.: Vozdějstvije rozmerov semjan na procesy rosta ljucerny. Inform. Bjull. Teme, 4.1.4, 1985.
- HAMPTON, J. C.: Effect of 1 000-seed weight on vegetative and reproductive yields of grasslands Moeta tetraploid Italian regrass – *Lolium multiflorum*. N. Z. J. Exp. Agric., 14, 1986 (1): 13–18.
- HRUŠKOVÁ, H.: Kalibrace osiva. [Závěrečná zpráva.] Troubsko, 1989.
- HRUŠKOVÁ, H.: Závislost růstu a výnosu vojtěšky na velikosti semene. Rostl. Výr., 38, 1992 (5): 347–356.
- MÁLEK, J. et al.: Vliv agrotechniky na hodnotu osiva vojtěšky a jetele lučního. [Závěrečná zpráva.] Troubsko, 1985.
- NAFZIGER, E. D.: Seed size effects on yield of two corn hybrids. J. Prod. Agric. 5, 1992: 538–540.
- PIORR, H. P.: Kvalita osiva v organickém zemědělství. Vliv na vývoj a výnosy obilovin. In: Alternativní zemědělství – rostlinná produkce. Předn. VŠZ, Praha, 1990: 1–17.
- SANGAKKARRA, R. – ROBERTS, E. – WATKIN, B. R.: Relationship between seed characters and seedling growth on three herbage grasses. Seed Sci. Technol., 13, 1985 (1): 219–225.
- VELIKOVSKI, V.: Vliv vhodné provenience a velikostního podílu semen na zvýšení výnosu zrna obilovin. Rostl. Výr., 31, 1985 (3): 227–230.

Došlo 17. 3. 1994

HRUŠKOVÁ, H. (Research Institute of Fodder Crops, Troubsko):

The effect of sown grain size on the yield of lucerne sown in the second and third years of vegetation.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 957–965.

In the years 1987 to 1990, the effect of lucerne seed size (weight) on green matter was studied in the first cut of the second and third growing years in three replications. Three groups of seeds with a different seed size were obtained from a natural mixture of seeds by sieving and grading on screens. The study was realized in stands established into a cover crop, without a cover crop, and in summer. The stands established without a cover crop were grown for forage or seed in the year of establishment. In all types of stand establishment, three groups of seeds with the different size and a natural seed mixture were sown from the seed lot.

In stands with the different types of use in the year of establishment, significant or highly significant differences among the yield of stands, which were established using the seeds with a different weight, were found in the individual years of vegetation in the first cuts grown for forage. The significant differences among yields in the individual growing years were proved in stands established into a cover crop, in summer, or grown for forage in the establishing year.

The highest yield was always observed in the stands established using the seed with the highest 1 000-seed weight. In stands grown for seed in the year of establishment, significant differences in green and dry matter among individual treatments

were only proved in some cases. In these stands, the trend of yield increasing in stands established using the biggest seeds was also observed.

Although the opinions on the grading of seeds by their size are diverse, we can recommend it on the basis of positive experience obtained on experimental localities and plot. At the present time, when the area of perennial fodder plant is decreasing, it is especially necessary to use the seed of high biological value for stand establishing and to take advantage of the potential ability of bigger seed. Before separating the seed, it is necessary to check the quality of a seed mixture in order not to prefer higher 1 000-seed weight with mechanical or other damage.

Kontaktní adresa:

RNDr. Hana H r u š k o v á , CSc., Výzkumný ústav pícninářský,
664 41 Troubsko, Česká republika, tel.: 05/43 21 01 45, fax: 05/43 21 01 49



ADEKO a. s. Vám nabízí

- FINANČNÍ LEASING
- ZPROSTŘEDKOVATELSKOU OBCHODNÍ ČINNOST
- PORADENSTVÍ V OBLASTI PODNIKÁNÍ, FINANCOVÁNÍ A ORGANIZACE

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2**

tel.: 258 342

fax: 207 229



CHEMICAL DETERMINATION OF SAPONINS IN AERIAL PARTS OF CZECH VARIETIES AND BREEDING MATERIALS OF ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA* L.)

P. Kalač¹, K. R. Price², G. R. Fenwick²

¹University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice

²Institute of Food Research, Norwich Research Park, Norwich, England

Intact saponins were determined in dried samples of two alfalfa varieties and 14 breeding materials. Saponins were extracted from defatted samples with methanol, purified using SPE, converted to their potassium salts, derivatized and determined using an HPLC method. Different concentrations of three saponins were found in all 16 genotypes, a fourth saponin was present in 11 genotypes. One saponin was identified as soyasaponin I, two others as the glycosides of medicagenic acid and the fourth saponin different to those already reported as being present in alfalfa. Some recommendations are given for further research into saponins for alfalfa breeding.

Saponins present in roots, stems, leaves, flowers and seeds of alfalfa are triterpenoid glycosides consisting of an aglycone (sapogenin) coupled to sugar chain units. Medicagenic acid, hederagenin, zahnic acid and soyasapogenols A and B are the main aglycones found in the aerial parts of alfalfa, while bayogenin and lucernic acid are less common (M a s s i o t et al., 1988). One, two or three sugar chains can be present. The glycosides are therefore termed as mono-, bis- or tridesmosides (from Greek *desmos* = chain).

Differences in haemolytic, fungistatic, antimicrobial, allelopathic and antinutritional effects are given by the different chemical structure of the individual saponins as reviewed by P r i c e et al. (1987) and K a l a č , M í k a (1988). Saponins in alfalfa forage affect palatability, intake and availability of nutrients in poultry and ruminants in a negative manner. The other antinutritional effects are considered to be of lower importance (C h e e k e , 1983).

Saponin contents in Czech and Slovak alfalfa varieties and breeding materials were determined by P l h á k (1983), P i l l á r (1982) and M a č u h a (1982). They used haemolytic tests and thin-layer chromatography. The intense development of analytical methods during the last decade has enabled the determination of the individual saponins and the study of the relations between their structure and biological effects. It has been therefore reasonable to combine traditional

biological methods such as haemolytic assay or depression of *Trichoderma viride* growth, and chemical determination of individual saponins (O l e s z e k , 1990).

The initial purpose of this work was to gain information on the content of the individual saponins in Czech varieties and breeding materials of alfalfa.

MATERIAL AND METHODS

Alfalfa genotypes from the first cut in 1992, and (samples 6 and 7) the mixtures from the first to third cuts, were provided by the Breeding Station Želešice of the Forage Research Institute at Troubsko. The forage cut at the stage of initial flowering was dried at 40 °C and powdered. The samples were stored at about 20 °C until May 1993.

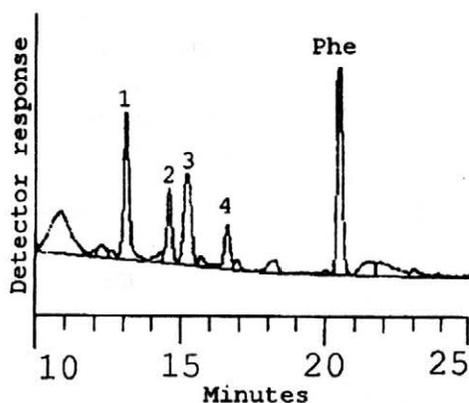
About 5 g, accurately weighed, of dry sample was used for analysis. Lipids and most of the chlorophyll were extracted using chloroform (16 h) by soxhlet. Saponins were extracted with methanol from the air-dried, defatted sample for at least 30 h by soxhlet. The residues, after vacuum evaporation of methanol, were dissolved in 5 ml water and 2 x 0.5 ml aliquots were cleaned on TechElut SPE C18 columns (HPLC Technology, Macclesfield, UK) by sequential methanolic extraction and the eluates were evaporated to dryness under vacuum. Two 1 ml aliquots of 0.05% KHCO₃ were added to the solids and the solution was sonicated to prepare reactive potassium salts of saponins. The sample was then freeze-dried.

The saponins were derivatized using 1 ml of reagent containing 3.5 g 4-bromophenacyl bromide (2,4'-dibromo-acetophenone; Sigma, Poole, UK) and 0.68 g 18-crown-6 (Sigma) in 100 ml acetonitrile (HPLC grade). The solution was heated at 100 °C for 90 min and purified on Silica gel Sep-Pak cartridge (Waters Assoc., Milford, Mass., USA) by eluting with 10 ml dichloromethane followed by 10 ml chloroform-methanol (1 : 1). The solvent was evaporated under vacuum and the solids were dissolved in 2 ml methanol. The sample for chromatographic analysis was prepared from 0.95 ml of the methanolic solution with the addition of 0.05 ml phenanthrene (0.5 mg/ml in methanol) as the internal standard. These samples were stored in a freezer.

All the chemicals used were of AnalaR grade (BDH of Poole, UK). Soyasaponin I (2.5 mg) was used as the external standard derivatized as for alfalfa samples.

HPLC analyses were performed on Dionex liquid chromatograph (Dionex Inc., Sunnyville, California, USA) using a Spherisorb 50 DS 2 25 cm x 4.6 mm column, injection 50 µl, flow rate 1 ml/min, wavelength 260 nm and potential 0.05 mV. Mixtures of water and acetonitrile were used: solvent A (90 : 10 v/v) and solvent B (10 : 90 v/v). Solvents were continually degassed by helium sparging. Non-linear gradients were used: from 60% A to 25% A during 15 min,

1. Separation of derivatized saponins 1 to 4 and phenanthrene (Phe)



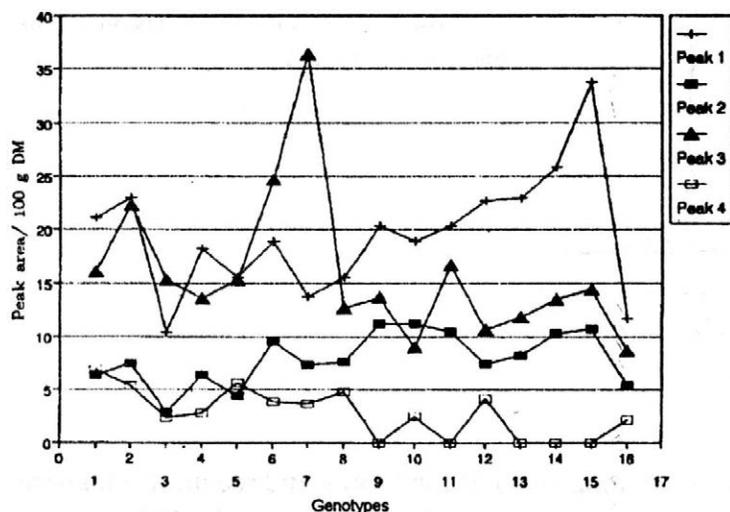
from 25% A to 0% A during 10 min, 100% B for 15 min and reequilibrium period for 10 min. The further details are given by O l e s z e k et al. (1990).

RESULTS AND DISCUSSION

Saponins were determined in two alfalfa varieties (Palava and Zuzana) and in 14 breeding materials. A typical chromatogram is given in Fig. 1. Three to four distinct peaks of saponins were observed in all the genotypes; and were numbered 1 to 4 (retention times 13.1; 14.5; 15.0 and 16.5 min, respectively). Retention time of phenanthrene was 20.2 min. Relative standard deviations were 17 to 21% and 9% for the saponins 1 to 3 and the saponin 4, respectively.

Only peak 3 was identified as soyasaponin I. Other saponin standards were not available. However, it may be deduced from the position in the chromatograms, that peak 1 was 3-O-Glc-28-O-Ara-Rha-Xyl-medicagenate and peak 2 3-O-Glc-28-O-Ara-Xyl-medicagenate. Peak 4 cannot be either of the two saponins derived from medicagenic acid, which have been reported in alfalfa leaves, since these compounds elute before peak 1 (N o w a c k a , O l e s z e k , 1992). It cannot be the zahnic acid tridesmoside, described by O l e s z e k et al. (1992), which does not react with the derivatization agent used here, nor zahnic acid monodesmoside or bisdesmoside, both of whose have shorter retention times than peak 1. The zahnic acid tridesmoside may be determined after alkaline hydrolysis (N o w a c k a , O l e s z e k , 1992). Hence, peak 4 appears to be a saponin different to those already reported.

The relative concentrations of the four saponins, corrected by phenanthrene peak areas and expressed per 100 g dry matter, are given in Fig. 2. Saponins designated 1 to 3 were present in all 16 genotypes, while saponin 4 was not found in five of the genotypes of breeding materials. Considerable variations were observed in the saponins contents in all genotypes.



2. The relative concentrations of four saponins in alfalfa genotypes

- 1 – variety Palava
- 2 – variety Zuzana
- 3 to 16 – breeding materials

These results are reported as preliminary information on the variability in the concentration of individual saponins. These need to be identified and their biological effects assessed. The results obtained correspond to the data of P l h á k , C h l o u p e k (1988), who found variability of 26% in the saponin content in aerial parts of nine alfalfa varieties, determined by haemolytic test, this variability being affected mainly by changes in the saponin concentration in leaves. Heritability of saponins, expressed as the proportion of the additive variance of the total variance observed, was shown to be high (0.86) that indicates the possibility of successful breeding of alfalfa for decreased levels of saponins (C h l o u p e k , P l h á k , 1986).

The following steps are recommended for the preparation of samples for further analyses of saponins. The forage should be frozen immediately after cutting and freeze-dried as soon as possible, though enzymatic activity to break down intact saponins must be assumed to have occurred at the temperature of 40 °C which was used for drying in this study. Chemical analysis of leaves, where saponin concentrations are several times higher than those in stems, seems to be more suitable for the selection of breeding materials than the analysis of alfalfa aerial parts. Genotypes with a higher proportion of leaves were found to have significantly higher content of haemolytic saponins (P l h á k , C h l o u p e k , 1988). It would be advantageous to determine simultaneously intact saponins using HPLC and any enzymically released aglycones extracted in chloroform during the first step of isolation, using gas chromatography alone or in combination with mass spectrometry.

Acknowledgement

The first author wishes to thank the Commission COST of the European Communities for the fellowship enabling this work.

References

- CHEEKE, P. R.: Biological properties and nutritional significance of legume saponins. In: TELEK, L. – GRAHAM, H. D. (eds): Leaf protein concentrates. AVI Publ. Co., Westport, Conn., USA, 1983: 396–414.
- CHLOUPEK, O. – PLHÁK, F.: Combining ability of quality parameters in lucerne in successive cuts. Z. Pfl.-Zücht, 96, 1986: 130–134.
- KALÁČ, P. – MÍKA, V.: Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech a jejich vliv na zdraví a užítokovost hospodárskych zvierat. Výst. Zeměd. Výž. České Budějovice, 1988: 119–125.
- MAČUHA, P.: Hemolyticky aktívne a celkové saponíny a ich dynamika v priebehu ontogenézy lucerny. Poľnohospodárstvo, 28, 1982: 494–500.
- MASSOT, G. – LAVAUD, C. – GUILLAUME, D. – LE MEN-OLIVIER, L.: Reinvestigation of the sapogenins and prosapogenins from alfalfa (*Medicago sativa*). J. Agric. Fd Chem., 36, 1988: 902–909.
- NOWACKA, J. – OLESZEK, W.: High performance liquid chromatography of zahnic acid glycoside in alfalfa (*Medicago sativa*). Phytochem. Anal., 3, 1992: 227–230.
- OLESZEK, W.: Structural specificity of alfalfa (*Medicago sativa*) saponin haemolysis and its impact on two haemolysis-based quantification methods. J. Sci. Fd Agric., 53, 1990: 477–485.
- OLESZEK, W. – JURZYSTA, M. – PRICE, K. R. – FENWICK, R. G.: High-performance liquid chromatography of alfalfa root saponins. J. Chromatogr., 519, 1990: 109–116.
- OLESZEK, W. – JURZYSTA, M. – PLOSZYNSKI, M. – COLQUHOUN, I.J. – PRICE, K. R. – FENWICK, G. R.: Zahnic acid tridesmoside and other dominant saponins from alfalfa (*Medicago sativa* L.) aerial parts. J. Agric. Fd Chem., 40, 1992: 191–196.
- PILLÁR, J.: Obsah kyseliny medikagénovej v niektorých genotypoch československého sortimentu lucerny. Poľnohospodárstvo, 28, 1982: 241–246.
- PLHÁK, F.: Stanovení obsahu hemolytických saponinů ve vojtěšce a jeho změny během růstu a seči. In: Sbor. Věd. Prací VŠÚP Troubsko, 8, 1983: 5–13.
- PLHÁK, F. – CHLOUPEK, O.: Variabilita obsahu hrubého proteinu, vlákniny a saponinů v nadzemních orgánech vojtěšky. Rostl. Výr., 34, 1988: 853–861.
- PRICE, K. R. – JOHNSON, I. T. – FENWICK, G. R.: The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. CRC Crit. Rev. Fd Sci. Nutr., 26, 1987: 27–135.

Received on March 7, 1994

KALACĚ, P. – PRICE, K. R. – FENWICK, G. R. (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice; Výzkumný ústav potravinářský, Norwich):

Chemické stanovení saponinů v nadzemní části českých odrůd a novošlechtění vojtěšky (*Medicago sativa* L.).

Rostl. Výr., 40, 1994 (11): 967–972.

Saponiny byly stanoveny ve dvou odrůdách a 14 novošlechtěných vojtěšky. Byly extrahovány metanolem z usušených vzorků po předchozí extrakci lipidů chloroformem. Po přečistění extraktů na pevné fázi byly saponiny převedeny na draselné soli, derivatizovány a opět přečistěny. Pro stanovení vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (HPLC) byl použit fenanthren jako vnitřní standard a sojasaponin I jako standard vnější.

Ve všech 16 genotypech byla zjištěna různá množství tří saponinů, v 11 genotypech rovněž saponinu čtvrtého. Jeden ze saponinů je sojasaponin I, další dva jsou saponiny odvozené od kyseliny medikagenové. Čtvrtý saponin pravděpodobně nebyl ve vojtěšce dosud nalezen. Z těchto informací vyplývá, že při dalším šlechtění vojtěšky je účelné kombinovat biologické testy a chemická stanovení jednotlivých saponinů jako nositelů různých biologických vlastností.

Contact Address:

Doc. ing. Pavel K a l a ě , CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta,
Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/731 15 56,
fax: 038/403 01

ANALYSIS OF HOP LATENT VIROID (HLVd) IN COMMERCIAL HOP CLONES IN CZECH REPUBLIC

J. Matoušek¹, L. Trněná¹, P. Svoboda², P. Růžková¹

¹*Institute of Plant Molecular Biology, Czech Academy of Sciences, České Budějovice*

²*Institute of Hop Research and Breeding, Žatec*

Analysis of hop viroids in the most important commercial hop clones confirmed a high incidence (approaching 100%) of hop latent viroid (HLVd). Hop stunt viroid (HSVd) was not found in these Bohemian hops. The mean value of HLVd amount in leaf tissues of hop garden-grown hop plants was 4.3 and 2.4 pg/mg fresh mass for variety Oswald's clones 31 and 72, respectively. Electrophoretic analysis of HLVd showed homogeneity of isolated HLVd samples and did not reveal any differences between HLVd isolated from different hop clones. Plants derived from meristem cultures (mericlones) of variety Oswald's clone 72, which were included in the programme of virus eradication and subjected to thermotherapy, were found to be virus and HLVd-free. On the other hand, HLVd concentration in ten newly established mericlones grown in *in vitro* conditions was about eightfold higher than in field-grown plants of the original variety Oswald's clone 31 and reached 31.1 pg/mg fresh weight on average. While a gradient of viroid concentration was observed in field-grown plants, and the highest viroid level was detected in the lower leaves and roots, no such gradient was observed for *in vitro* mericlones. In these plants a higher concentration was found in shoots than in roots.

Hop latent viroid (HLVd), which is regarded as the prototype of a new viroid group has been shown to occur worldwide in hops (P u c h t a et al., 1988). Despite of the absence of obvious disease symptoms in infected hop plants, this viroid has recently shown to be a deleterious to production in certain hop cultivars in the UK (B a r b a r a et al., 1990b; A d a m s et al., 1991) and it appears to be of significant economic importance. Although an indication that HLVd occurred also in some material originated from Czech Republic has been published (P u c h t a et al., 1988), no detailed information is available about frequency of occurrence of HLVd in Czech commercial hop clones. Here we report our first results of analysis of HLVd in the most important Czech hop clones in both, field and *in vitro* cultivated mericlones derived from them.

MATERIAL AND METHODS

Source of plant material and *in vitro* cultures

Osvald's clones 31 and 72 of Žatec semi-early red-bine hop, grown in commercial and experimental hop gardens in the Žatec area were used as a source material.

In vitro cultures (mericlones) were established from variety Osvald's clones 31 and 72 maintained in experimental hop garden in the field area of the Institute of Hop Research and Breeding, Žatec. The initial meristem cultures were established as follows: The surfaces of the shoot tips were briefly (30 sec) sterilized with 70% ethanol followed by 10 min treatment with 10% calcium hypochlorite and washing three times in sterile distilled water. Pieces of meristems 0.1 to 0.2 mm in length were then transferred to MS medium (Murashige, Skoog, 1962) supplemented with 100 mg/l inositol, 40 g/l glucose, 1 μ M IBA/l, 10 μ M BA/l, 1 μ M GA₃/l and solidified with 0.6% agar (pH 5.7). The medium enabled fast growth of *in vitro* cultures and stimulated multiple stems production (Svoboda, 1991). The regenerated shoots were rooted or used for clonal propagation by means of stem cuttings. The cultures were transferred monthly to fresh half-strength MS medium supplemented with vitamins, 100 mg/l inositol, 20 g/l glucose, and 0.6% agar but lacking phytohormones. The cultivation was carried out in a cultivation room at a temperature of 25 ± 2 °C and light intensity of 1 500 to 2 500 lx.

Some samples were collected from thermotherapy-treated mericlones of Osvald's clone 72. Both, plants grown *in vitro* and those transferred back to field condition were analyzed. Detection of hop viruses in thermo-therapy-treated plants was performed using material grown in glasshouses for 3 to 6 month following the treatment. The samples were collected from apical leaves of 20 to 30 cm long stems.

Detection tests for viruses

Plants were examined for apple mosaic virus (ApMV), prunus necrotic ring-spot virus (PNRV), arabis mosaic virus (ArMV), hop mosaic virus (HMV) and hop latent virus (HLV) using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) (Clark, Adams, 1977) modified according to recommendations described in individual protocols supplied with the antisera. The antisera for detection of ApMV and PNRV were from Agdia (USA). Antiserum for HLV diagnosis was from Sapporo Breweries Ltd. (Japan). Antiserum for HMV detection was kindly provided by Dr. A. N. Adams (IHR East Malling, Kent, England).

Partial purification and electrophoretic analyses of HLVd

HLVd was extracted using buffer containing 3.5M LiCl essentially by the method described by M a t o u š e k , D ě d i č (1988) originally for extraction of potato spindle tuber viroid. For partial purification of viroid RNA, the LiCl-soluble nucleic acids were further fractionated by 12 to 20% of polyethyleneglycol 6000 (PEG) (M a t o u š e k , D ě d i č , 1988).

HLVd was analyzed by bidirectional gel electrophoresis, but using a 6% polyacrylamide gel instead of the 5% gel described previously (M a t o u š e k , S c h u b e r t , 1988). The electrophoresis was used also for quantification of HLVd in the partially purified sample. For this purpose PSTVd purified by HPLC was used as a calibration electrophoresis marker. Purified PSTV sample was kindly provided by Prof. D. R i e s n e r (Institut für Physikalische Biologie, Universität Düsseldorf, FRG). After staining of the nucleic acids in the gel with silver nitrate (B l u m et al., 1987) the zones corresponding to viroid-specific RNA were scanned using an ULTROSAN (LKB) and quantified using the Gelscan 2D-spots computer program version 2.1 (LKB).

HLVd was also analyzed by electrophoresis under non-denaturing conditions as described by Z i m m a t et al. (1990). For this, a partially purified HLVd sample was hybridized in solution with full-length monomeric minus transcripts of HLVd labelled with [α -³²P]UTP (500Ci/mmol, Amersham). This monomeric fragment was obtained by transcription from the vector pRH701 (H e c k e r , 1989) in which monomeric BamH1 insert was re-cloned from Bluescribe M13+ plasmid kindly provided by Prof. S ä n g e r (Max-Planck Institut für Biochemie, Martinsried bei München, FRG). Molecular hybridization was performed in 1 mM Na cacodylate buffer (pH 6.8) containing 100 mM NaCl and 1 mM EDTA (sample buffer). The samples were heated to 95 °C in a water bath and cooled in an insulated box to 40 °C over a period 2 h. Resulting RNA-RNA hybrids were then electrophoresed in 6% acrylamide, 0.12% bisacrylamide gel containing 89 mM Tris, 89 mM boric acid, 0.24 mM EDTA (pH 8.3), (1 x TBE), 0.1% TEMED, 8 M urea, 10% glycerol and 0.06% ammonium persulfate. Electrophoreses were carried out at 150 V, and 20 °C for 14 h. Before autoradiography, the gels were incubated in a mixture of 10% ethanol, 0.5% acetic acid for 10 min.

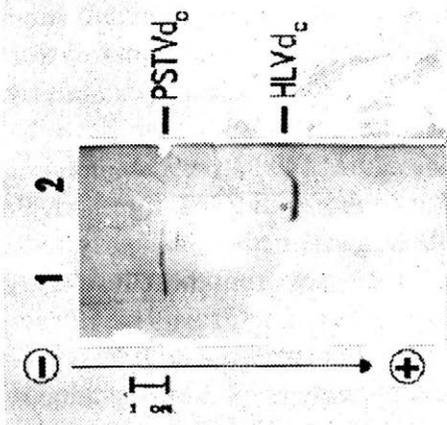
Viroid detection and quantification of HLVd using molecular hybridization technique

For routine hop viroid detection we used cDNA clones kindly provided by Prof. S ä n g e r (Max-Planck Institut für Biochemie, Martinsried bei München, FRG). One clone contained dimeric cDNA insert of HLVd, the other clone contained a dimeric sequence of cucumber pale fruit viroid cDNA, which is closely related to the cucumber isolate of HSVd. Both cDNAs were inserted in the Bluescribe M13+ plasmid. Extraction and hybridization procedures described

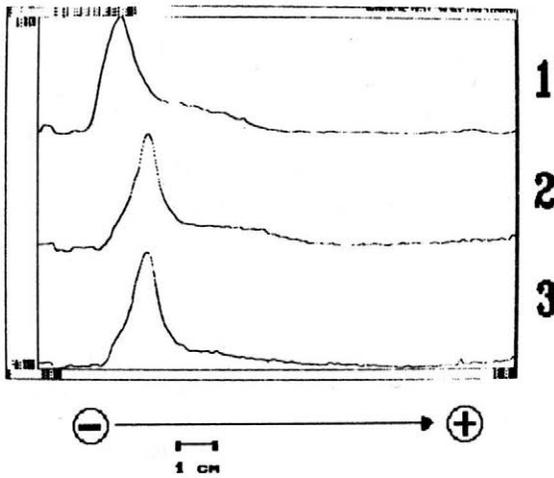
originally for PSTVd diagnosis were adopted for HLVd and HSVd detection. Viroids were analyzed in the leaves using a modified dot-blot hybridization procedure as described by Macquaire et al. (1984). This procedure was described earlier in detail by Matoušek, Rakoušký (1993). It includes extraction of viroid RNA in AMESS solution [0.5 M sodium acetate buffer (pH 6.0) containing 10 mM MgCl₂, 20% ethanol, 3% SDS, and 1 M NaCl] and heat denaturation after addition to the samples one volume of mixture containing SSC (0.15 M NaCl, 0.015 M sodium citrate, pH 7.0). and 37% formaldehyde (3 : 2, v/v). According to the standardized procedure, aliquots corresponding to 8.3 mg fresh mass of tissue were blotted to Biodyne A (Pall Bio-Support membrane, Dreieich) membranes using a vacuum manifold apparatus. After baking at 80 °C for 30 min the membranes were incubated in solution containing 50 mM Tris-HCl (pH 8.0), 1 M NaCl, 1 mM Na₂ EDTA and 1% SDS at 55 °C for 2 h. Prehybridization was performed at 55 °C for 2 h in solution containing 50% formamid, 0.05 M sodium phosphate buffer (pH 7.4), 5 mM Na₂ EDTA, 0.75 M NaCl, 0.1% SDS, 0.03% polyvinylpyrrolidone, 0.3% BSA, 0.3% Ficoll and 200 µg/ml of tRNA. Hybridization was performed at the same conditions for 14 h. The [α -³²P] UTP (3000 Ci/mmol, Amersham) labelled transcripts from plasmids containing dimeric inserts either HSVd or HLVd cDNAs were used as the hybridization probes. After hybridization the membranes were (in the case of HLVd detection) washed once in 2 x SSC, 0.1% SDS at 55 °C for 10 min and then twice in 0.1 x SSC, 0.1% SDS at 75 °C for 30 min. In tests for HSVd the high stringency washing conditions described by Puchta et al. (1988) were used. As the positive standards of HSVd were not available, we used *in vitro* transcripts from the original cDNA as the standard reference. The autoradiograms were scanned and quantified using 2D-spots program as described above. The amounts of viroid were estimated from a calibration curve obtained for the HLVd standard. Three independent measurements were performed per sample. The mean value of the amount of HLVd was always re-calculated per mg fresh mass of hop tissues.

RESULTS

In the first set of experiments the HLVd was extracted and purified from a mixed leaf sample collected from field-grown plants of Osvald's clone 72. After additional fractionation of LiCl-soluble nucleic acids with PEG 6000 the sample was analyzed (Matoušek, Schubert, 1988) by bidirectional gel electrophoresis utilizing a discontinuous pH system (Fig. 1). HLVd circular migrated in the gel as a single sharp band. The sample was hybridized with a HLVd-specific probe but not with a HSVd-specific one (not shown). No additional bands were observed in the gel, suggesting no contamination of the sample with viroids



1. Bidirectional gel electrophoresis of HLVD isolated from Bohemian commercial hop. The second run (electrophoresis in denaturing gel) was performed for three hours at constant voltage 25 V/cm. Under these conditions linear viroid forms migrated out of the gel. Line 1 – position of circular form of potato spindle tuber viroid; line 2 – position of circular form of HLVD from Oswald's clone 72.



2. Analysis of HLVD by non-denaturing PAGE of circular RNA duplexes. HLVD was hybridized with linear monomeric transcripts and electrophoresed as described. Autoradiography was performed for 14 h. The analysis of circular homoduplexes marker PSTVd is shown in track 1. Track 2 represents analysis of HLVD from Oswald's clone 31; track 3-HLVD from Oswald's clone 72. Autoradiograms were scanned by ULTRASCAN (LKB). The patterns were then compared using the Gelscan 1D-compare computer program version 2.1 (LKB).

or viroid-like RNAs having molecular masses close to HLVD or PSTVd. HLVD migrated faster than PSTVd marker apparently due to lower molecular weight.

In further experiments HLVD was partially purified also from Oswald's clone 31. Both samples (from clones 31 and 72) were analyzed for their homogeneity using electrophoresis of RNA duplexes under non-denaturing conditions (Zimm et al., 1990). The scannogram in Fig. 2 demonstrates that only a single slowly migrating RNA duplex species, formed between HLVD circular form and complete minus transcripts of HLVD, were observed. The position in the gel was identical for both samples, suggesting no differences between HLVD isolated from clones 31 and 72 and that the HLVD samples were homogenous. HLVD-specific duplexes migrated slightly faster than PSTVd homoduplexes formed between circular forms of PSTVd (lethal KF440-2) and corresponding minus monomeric transcripts.

HLVd samples collected from hop plants grown in experimental and commercial hop gardens in the Žatec area were analyzed by the hybridation for the presence of hop viroids. While no indication was obtained that Bohemian hops examined were HSVd infected, high incidence of HLVd was observed. The results obtained for samples collected in May/June 1992 from commercial gardens situated in three different localities near to the town Žatec (northern Bohemia) are summarized in Tab. I. In all of these gardens the semi-early red-bine hop of Osvald's clone 72 was grown. As it can be seen from these results, 100% incidence of HLVd was observed for localities Blšany and Pšov, 91% of samples collected in the locality Kolečov were also HLVd-positive. Overall, these results show close to 100% incidence of HLVd in the commercial hops examined. We also tested for HLVd the samples collected from experimental gardens situated in the field area of the Institute of Hop Research and Breeding, Žatec. These tests were performed in early spring (April 1992) using first leaves, which appeared on the young shoots. 100% incidence of HLVd was found in both Osvald's clones 31 and 72. Concentrations of HLVd in infected leaves was similar for all of the samples collected from field-grown plants and ranged from 0.5 to 7 picograms of HLVd per mg of fresh mass. For clones 31 and 72 4.3 and 2.4 pg/mg were detected on an average (Tab. I).

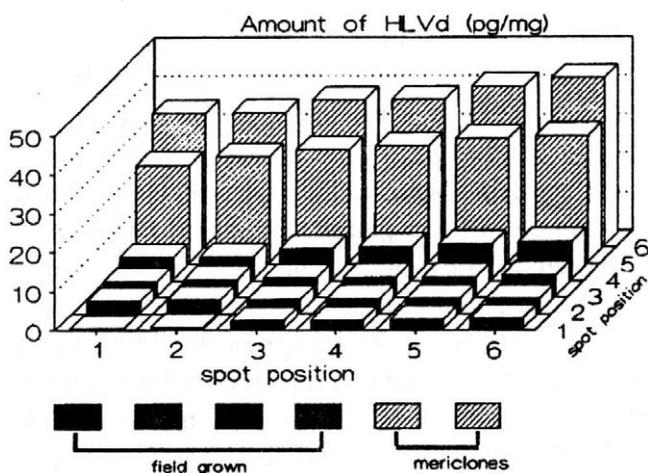
I. Incidence and level of HLVd in leaf samples taken from commercial hop gardens near Žatec

Locality	Number of plants		Percentage infected	Amount of HLVd in infected leaves (pg/mg fresh mass)
	tested	positive		
Blšany	24	24	100	5.0 ± 1.86
Kolečov	24	22	91.7	3.9 ± 2.15
Pšov	24	24	100	5.2 ± 3.63

The leaf samples were collected from adventive stems formed at height of 1 m

Further analysis was performed using mericlones derived from Osvald's clone 72 four years ago with the aim of eradicating viruses from the plants. During this programme of the Institute of Hop Research and Breeding, Žatec some mericlones were treated by thermotherapy. Cultivation was performed at 35 to 36 °C for nine days. However, all the meristem cultures were subsequently exposed accidentally to higher temperature (up to 37 °C) on several occasions and the temperature regime cannot be described precisely. Previous analyses performed at the Institute of Hop Research and Breeding, Žatec and results obtained during

our experiments revealed that these plants were virus-free. It was found out in our experiments that 95% of the analyzed mericlones were also HLVD-free. For mericlones 1683 and 4633 HLVD was absent for all plants. It was true both for plants maintained in *in vitro* conditions, but also for those transferred back to greenhouse and grown in field conditions. These results are in sharp contrast with the fact, that 100% incidence of HLVD was usually detected in commercial Bohemian hop clones analyzed. Moreover, 100% incidence and high level of HLVD was observed in newly established *in vitro* cultures derived from Oswald's clone 31. The HLVD level ranged in these materials from 20 to 40 pg/mg fresh mass (Fig. 3) and was approximately eight times higher than HLVD level in field grown plants (Fig. 3). Analysis of HLVD content revealed a gradient of viroid concentration in fully expanded field-grown plants (Tab. II). The highest concentration was observed in roots, while very low concentration about 1.6 pg/mg of fresh mass was observed in the apical leaves. On the contrary, a concentration of HLVD was always higher in shoots than in roots *in vitro* cultivated hop mericlones (Tab. II).



3. Levels of HLVD in the leaves of Oswald's clone 31 grown in the field conditions and *in vitro*. After hybridization of the samples the autoradiograms were scanned and HLVD was quantified as described. Two dimensional histogram represents data obtained for individual samples sorted in ascending order.

II. Quantification of HLVD in different tissue of *in vitro* and field-grown plants

	Tissue (sample)	Amount of HLVD (pg/mg fresh mass)
Field-grown plants	upper leaves (height 4 m)	1.6
	lower leaves (height 1 m)	3.7
	roots	5.7
<i>In vitro</i> grown plants	stem leaves	33.2
	roots	15.2

DISCUSSION

Viroids isolated from Bohemian hop were characterized by two electrophoretic methods. Using electrophoresis in a discontinuous pH system [the second direction of the bidirectional gel electrophoresis described by M a t o u š e k , S c h u b e r t (1988)] very similar viroid and viroid-like molecules can be distinguished (R i v e r a - B u s t a m a n t e et al., 1986). Different forms of viroid RNA can be recognized by electrophoresis of circular RNA duplexes (Z i m - m a t et al., 1990). Hop latent viroid isolated from Bohemian hop clones was identified and characterized by these electrophoretic methods as a homogeneous HLVD isolate. No additional viroid-like RNAs having size in the range around 251 nucleotides (HLVD) to 365 nucleotides (PSTVD lethal KF440-2) were found in the preparation. HSVd (S a n o et al., 1986) was not detected using either electrophoretic or hybridization techniques. These results confirm the conclusion of other authors (P u c h t a et al., 1988, 1989; B a r b a r a et al., 1990a) that HSVd is not present in European hops. No sequence variants of HLVD other than sequenced by P u c h t a et al. (1988) were described up to now.

High incidence (approaching 100%) of HLVD in both Oswald's clones analyzed is of great practical interest. It is not known, for instance, whether HLVD could change composition and ratio between α -acids and β -acids, as has been demonstrated for the UK cultivar Wye Challenger, where 11% lower α -acids but 8% higher β -acids and 38% more mycerine were detected in HLVD infected plants than in uninfected ones. Clones from these plants were also 11% smaller than those from healthy ones, although no obvious symptoms of disease were observed on infected plants (A d a m s et al., 1991). In our experiments we were unable to analyze possible effect of HLVD in plants grown in the commercial gardens due to the fact that the hops tested were almost infected by hop viruses. No pathogenesis was found for *in vitro* grown HLVD-infected mericlones of Oswald's clone 31. Although much higher HLVD concentration was found in *in vitro* meristems than in tissues of field grown plants, *in vitro* plants showed normal growth characteristics and the regeneration ability (R a k o u s k ý , M a t o u š e k , 1994). The most important finding is that no viroid was detected in selected mericlones subjected to thermotherapy with the aim to make new healthy planting material. An examination of these virus and viroid-free materials is in progress at the Institute of Hop Research and Breeding, Žatec.

A concentration gradient of HLVD was observed in field grown plants. Similar distribution was reported also by M o r t o n et al. (1994). The molecular mechanism of tissue specific propagation HLVD *in vivo* and *in vitro* is not known. It is possible that such a gradient could be affected by the concentration of different phytohormones distributed along fully expanded hop stems.

Acknowledgements

We thank to Dr. D. J. B a r b a r a and Dr. A. N. A d a m s from the Department of Crop and Environmental Protection AFRC, Institute of Horticultural Research, Kent, UK for stimulating discussion and their help in preparing the manuscript. We appreciate the help and technical support of Dr. R a k o u s k ý from the Institute of Plant Molecular Biology, Czech Academy of Sciences.

References

- ADAMS, A. N.: Elimination of viruses from the hop (*Humulus lupulus*) by heat therapy and meristem culture. *J. Hort. Sci.*, 50, 1975: 151–160.
- ADAMS, A. N. – BARBARA, D. J. – MORTON, A.: Effects of hop latent viroid on weight and quality of the clones of the hop cultivar Wye Challenger. *TAC Ann. Appl. Biol.*, 118, 1991: 126–127. (Suppl.)
- BARBARA, D. J. – MORTON, A. – ADAMS, A. N.: Assessment of UK hops for the occurrence of hop latent and hop stunt viroids. *Ann. Appl. Biol.*, 116, 1990a: 265–272.
- BARBARA, D. J. – MORTON, A. – ADAMS, A. N. – GREEN, C. P.: Some effects of hop latent viroid on two cultivars of hop (*Humulus lupulus*) in the UK. *Ann. Appl. Biol.*, 117, 1990b: 359–366.
- BLUM, H. – BEIER, H. – GROSS, H. J.: Improved silver staining of plant proteins, RNA and DNA in polyacrylamide gels. *Electrophoresis*, 8, 1987: 93–99.
- CLARK, M. F. – ADAMS, A. N.: Characteristic of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, 34, 1977: 475–483.
- DIENER, T. O.: *The Viroids*. New York, London, Plenum Press 1987.
- HECKER, R.: *Die Struktur der Intermediären Ribonukleinsäuren bei der Replikation von Viroiden*. Henrich-Heine-Univ. Düsseldorf, Thesis 1989.
- MAC QUAIRE, G. – MONSION, M. – MOUCHES, C. – CANDRESSE, T. – DUNEZ, J.: Spot hybridization. Application to viroid identification. *Ann. Virol.*, 135, 1984: 219–230.
- MATOUŠEK, J. – DĚDIČ, P.: Acid nucleases in PSTV-infected tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) I. Levels of acid nuclease activity in healthy and PSTV-infected tomato leaves and callus tissues. *J. Pl. Physiol.*, 133, 1988: 340–344.
- MATOUŠEK, J. – RAKOUSKÝ, S.: Antisense DNA inhibits infection of potato spindle tuber viroid. *Folia Biol. (Praha)*, 39, 1993: 87–99.
- MATOUŠEK, J. – SCHUBERT, J.: Bidirectional-gel electrophoresis of potato spindle tuber viroid utilizing a discontinuous-pH system. *Arch. Phytopathol. und Pfl.-Schutz*, 24, 1988: 511–513.
- MORTON, A. – BARBARA, D. J. – ADAMS, A. N.: The distribution of hop latent viroid within plants of *Humulus lupulus* and attempts to obtain viroid-free plants. *Ann. Appl. Biol.*, 121, 1994 (in press).
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 14, 1962: 473–497.
- PALUKAITIS, P. – COTTS, S. – ZAITLIN, M.: Detection and identification of viroids and viral nucleic acids by dot-blot hybridization. *Acta Hort.*, 164, 1985: 109–117.
- PUCHTA, H. – RAMM, K. – SANGER, H. L.: The molecular structure of hop latent viroid (HLV), a new viroid occurring worldwide in hops. *Nucleic Acids Res.*, 16, 1988: 4197–4216.

PUCHTA, H. – RAMM, K. – SANGER, H. L.: Hop latent viroid (HLVd) and the worldwide distribution of latent viroids in vegetatively propagated plants. In: EPPLER, A. (ed.): Proc. Int. Workshop on Hop Virus Diseases, Rauschholzhausen, 1988, Dtsch. Phytomed. Gesell. 1989: 181–190.

RAKOUSKÝ, S. – MATOUŠEK, J.: Direct organogenesis in Bohemian hop a prerequisite for an application of *A. tumefaciens*-mediated transformation. Biol. Plant., 1993 (in press).

RIVERA-BUSTAMANTE, R. F. – GIN, R. – SEMANCIK, J. S.: Enhanced resolution of circular and linear molecules of viroid and viroid-like RNA by electrophoresis in a discontinuous pH system. Anal. Biochem., 156, 1986: 91–95.

SANO, T. – OSHIMA, K. – HATAYA, T. – UYEDA, I. – SHIKATA, E. – CHOU, T. G. – MESHI, T. – OKADA, Y.: A viroid resembling hop stunt viroid in grapevines from Europe, the United States and Japan. J. Gen. Virol., 67, 1986: 1673–1678.

SVOBODA, P.: Klonové množení chmele *in vitro*. Rostl. Výr., 37, 1991 (8): 643–648.

ZIMMAT, R. – GRUNER, R. – HECKER, R. – STEGER, G. – RIESNER, D.: Analysis of mutations in viroid RNA by non-denaturing and temperature-gradient-gel electrophoresis. In: SARMA, R. H. – SARMA, M. H. (eds): Structure and Methods, DNA and RNA. Vol. 3, Adenine Press 1990: 339–357.

Received on March 17, 1994

MATOUŠEK, J. – TRNĚNÁ, L. – SVOBODA, P. – RŮŽKOVÁ, P. (Ústav molekulární biologie rostlin AV ČR, České Budějovice; Výzkumný a šlechtitelský ústav chmelařský, Žatec):

Stanovení latentního viroidu chmele (HLVd) v odrůdách chmele v ČR.

Rostl. Výr., 40, 1994 (10): 973–983.

Latentní viroid chmele (Hop latent viroid HLVd) je v chmelu celosvětově rozšířen (P u c h t a et al., 1988). Přestože nevyvolává viditelné příznaky na infikovaných chmelových rostlinách, bylo zjištěno, že ovlivňuje produkci některých odrůd chmele ve Velké Británii, čímž byla prokázána jeho významná hospodářská škodlivost. Ačkoliv již byla publikována informace (P u c h t a et al., 1988), že HLVd se také vyskytuje ve vzorcích chmele z ČR, nebyly dosud uveřejněny žádné dostupné detailní informace o frekvenci jeho výskytu v odrůdách českého chmele.

Uvádíme výsledky analýzy HLVd v nejdůležitějších odrůdách českého chmele pěstovaného ve chmelnicích a v kulturách *in vitro*. Stanovení latentního viroidu chmele HLVd v nejdůležitějších odrůdách chmele potvrdilo jeho značný výskyt (téměř 100%). Viroid zakrslosti chmele (Hop stunt viroid HSVd) v těchto odrůdách nebyl nalezen. Průměrné množství HLVd v listech z rostlin pěstovaných ve chmelnici bylo 4,3 pg/mg čerstvé hmotnosti u odrůdy Osvaldův klon 31 a 2,4 pg/mg u odrůdy Osvaldův klon 72. Elektroforetická analýza HLVd prokázala homogenitu HLVd ze zkoumaných vzorků. Neprojevil se žádný rozdíl mezi HLVd izolovaném z různých chmelových odrůd.

Rostliny chmele z meristémových kultur odrůdy Osvaldův klon 72, získané v rámci eliminace virových chorob chmele, které současně prošly termoterapií, neobsahovaly sledované viry (ApMV, PNRV, ArMV, HLV a H MV) ani H LVd. Koncentrace H LVd v nových kulturách *in vitro* odrůdy Osvaldův klon 31 byla asi osmkrát vyšší než v rostlinách pěstovaných ve chmelnici a dosahovala 31,1 pg/mg čerstvé hmotnosti. Gradient koncentrace viroidu byl zjištěn u rostlin z chmelnice, přičemž nejvyšší obsah viroidu byl v nejnižších listových patrech a kořenech. Tento gradient nebyl zaznamenán u rostlin v podmínkách *in vitro*. V těchto rostlinách byla vyšší koncentrace viroidu H LVd nalezena jak ve výhonech, tak v kořenech.

Contact Address:

RNDr. Jaroslav M a t o u š e k , CSc., Ústav molekulární biologie rostlin AV ČR,
Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/437 48,
fax: 038/414 75

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7 CS 120 56 Praha 2 Czech Republic
Fax: (00422) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of	
	issues per year	pages
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	96
Veterinární medicína (Veterinary Medicine)	12	64
Živočišná výroba (Animal Production)	12	96
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	96
Lesnictví (Forestry)	12	48
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4	80
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4	80
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4	80
Zahradnictví (Horticultural Science)	4	80
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6	80

OBSAH – CONTENTS

B í z i k J., B a l o g h Z.: Pohyb a akumulácia anorganického dusíka v hnedozemi – Movement and accumulation of inorganic nitrogen in the Orthic Luvisol.	877
M a c h á ě k V.: Stanovení labilních a uvolnitelných forem půdního fosforu – Determination of labile and releasable forms of soil phosphorus.	889
Č e p l J.: Analýza vlivu draselného a hořečnatého hnojení na vybrané ukazatele výnosu a kvality brambor – Analysis of the effect of potassium and magnesium fertilization on some indicators of the potato yield and quality	899
K o v á ě i k P.: Possibilities of the nitrate content reduction in radish through saccharose and thiourea application – Možnosti snížení obsahu dusičnanov v bulvách redkivky aplikáciou sacharózy a tiomočoviny	907
W i t t l i n g e r o v á Z., P r e i n i n g e r o v á E., K ř í ž L.: Stanovení kritické hloubky hladiny podzemní vody s ohledem na vláhový režim půd – Determination of critical depth of groundwater level with respect to the moisture regime of soils	917
K a r a b í n o v á M., A d a m o v s k ý F., P r o c h á z k o v á M.: Vplyv vybraných pestovateľských faktorov na úrodu ozimnej pšenice – The effect of some intensification factors on the winter wheat yield.	925
V a c u l o v á K., H e g e r J., Š p u n a r J., Š p u n a r o v á M.: Krmná hodnota a produkce zrna různých odrůd ječmene – Feeding value and grain production of different barley cultivars.	935
K o v á ě K.: Vplyv vybraných pestovateľských faktorov na úrodu hrachu siateho intermediárneho typu v kukuričnej výrobnjej oblasti – The effect of some intensification factors on the pea yield of intermediary type in maize-growing region	949
H r u š k o v á H.: Vliv velikosti vysévaného osiva na výnos vojtěšky seté ve druhém a třetím roce vegetace – The effect of sown grain size on the yield of lucerne sown in the second and third years of vegetation	957
K a l a ě P., P r i c e K. R., F e n d w i c k G. R.: Chemical determination of saponins in aerial parts of Czech varieties and breeding materials of alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) – Chemické stanovení saponinů v nadzemní části českých odrůd a novošlechtění vojtěšky (<i>Medicago sativa</i> L.)	967
M a t o u š e k J., T r n ě n á L., S v o b o d a P., R ů ž k o v á P.: Analysis of hop latent viroid (HLVd) in commercial hop clones in Czech Republic – Stanovení latentního viroidu chmele (HLVd) v odrůdách chmele v ČR	973
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
J e l í n e k P.: 75 let vzdělávací a badatelské činnosti VŠZ Brno	906

UPOZORNĚNÍ PRO ODBĚRATELE

Od letošního roku vyřizuje veškeré služby spojené s distribucí časopisu Rostlinná výroba vydavatel – Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha.

Objednávky na předplatné posílejte na adresu:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
referát odbytu
Slezská 7
120 56 Praha 2

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90 ● Sazba: Studio DOMINO – ing. Jakub Černý, Pražská 108, 266 01 Beroun, tel.: 0311/240 15 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1994

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2