

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

11

VOLUME 45
PRAHA
LISTOPAD 1999
ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)

Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, ČR)

Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc. (Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, ČR)

Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)

Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Marie Vánová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)

Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu, studie a analýzy z oblasti rostlinné výroby, především pěstování rostlin, tvorby výnosů plodin, kvality jejich produktů, semenářství, fyziologie rostlin, agrochemie, pedologie, mikrobiologie, meliorací a agroekologie. Časopis je citován v bibliografickém časopise *Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: *Agricola*, *Agris*, *CAB Abstracts*, *Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*, *Czech Agricultural Bibliography*, *Toxline Plus*, *WLAS*.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 816 Kč.

Aims and scope: Original scientific papers, results of research, review studies and analyses from the crop production sector, particularly care of crops, crop yield formation, quality of plant products, seed production, plant physiology, agrochemistry, soil science, microbiology and agri-ecology are published in this periodical.

The journal is cited in the bibliographical journal *Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*. Abstracts from the journal are comprised in the databases: *Agricola*, *Agris*, *CAB Abstracts*, *Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*, *Czech Agricultural Bibliography*, *Toxline Plus*, *WLAS*.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 45 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

CITLIVOST ODRŮD BRAMBOR NA POSTEMERGENTNÍ OŠETŘENÍ METRIBUZINEM A BENTAZONEM

SENSITIVITY OF POTATOES TO POST-EMERGENCE APPLICATION OF METRIBUZIN AND BENTAZON

J. Dvořák, I. Remešová

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: In 1996 and 1997 the reaction of potato varieties to post-emergence application of photosynthesis-affecting herbicides was studied at the School Farm of Mendel University of Agriculture and Forestry Brno in Žabčice. In a field trial, 0.75 and 1.5 kg·ha⁻¹ of Sencor 70 WP (70% metribuzin) and 2.4 l·ha⁻¹ of Basagran 600 (600 g bentazon.l⁻¹) were applied to potato plants in growth stage 25 to 31 (BBCH). Some plants were not treated (control variants). Using the Plant Efficiency Analyser (PEA) chlorophyll-emitted fluorescence signals were measured on potato leaves. If photosynthesis was inhibited, chlorophyll fluorescence increased. Three parameters (in relative values) were assessed from the curve of very rapid fluorescence induction. In 1996 the parameters were assessed in 5 varieties 48 hours after herbicide application, in 1997 in 10 varieties 6, 24, 48, 72 and 312 hours after the application. Measurements were repeated 10 times. Medians of the parameters of treated variants measured within 72 hours substantially differed from the controls, but after 312 hours the differences were negligible. After application of 1.5 kg·ha⁻¹ of Sencor 70 WP the parameters were mostly higher than when 0.75 kg·ha⁻¹ was applied, but the differences were relatively small. After application of Basagran 600 the parameter values were lower than after Sencor 70 WP. The sequence of varieties according to the sensitivity to applied herbicides was based on percentual differences in parameters between untreated and treated variants. The sequence of varieties in the variants was as follows: 1) Sencor 70 WP, 0.75 kg·ha⁻¹: Keřkovské rohlíčky, Ukama, Korneta, Kora, Korela, Impala, Desirée, Krasa, Koruna, Krystala; 2) Sencor 70 WP, 1.5 kg·ha⁻¹: Ukama, Keřkovské rohlíčky, Korneta, Kora, Koruna, Korela, Desirée, Krasa, Impala, Krystala; 3) Basagran 600, 2.4 l·ha⁻¹: Desirée, Keřkovské rohlíčky, Kora, Koruna, Korneta, Krasa, Krystala, Ukama, Impala, Korela. Visual symptoms of phytotoxicity (changed colour, necroses, growth inhibition) were not always related with the significance of potato damage.

Keywords: potatoes; varietal sensitivity; metribuzin; bentazon; very rapid fluorescence induction of chlorophyll

ABSTRAKT: V letech 1996 a 1997 byly sledovány reakce odrůd brambor na postemergentní herbicidy ovlivňující fotosyntézu. V polních pokusech byly aplikovány Sencor 70 WP (70% metribuzin) v dávkách 0,75 a 1,5 kg·ha⁻¹ a Basagran 600 (600 g bentazonu.l⁻¹) v dávce 2,4 l·ha⁻¹. Pomocí analyzátoru PEA (Plant Efficiency Analyser) byly v různých termínech po aplikaci měřeny fluorescenční signály emitované chlorofylem (při poklesu fotosyntézy nárůst fluorescence). Mediány parametrů byly na ošetřených variantách výrazně rozdílné oproti parametrům na kontrolních variantách do 72 h, 312 h po ošetření byly rozdíly zanedbatelné. Po aplikaci Basagranu 600 byly hodnoty parametrů nižší. Nejcitlivější na Sencor 70 WP byly odrůdy Keřkovské rohlíčky a Ukama, na Basagran 600 Desirée a Keřkovské rohlíčky.

Klíčová slova: brambory; odrůdová citlivost; metribuzin; bentazon; velmi rychlá fluorescenční indukce chlorofylu

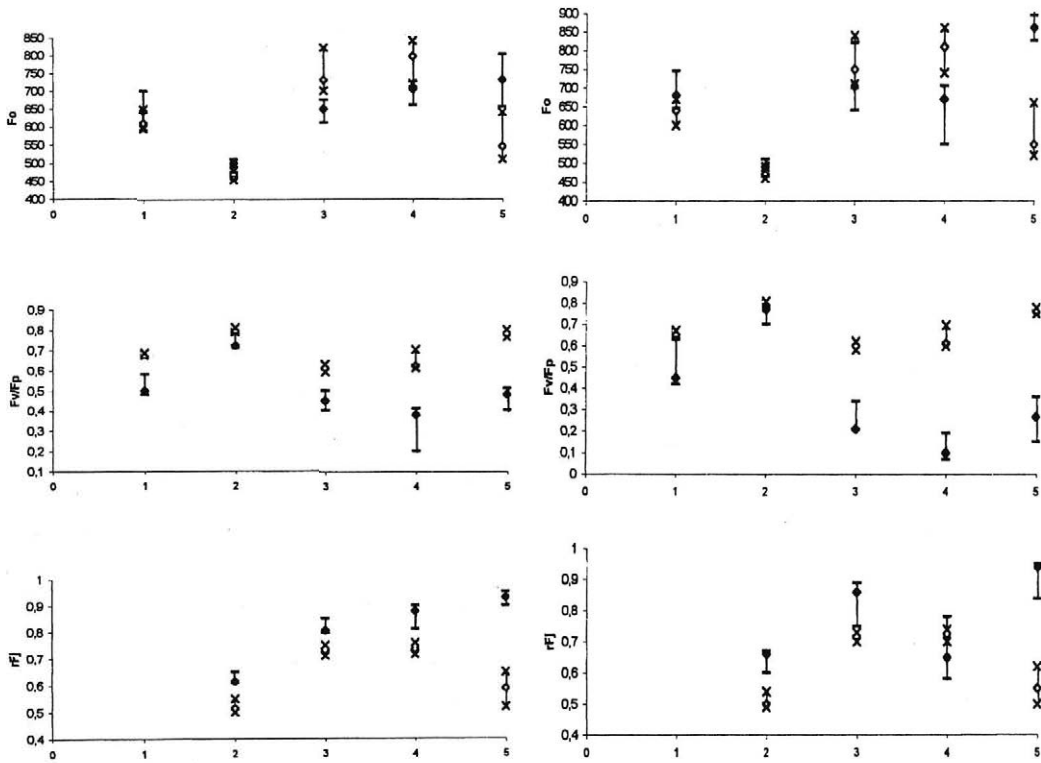
ÚVOD

Významným problémem regulace plevelů je selektivita herbicidů, zejména odolnost plodin proti jejich účinkům. V této souvislosti vystupuje do popředí citlivost jednotlivých odrůd. Všeobecně vzrůstá význam postemergentních herbicidů. V porostech brambor jsou pro tuto aplikaci perspektivní přípravky na bázi metribuzinu a bentazonu.

Účinná látka metribuzin patří do skupiny substituo- vaných triazinonů a je obsažena v přípravku Sencor 70 WP (70%). Primárním místem účinku je inhibice Hillovy reakce fotosyntetického elektronového přenosu (Corbett, 1994). Při postemergentním použití se účin-

nost oproti preemergentní aplikaci zvyšuje. Selektivita přípravku je pro brambory dobrá, ale některé odrůdy mohou být (Lembrich, 1990) na metribuzin citlivé a ošetření Sencorem 70 WP je třeba vyloučit. Na citlivost některých odrůd upozornili Daniel (1979), Vokál (1985), Malík (1991), Košťál (1997) aj. Seznam odrůd vhodných pro postemergentní aplikace je průběžně aktualizován.

Účinná látka bentazon je obsažena např. v přípravku Basagran 600 (600 g.l⁻¹), který patří do skupiny thiazid- azinů. Působí jako kontaktní herbicid, avšak má i reziduální účinnost, která spočívá v brzdění fotosyntézy poruchami transportu elektronů a specifických reakcí CO₂ (Cremlín, 1985). Po aplikacích bývá patrné zesvětlení listů brambor.



1. Změny parametrů VrFI po postemergentní aplikaci 0,75 kg.ha⁻¹ Sencoru 70 WP (1996) – Changes in VrFI parameters after post-emergence application of 0.75 kg.ha⁻¹ of Sencor 70 WP (1996)

2. Změny parametrů VrFI po postemergentní aplikaci 1,5 kg.ha⁻¹ Sencoru 70 WP (1996) – Changes in VrFI parameters after post-emergence application of 1.5 kg.ha⁻¹ of Sencor 70 WP (1996)

Vysvětlivky k obr. 1 až 3 – Explanations to Figs. 1 to 3:
osa x: odrůdy – x axis: varieties (1 – Kora, 2 – Korela, 3 – Koruna, 4 – Krasa, 5 – Ukama)

Pro stanovení změn fotosyntézy při studiu účinků herbicidů je často využíváno měření fluorescence chlorofylu (Orschot et al., 1988; Fuks et al., 1992). Část světelné energie je využívána při chemických reakcích fotosyntézy, část této energie se ztrácí. Určitý podíl těchto ztrát představuje reemise v podobě fluorescence. Je-li fotosyntetický proces inhibován, fluorescence chlorofylu vzrůstá. Vztah herbicidů a fotosyntézy a vliv herbicidů na jednotlivé parametry fluorescence řešil Dvořák (1994).

Cílem předloženého sdělení bylo posoudit změny v intenzitě fotosyntézy u vybraných odrůd brambor po aplikaci přípravků Sencor 70 WP a Basagran 600 měřením fluorescence chlorofylu.

MATERIÁL A METODA

Polní pokusy byly založeny na pozemcích ŠZP MZLU Brno v Žabčicích. Sledované odrůdy byly vysázeny 20. 4. 1996 a 23. 4. 1997 vždy ve dvou řádcích o rozteči 75 cm. Napříč těmito řádky byly dne 21. 5. 1996 a 29. 5. 1997 umístěny pokusné varianty o šířce 3 m.

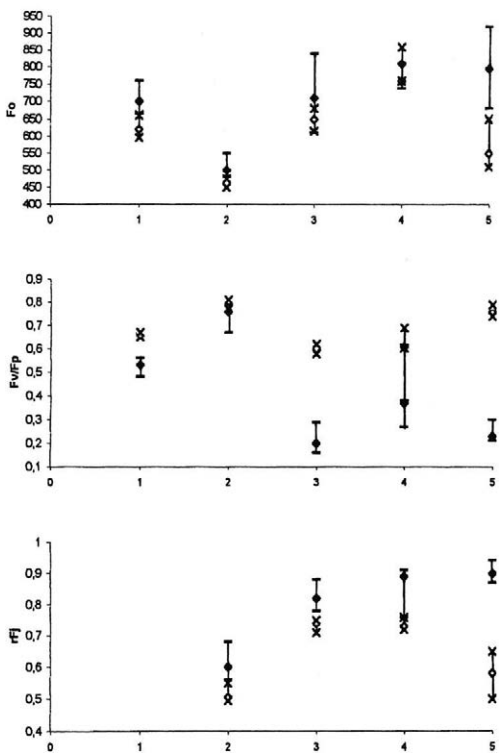
Herbicide byly aplikovány postemergentně v koncentracích odpovídajících uvedeným dávkám na 1 ha.

Přehled variant: 1. Sencor 70 WP (0,75 kg.ha⁻¹), 2. Sencor 70 WP (1,5 kg.ha⁻¹), 3. Basagran 600 (40 l.ha⁻¹), 4. neošetřeno.

S cílem zvýraznit efekt fluorescence chlorofylu na sledovaných odrůdách brambor byla na variantě 2 zvolena aplikační dávka Sencoru 70 WP 1,5 kg.ha⁻¹, která je dvojnásobkem horní hranice dávky doporučované při postemergentní aplikaci (Seznam registrovaných přípravků na ochranu rostlin, 1998).

V roce 1996 byly sledovány odrůdy Kora, Korela, Koruna, Krasa a Ukama, v roce 1997 Impala, Ukama, Koruna, Krystala, Kora, Krasa, Korneta, Korela, Keřkovské rohlíčky a Desirée. V době ošetření byly rostliny jednotlivých odrůd v růstové fázi 25 až 31 (stupnice BBCH, tvorba stonků, počátek prodlužovacího růstu).

U jednotlivých odrůd byl zjišťován vliv uvedených herbicidů na fluorescenci chlorofylu. Intenzita fluorescence byla měřena analyzátelem PEA (Plant Efficiency Analyser). Z křivky velmi rychlé fluorescenční indukce (vrFI) lze vyhodnotit několik parametrů (v relativních jednotkách, Nauš et al., 1992). Před měřením analyzátelem PEA je kvůli adaptaci na tmou určitá plocha listu na několik minut zatemněna. Intenzivní osvit plochy



3. Změny parametrů VrFI po postemergentní aplikaci 2,4 l.ha⁻¹ Basagranu 600 (1996) – Changes in VrFI parameters after post-emergence application of 2.4 l.ha⁻¹ of Basagran 600 (1996)

listu adaptované na tmu budícím červeným světlem (max. 650 nm) je absorbován chlorofylem. Fluorescence rychle roste z nízké hladiny Fo na nejvyšší hladinu Fp a pak postupně klesá přes několik přechodných maxim na úroveň blízkou původní hladině (parametr Fo je tím větší, čím větší je fluorescence). Rozdíl mezi Fp a Fo se označuje variabilní složka fluorescence Fv. Z uvedených hodnot se vypočítá parametr Fv/Fp. Čím nižší je úroveň fotosyntézy (a vyšší fluorescence), tím nižší úroveň má tento parametr. Z vnitřní struktury křivky z úrovně Fo na Fp se stanoví úroveň parametru rFj. Úroveň tohoto parametru se s růstem fluorescence zvyšuje. Uvedené parametry jsou pro vyjádření stavu fotosyntetických reakcí nevhodnější. Intenzitu fluorescence vyjadřují odchylky parametrů (v %), zjištěné na ošetřených variantách oproti neošetřené variantě (Nauš, Melis, 1992). Protože pro parametry vrFI obecně neplatí normální rozdělení, výsledky jsou prezentovány ve formě mediánů a kvartilů (Nauš, al., 1994).

V roce 1996 byly parametry vrFI stanoveny za 48 h po aplikaci přípravků (23. 5. 1996), v roce 1997 za 6, 24, 48, 72 a 312 h (29. 5. až 11. 6. 1997), a to ve všech případech v deseti opakováních. Při prvních stanoveních byly označeny nejmladší listy, na kterých byla realizována všechna následující měření, situovaná na variantě

tak, aby byly eliminovány eventuální nerovnoměrnosti v aplikacích přípravků a jiné nekontrolovatelné vlivy.

V obou ročnících bylo určeno pořadí odrůd podle citlivosti na použité aplikační dávky sledovaných herbicidů. Podle procentuálních diferencí parametrů na neošetřených (100 %) a ošetřených variantách bylo stanoveno pořadí příslušného parametru ve sledovaném souboru (nejvyšší diference v % znamená nejvyšší citlivost). Součet pořadí jednotlivých parametrů byl podkladem pro seřazení odrůd (nejnižší součet pořadí znamená nejvyšší citlivost).

Na ošetřených variantách byly také zhodnoceny vizuální projevy fytotoxicity podle bonitační stupnice EWRC (1. stupeň bez jakéhokoliv poškození, 9. stupeň rostliny odumřely; stupně jsou v nelineární řadě).

VÝSLEDKY

Úroveň parametrů vrFI v roce 1996 je zřejmá z obr. 1 až 3. Diference mezi ošetřeními a neošetřeními variantami byly menší než v následujícím roce. Nejvyšší diference u Fo byla 57 % (Ukama), Fv/Fp 83 % (Krasa) a rFj 66 % (Ukama). Pořadí odrůd na jednotlivých variantách:

Sencor 70 WP (0,75 kg.ha⁻¹): 1. Ukama, 2. až 3. Korela a Krasa, 4. Koruna, 5. Kora

Sencor 70 WP (1,5 kg.ha⁻¹): 1. Ukama, 2. Koruna, 3. až 4. Kora a Korela, 5. Krasa

Basagran 600 (2,4 l.ha⁻¹): 1. Ukama, 2. až 3. Koruna a Krasa, 4. až 5. Kora a Korela

Z výsledků zjištěných v roce 1997 mimo jiné vyplývá (obr. 4), že mediány parametrů Fo a Fv/Fp na neošetřených variantách v jednotlivých termínech byly na všech sledovaných odrůdách podobné. Určité diference, tj. zvýšené hodnoty na odrůdách Krystala, Krasa, Korela a Desirée, byly u parametru rFj.

Na ošetřených variantách byly mediány parametrů vrFI na jednotlivých odrůdách výrazně rozdílné. Zvýšené parametru Fo a rFj a snížení parametru rFj oproti kontrolám bylo zaznamenáno 6 až 72 h po aplikaci. Za 312 h po ošetření byly diference mediánů parametrů mezi neošetřeními a ošetřeními variantami u všech odrůd zanedbatelné.

Procentuální vyjádření diferencí mezi neošetřeními a ošetřeními variantami je uvedeno v tab. I až III (znaménko + značí nárůst, znaménko – pokles oproti neošetřené variantě). Po aplikaci Sencoru 70 WP v dávce 0,75 kg.ha⁻¹ (tab. I) byly zaznamenány za 6 až 72 h po ošetření nejvyšší diference na odrůdě Keřkovské rohlíčky. V pořadí podle citlivosti byla tato odrůda vždy na prvním místě. Nejmenší diference, odpovídající nejmenšímu ovlivnění fotosyntézy, byly naměřeny na odrůdě Krystala, která byla v pořadí citlivosti v jednotlivých termínech na desátém místě (vyjma stanovení po 24 h, kdy byla osmá). Pořadí všech odrůd je uvedeno v tab. I.

Po ošetření Sencorem 70 WP v dávce 1,5 kg.ha⁻¹ byly procentuální diference oproti neošetřeným variantám většinou větší. Nárůsty těchto rozdílů byly překvapivě malé. Např. u parametru rFj a Fv/Fp bylo zaznamenáno

největší zvýšení sledovaných rozdílů oproti hodnotám po aplikaci $0,75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na odrůdě Koruna, a to o ca 20 % (6 h po ošetření) a ca 27 % (48 h po ošetření). U parametru Fo to bylo nejvíce na odrůdě Kora (ca 38 %, 24 h po ošetření). V některých případech byly difference oproti kontrolám vyšší po ošetření $0,75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. I, II). Stejná situace byla při všech stanoveních u odrůd Impala a Korela, pro parametr Fv/Fp u odrůd Keřkovské rohlíčky a Krystala.

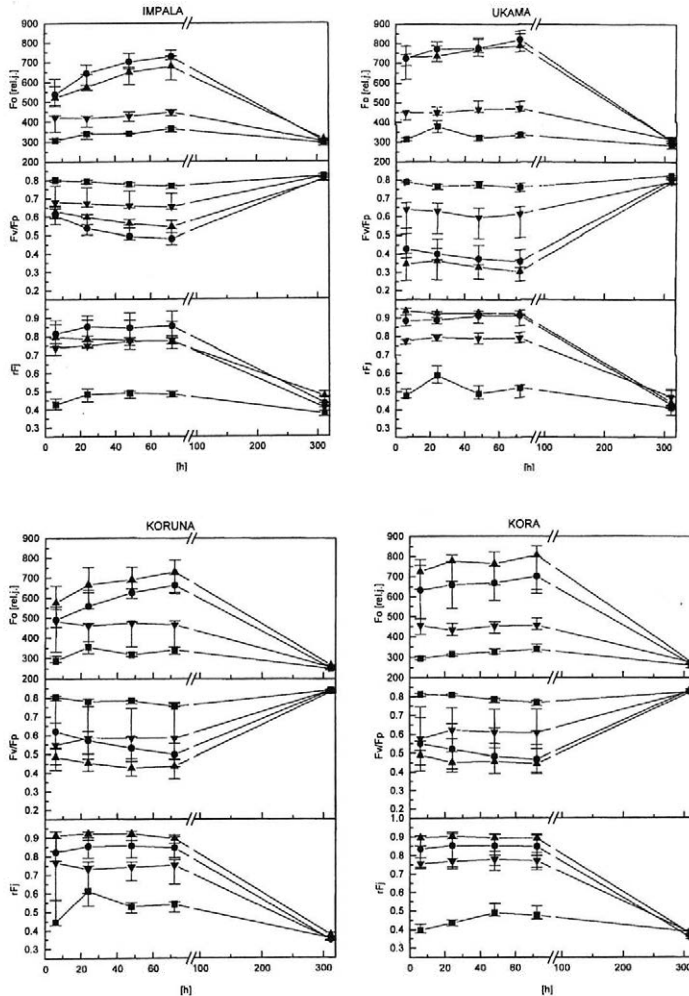
Po aplikaci Basagranu 600 ($2,4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) byly obecně nižší mediány parametrů vrFI (obr. 4). Pořadí parametrů podle procentuální odchylky od kontroly (tab. III) bylo při jednotlivých stanoveních často velmi rozdílné. Např. na odrůdě Desirée byly 24 h po ošetření parametry Fo na sedmém, Fv/Fp na prvním a rFj na desátém místě. Na aplikaci nejvíce reagovaly odrůdy Desirée, Keřkovské rohlíčky, nejméně Korela, Impala, Ukama.

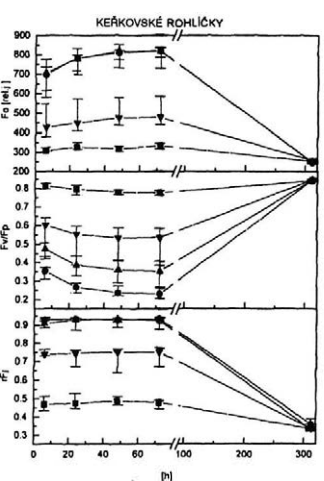
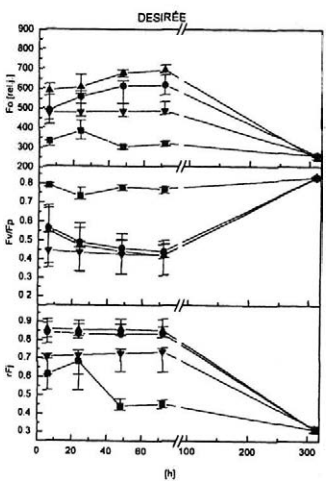
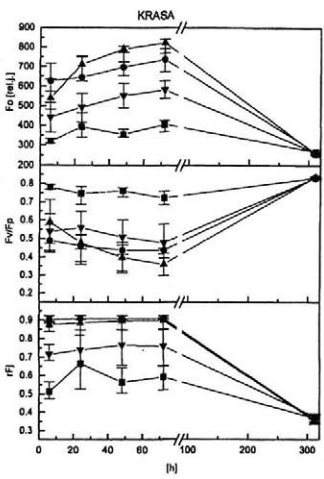
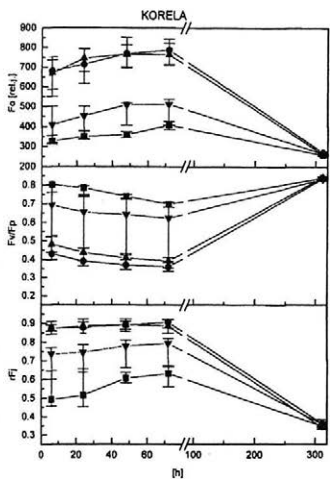
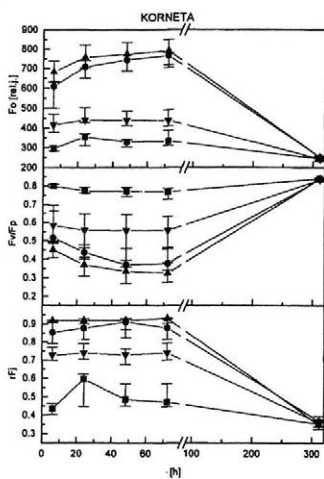
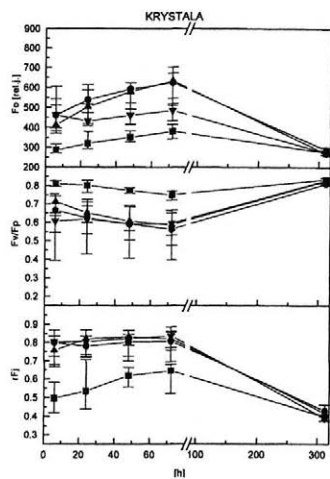
Vizuální projevy fytotoxicity byly zřejmě zejména v prvních dvou týdnech po ošetření (tab. IV). Silné po-

škození listů bylo zjištěno na odrůdách Krasa a zejména Keřkovské rohlíčky (u této odrůdy byly nalezeny nekrotické skvrny, žluté zabarvení a retardace růstu byla viditelná do konce června). Na ostatních odrůdách bylo většinou vidět ojedinělé poškození listů, zpravidla žloutnutí, eventuálně žluté až nekrotické skvrny po dobu dvou až tří týdnů.

DISKUSE

Z výsledků charakterizujících změny fluorescence chlorofylu pomocí parametrů vrFI lze stanovit pořadí odrůd podle reakcí na sledované herbicidy. Údaje z roku 1996, které byly zjištěny v jediném termínu, tj. 48 h po ošetření, lze považovat za orientační. Pořadí pěti sledovaných odrůd na jednotlivých variantách je většinou v relaci s výsledky roce 1997. V tomto druhém roce pokusu proběhlo měření v rozdílných časových odstu-





4. Časový průběh parametrů vrFI na vybraných odrůdách brambor (polní pokus) – Time course of vrFI parameters in selected potato varieties (field trial)

osa x: doba po aplikaci – x axis: time after application

- neošetřeno – untreated
- ▼ Basagran 600 (2,4 l.ha⁻¹)
- Sencor 70 WP (0,75 kg.ha⁻¹)
- ▲ Sencor 70 WP (1,5 kg.ha⁻¹)

I. Pořadí odrůd podle parametrů vrFI po aplikaci 0,75 kg.ha⁻¹ Sencoru 70 WP, 1997 (rozdíly oproti neošetřené variantě, %) – Sequence of varieties based on vrFI parameters after the application of 0.75 kg.ha⁻¹ of Sencor 70 WP, 1997 (differences compared with untreated variant, %)

Odrůda ¹	Parametr ²	Hodiny po aplikaci ³																Součet pořadí odrůdy ⁴	Výsledné pořadí odrůdy ⁵		
		6				24				48				72							
		%	pořadí parametrů ⁶	součet pořadí ⁷	pořadí odrůd ⁸	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd				
Impala	Fo +	75	7			90	6			107	5			99	5			26	6		
	Fv/Fp –	24	8	19	7	32	8	17	6	37	8	19	7	28	9	19	6				
	rFj +	90	4			76	3			73	6			77	5						
Ukama	Fo +	130	1			105	3			142	2			144	2			12	2		
	Fv/Fp –	46	2-3	8,5	2	48	3	11	4	52	2-3	8,5	3	53	2	10	3				
	rFj +	86	5			51	5			87	4			75	6						
Koruna	Fo +	71	8			58	9			97	8-9			95	6-7			34	9		
	Fv/Fp –	23	9	23	8	27	9	26	9	32	9	24,5	9	34	8	21,5	8				
	rFj +	85	6			39	8			62	7			56	7						
Krystala	Fo +	62	9			69	7			69	10			64	10			38	10		
	Fv/Fp –	18	10	28	10	22	10	24	8	24	10	30	10	25	10	30	10				
	rFj +	61	9			46	7			30	10			25	10						
Kora	Fo +	115	3			110	2			105	6			107	4			16	4		
	Fv/Fp –	32	6	10	3	36	6	10	2-3	38	7	18	6	39	6-7	14,5	4-5				
	rFj +	110	1			96	2			74	5			78	4						
Krasa	Fo +	96	6			64	8			97	8-9			82	9			30	8		
	Fv/Fp –	37	4	18	6	38	5	22	7	43	5	21,5	8	39	6-7	23,5	9				
	rFj +	76	8			37	9			61	8			53	8						
Korneta	Fo +	106	5			99	5			126	3			130	3			13	3		
	Fv/Fp –	36	5	13	4	43	4	15	5	52	2-3	8	2	51	3	8	2				
	rFj +	96	3			47	6			88	2-3			86	2						
Korela	Fo +	109	4			104	4			114	4			93	8			19,5	5		
	Fv/Fp –	46	2-3	13,5	5	50	2	10	2-3	50	4	17	5	48	4	21	7				
	rFj +	78	7			71	4			47	9			44	9						
Keřkovské rohlíčky	Fo +	127	2			140	1			155	1			147	1			4	1		
	Fv/Fp –	57	1	4	1	66	1	3	1	70	1	3	1	70	1	3	1				
	rFj +	99	2			97	1			91	1			95	1						
Desirée	Fo +	49	10			46	10			104	7			95	6-7			27,5	7		
	Fv/Fp –	28	7	27	9	33	7	27	10	41	6	15,5	4	43	5	14,5	4-5				
	rFj +	37	10			22	10			88	2-3			84	3						

¹ variety, ² parameter, ³ hours after application, ⁴ sum of sequences of variety, ⁵ resulting sequence of variety, ⁶ sequence of parameters, ⁷ sum of sequences, ⁸ sum of varieties

II. Pořadí odrůd podle parametrů vrFI po aplikaci 1,5 kg.ha⁻¹ Sencoru 70 WP, 1997 (rozdíly oproti neošetřené variantě, %) – Sequence of varieties based on vrFI parameters after the application of 1.5 kg.ha⁻¹ of Sencor 70 WP, 1997 (differences compared with untreated variant, %)

Odrůda ¹	Parametr ²	Hodiny po aplikaci ³																Součet pořadí odrůdy ⁴	Výsledné pořadí odrůdy ⁵		
		6				24				48				72							
		%	pořadí parametrů ⁶	součet pořadí ⁷	pořadí odrůd ⁸	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd				
Impala	Fo +	70	8			69	8			91	9			86	9			32	9		
	Fv/Fp –	21	9	23	7	25	9	21	7	28	9	25,5	9	29	9	25	9				
	rFj +	86	6			63	4			59	7–8			60	7						
Ukama	Fo +	123	2			95	5			141	2			135	4			9	1		
	Fv/Fp –	56	1	7	1–2	53	1	11	3–4	58	1	6	1	60	1	10	3				
	rFj +	97	4			57	5			90	3			78	5						
Koruna	Fo +	101	6			88	6			118	8			114	6			24	5		
	Fv/Fp –	40	4–5	13,5	5	4–2	6	20	6	54	3–4	17,5	6	42	7–8	19,5	7				
	rFj +	105	3			50	8			75	6			66	6						
Krytala	Fo +	45	10			58	10			66	10			66	10			39,5	10		
	Fv/Fp –	12	10	29	10	19	10	27	9–10	22	10	30	10	22	10	30	10				
	rFj +	52	9			53	7			34	10			27	10						
Kora	Fo +	146	1			148	1			134	4			138	2–3			14	4		
	Fv/Fp –	39	6	8	3	44	4–5	6,5	1	42	8	17	5	42	7–8	14	5				
	rFj +	126	1			107	1			83	5			87	4						
Krasa	Fo +	69	9			82	7			123	6			103	7			30	8		
	Fv/Fp –	24	8	25	9	36	7	23	8	48	5	18,5	7	50	4	19	6				
	rFj +	71	8			33	9			59	7–8			52	8						
Korneta	Fo +	131	3			113	3–4			135	3			138	2–3			10,5	3		
	Fv/Fp –	44	2	7	1–2	52	2	11,5	5	56	2	9	3	58	2	5,5	1				
	rFj +	111	2			54	6			89	4			97	1						
Korela	Fo +	105	5			113	3–4			113	7			87	8			25,5	6–7		
	Fv/Fp –	40	4–5	16,5	6	44	4–5	11	3–4	45	6	22	8	44	6	23	8				
	rFj +	77	7			72	3			47	9			40	9						
Keřkovské rohlíčky	Fo +	129	4			138	2			158	1			146	1			10	2		
	Fv/Fp –	42	3	12	4	51	3	7	2	54	3–4	6,5	2	55	3	6	2				
	rFj +	94	5			96	2			92	2			93	2						
Desirée	Fo +	79	7			59	9			125	5			119	5			25,5	6–7		
	Fv/Fp –	30	7	24	8	35	8	27	9–10	43	7	13	4	45	5	13	4				
	rFj +	40	10			26	10			95	1			88	3						

For 1–8 see Tab. I

III. Pořadí odrůd podle parametrů vrFI po aplikaci 2,4 l.ha⁻¹ Basagranu 600, 1997 (rozdíly oproti neošetřené variantě, %) – Sequence of varieties based on vrFI parameters after the application of 2.4 l.ha⁻¹ of Basagran 600, 1997 (differences compared with untreated variant, %)

Odrůda ¹	Parametr ²	Hodiny po aplikaci ³																Součet pořadí odrůdy ⁴	Výsledné pořadí odrůdy ⁵
		6				24				48				72					
		%	pořadí parametrů ⁶	součet pořadí ⁷	pořadí odrůd ⁸	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd	%	pořadí parametrů	součet pořadí	pořadí odrůd		
Impala	Fo +	35	9			23	9			26	10			23	10			33	9
	Fv/Fp –	15	9	20	7–9	15	10	22	9	15	9	22	8	15	9	22	8		
	rFj +	73	2			55	3			60	3			60	3				
Ukama	Fo +	43	5			19	10			45	5			40	4			27	8
	Fv/Fp –	19	8	18	6	18	8	24	1	23	7	14	4	19	8	18	7		
	rFj +	63	5			35	6			61	2			52	6				
Koruna	Fo +	68	1			30	4–5			50	3–4			37	5			16	4
	Fv/Fp –	32	2	6	1	25	4–5	17	4	25	5	15,5	5	23	5	17	6		
	rFj +	72	3			19	8			40	7			39	7				
Krystala	Fo +	62	2			36	3			32	9			27	8			25	7
	Fv/Fp –	25	7	15	3–5	23	6–7	13,5	3	24	6	24	9	21	6–7	22,5	9		
	rFj +	61	6			50	4			33	9			30	8				
Kora	Fo +	55	3			38	1–2			39	7			35	6			15	3
	Fv/Fp –	29	4	8	2	23	6–7	9	2	22	8	19	7	21	6–7	14	4		
	rFj +	90	1			76	1			59	4			62	1–2				
Krasa	Fo +	38	8			26	6			55	2			44	2–3			22	6
	Fv/Fp –	31	3	20	7–9	25	4–5	19,5	8	33	2	12	3	34	2	13,5	3		
	rFj +	39	9			11	9			36	8			28	9				
Korneta	Fo +	40	6			24	8			33	8			32	7			20,5	5
	Fv/Fp –	27	5	15	3–5	28	3	18	5–6	28	4	18	6	28	4	15,5	5		
	rFj +	67	4			24	7			50	6			57	4–5				
Korela	Fo +	26	10			30	4–5			42	6			26	9			37	10
	Fv/Fp –	14	10	28	10	17	9	18,5	7	13	10	26	10	11	10	29	10		
	rFj +	50	8			45	5			29	10			26	10				
Keřkovské rohličky	Fo +	39	7			38	1–2			50	3–4			44	2–3			13	2
	Fv/Fp –	26	6	20	7–9	30	2	5,5	1	32	3	11,5	2	31	3	10	2		
	rFj +	58	7			57	2			54	5			57	4–5				
Desirée	Fo +	44	4			25	7			61	1			53	1			11,5	1
	Fv/Fp –	44	1	15	3–5	41	1	18	5–6	46	1	3	1	45	1	3,5	1		
	rFj +	14	10			5	10			64	1			62	1–2				

For 1–8 see Tab. I

IV. Hodnocení projevů fytoxicity na bramborách podle bonitační stupnice EWRC – Evaluation of symptoms of phytotoxicity on potatoes based on the EWRC quality scale

Odrůda ¹	Datum stanovení ²	Varianta ³		
		Sencor 70 WP (0,75 kg.ha ⁻¹)	Sencor 70 WP (1,5 kg.ha ⁻¹)	Basagran 600 (2,4 l.ha ⁻¹)
Kora	26. 5. 1996	1	3	1
	4. 6.	1	3-4	1
	25. 6.	1	1	1
Korela	26. 5.	–	–	–
	4. 6.	1	1	1
	25. 6.	1	1	1
Koruna	26. 5.	1	2-3	2
	4. 6.	1	1-2	1
	25. 6.	1	1	1
Krasa	26. 5.	5	5-6	4
	4. 6.	5-6	5-6	4-5
	25. 6.	2	2	1
Ukama	26. 5.	3	4	3
	4. 6.	2-3	4	2
	25. 6.	1	1	1
Impala	6. 6. 1997	2	3-4	3
	18. 6.	1	1	1
	24. 6.	1	1	1
Ukama	6. 6.	3	4	2
	18. 6.	1	1	1
	24. 6.	1	1	1
Koruna	6. 6.	2-3	3-4	3-4
	18. 6.	1	1	1
	24. 6.	1	1	1
Kryštala	6. 6.	2-3	3-4	3
	18. 6.	1	1	1
	24. 6.	1	1	1
Kora	6. 6.	1	1-2	2-3
	18. 6.	2	3	3
	24. 6.	1	1	1
Krasa	6. 6.	4	5	5
	18. 6.	3	3	3
	24. 6.	1	1	1
Korneta	6. 6.	2	3-4	2-3
	18. 6.	2	3	3
	24. 6.	1	1	1
Korela	6. 6.	2-3	3	3-4
	18. 6.	1	2-3	2-3
	24. 6.	1	1	1
Keřkovské rohličky	6. 6.	4-5	5	5
	18. 6.	5	5	5
	24. 6.	4	4	3
Desirée	6. 6.	2	2	3-4
	18. 6.	1	2	2-3
	24. 6.	1	1	1

¹variety, ²date of determination, ³variant

pech. Pořadí podle změn fluorescence bylo u některých odrůd v období 6 až 72 h vyrovnané, např. po ošetření Sencorem 70 WP Koruna nebo Kryštala, u některých odrůd se pořadí měnilo, např. Desirée (v prvních dvou

termínech se vůči ostatním odrůdám zdála být odolnější než po 48 a 72 h, tab. I, II) nebo Kora (v prvních dvou termínech se ukazovala jako citlivější). Výsledné pořadí odrůd na jednotlivých ošetřených variantách:

	Sencor 70 WP (0,75 kg.ha ⁻¹)	Sencor 70 WP (1,5 kg.ha ⁻¹)	Basagran 600 (2,4 l.ha ⁻¹)
1.	Keřkovské rohlíčky	Ukama	Desirée
2.	Ukama	Keřkovské rohlíčky	Keřkovské rohlíčky
3.	Korneta	Korneta	Kora
4.	Kora	Kora	Koruna
5.	Korela	Koruna	Korneta
6.	Impala	Korela, Desirée	Krasa
7.	Desirée		Krystala
8.	Krasa	Krasa	Ukama
9.	Koruna	Impala	Impala

Pořadí odrůd bylo ve většině případů při obou aplikačních dávkách Sencoru 70 WP stejné nebo přibližné. U odrůd Impala a Koruna se lišilo o tři až čtyři místa.

Na odrůdách Keřkovské rohlíčky, Ukama, Korneta a Kora byly zjištěny po aplikaci Sencoru 70 WP nejvyšší hodnoty parametrů vrFI, tj. nejvyšší citlivost na metribuzin. Odrůda Krystala byla převážně na posledním, tj. desátém místě, což svědčí o menší citlivosti na metribuzin. Podobné vlastnosti byly zjištěny u odrůdy Krasa. Dosažené výsledky korespondují s doporučeními z literatury (Košťál, 1997), podle nichž lze při nižší dávce Sencoru 70 WP pěstovat bez omezení (kromě jiných odrůd) odrůdy Impala (při dávce 0,75 kg.ha⁻¹ šestá) a Koruna (devátá). Byly také publikovány údaje o sledovaných odrůdách, které jsou v rozporu s našimi výsledky. Mezi nejcitlivějšími odrůdami na bentazon i na metribuzin jsou Keřkovské rohlíčky a Kora.

Na základě rozdílů mediánů parametrů vrFI zjištěných na sledovaných odrůdách a porovnání s dřívějšími výsledky, získanými při preemergentním ošetření brambor (1996), lze metodu měření fluorescence chlorofylu pro stanovení změn fotosyntézy způsobených herbicidy považovat za dostatečně přesnou. Ovlivnění fluorescence chlorofylu, vyjádřené změnami parametrů vrFI, bylo krátkodobé. Z měření 72 h po ošetření vyplývá vysoké ovlivnění fotosyntézy, za dalších 240 h, tj. při měření 312 h po ošetření, byl již vliv herbicidů na sledované aspekty bezvýznamný. Pro lepší použitelnost metody je potřebné studovat vztah parametrů vrFI a výnosu (výnosových prvků) ošetřených plodin.

Vizuální projevy fytoxicity ve značné míře korespondovaly s hodnotami vrFI, např. u odrůdy Keřkovské rohlíčky a Impala. Naproti tomu např. u odrůdy Krasa byly výraznější vizuální projevy, než odpovídalo pořadí odrůdy podle parametrů vrFI. Vizuální projevy fytoxicity nebývají vždy v relaci s rozsahem poškození plodin.

ZÁVĚR

Z hodnot parametrů velmi rychlé fluorescenční indukce (vrFI), zjištěných 6 až 72 h po aplikaci přípravků

obsahujících metribuzin (Sencor 70 WP) a bentazon (Basagran 600), vyplývá rozdílné ovlivnění fotosyntézy na vybraných odrůdách brambor. Při stanovení 312 h po ošetření byl již vliv herbicidů na sledované aspekty bezvýznamný.

Mediány parametrů vrFI nebyly výrazně odlišné při aplikační dávce Sencoru 70 WP 0,75 a 1,5 kg.ha⁻¹. Po aplikaci Basagranu 600 v dávce 2,4 l.ha⁻¹ byly mediány parametrů nižší než po aplikaci Sencoru 70 WP.

Na Sencor 70 WP nejcitlivěji reagovaly odrůdy Keřkovské rohlíčky, Ukama, Korneta a Kora, nejméně Krystala a Krasa, na Basagran 600 nejvíce odrůdy Desirée a Keřkovské rohlíčky, nejméně Impala a Korela.

Metoda velmi rychle fluorescenční indukce se ukazuje jako dobře využitelná při stanovení odrůdové citlivosti na herbicidy ovlivňující fotosyntézu.

Tato práce vznikla v rámci řešení projektu GA ČR č. 217/1021/6GA0713.

LITERATURA

- Corbett J. R. (1994): The biochemical mode of action of pesticides. London, Academic Press.
- Cremlin R. (1985): Pesticidy. Praha, SNTL.
- Daniel J. (1979): Hubení jednoděložných a dvouděložných plevelů v bramborových porostech. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 16: 41–56.
- Dvořák L. (1994): Rozvoj fluorescenční metody pro rychlé sledování působení vybraných herbicidů na kulturní rostlinu a plevel. [Závěrečná zpráva.] Olomouc.
- Fuks B., Eycken F. van, Lannoye R. (1992): Tolerance of triazine – resistant and susceptible biotypes of three weeds to heat stress: a fluorescence study. Weed Res., 32: 9–17.
- Košťál Z. (1997): Účinné herbicidy do brambor. Úroda, 45 (3): 32–33.
- Lembrich H. (1990): Sencor dnes. Materiál fy Bayer AG, Leverkusen.
- Malík S. (1991): Využití herbicidu Sencor v bramborách. Úroda, 39 (4): 181–182.
- Nauš J., Melis A. (1992): Response of the photosynthetic apparatus in *Dunaliella salina* to sublethal concentration of the herbicide DCMU. Photosynthetica, 26: 67–68.
- Nauš J. et al. (1992): Heat injury of barley leaves detected by the chlorophyll fluorescence temperature curve. Biochim. Biophys. Acta., 1101: 359–362.
- Nauš J. et al. (1994): Fluorescenční diagnostická matice. [Výzkumná zpráva.] Olomouc, Kroměříž.
- Oorschot J. L. P. van, Leeuwen P. H. van (1988): Inhibition of photosynthesis in intact plants of biotypes resistant or susceptible to atrazine and cross-resistance to other herbicides. Weed Res., 28: 223–230.
- Vokál B. et al. (1985): Racionální ochrana a výživa brambor. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 9.

Došlo 18. 12. 1998

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jiří Dvořák, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 31 07, fax: 05/45 13 31 07, e-mail: dvorak@mendelu.cz

POROVNANIE VPLYVU FORMULÁCIÍ BENZOLINONU NA VÝNOS A KVALITU ZEMIAKOV (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

COMPARISON OF THE FORMULATIONS OF BENZOLINONE ON THE YIELD AND QUALITY OF POTATOES (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

M. Henselová¹, J. Zrůst², K. Forišeková³

¹Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Bratislava, Slovak Republic

²Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic

³Potato Research and Breeding Institute, Velká Lomnica, Slovak Republic

ABSTRACT: Benzolinone is active substance of plant growth regulator Rastim 30 DKV with a wide spectrum of biological effects. The influence of two different final formulations of benzolinone in the potatoes (*Solanum tuberosum* L.) varieties Albina, Svatava and Karin in the small plot trials was studied. Experimental treatments were realized in Slovak and Czech Republic. The effect of dispersible concentrate (DKV) containing 300 g and emulsifiable concentrate (EK) containing 50 g active substance per liter was compared. Split applications of formulations consisting of dipping of seed tubers in 0.003 and 0.018% benzolinone solutions and of following foliar applications at the stage of flower buds in doses 100 and 600 ml·ha⁻¹ in 400 to 444 liters of water per ha were used. The formulations were evaluated on field emergence rate, number and weight tubers per hill, yield, starch content and nitrate content. Both formulations as DKV as EK have significantly increased number and weight of tuber under the hill mainly tubers of the middle consuming size category (Fig. 1) of three varieties and all localities (Tabs. I to IV). Number of tubers has increased from 11.5 to 34.7% (EK) and from 10.0 to 36.7% (DKV) over the control. Weight of tubers has increased from 7.8 to 32.2% (EK) and from 4.05 to 44.6% (DKV) over the control. Yield has significantly increased in average from 7.9 to 14.8% only by cv. Albina (Tabs. I, IV, V). Starch content was a little but insignificantly increased (Tabs. I to IV). Nitrate content has significantly decreased only by cv. Albina from 22.0 to 30.3% under control (Tabs. I, IV, V). Emulsifiable formulation inhibited the field emergence rate and had phytotoxic effect on the leaves (Fig. 2). The most sensitive variety was Svatava and the less one Albina. The best biological effect with benzolinone formulations on the quantitative and qualitative parameters was reached without fertilization (Tab. IV). On the base of these results was proposed Rastim 30 DKV into state verification tests in order to extend its registration for potatoes.

Keywords: *Solanum tuberosum* L.; growth regulator; benzolinone formulations; yield; starch content; nitrate content

ABSTRAKT: V maloparcelkových pokusoch sa sledoval vplyv dvoch rôznych finálnych formulácií benzolinonu v zemiakoch (*Solanum tuberosum* L.) u odrôd Albina, Svatava a Karin. Porovnával sa účinok dispergovateľného kvapalného koncentráту (DKV) s obsahom 300 g účinnej látky v 1 l a emulzného koncentráту (EK) s obsahom 50 g účinnej látky v 1 l. Použila sa delená aplikácia benzolinonu, pozostávajúca z ošetrenia sadby 0,003 a 0,018% roztokom benzolinonu a z následnej foliarnej aplikácie v štádiu tvorby kvetných púčikov v dávkach 100 a 600 ml prípravku v aplikačnom objeme 400 až 444 l·ha⁻¹. Hodnotil sa vplyv formulácií na vzhádzavosť, počet a hmotnosť hlúz pod trsom, úroda, obsah škrobu a dusičnanov. Obidve formulácie benzolinonu DKV aj EK boli porovnateľné svojím účinkom a preukazne zvyšovali ako počet, tak aj hmotnosť hlúz strednej konzumnej veľkosti. Počet hlúz bol zvýšený od 11,5 do 34,7 % (EK) a od 10,0 do 36,7 % (DKV). Hmotnosť hlúz bola rovnako pozitívne ovplyvnená, a to od 7,8 do 32,2 % (EK) a od 4,05 do 44,6 % (DKV). Úroda sa preukazne zvýšila iba u odrody Albina, a to v priemere od 7,9 do 14,8 %. Obsah škrobu sa mierne, avšak nepreukazne zvýšil. Obsah dusičnanov bol preukazne znížený len u odrody Albina, a to od 22,0 do 30,3 %, u odrôd Svatava a Karin nebol obsah dusičnanov ovplyvnený. EK mal retardačný vplyv na vzhádzavosť zemiakov a pretrvávajúci fytotoxický morfogénny účinok na ošetrené porasty. Najcitlivejšou odrodou bola Svatava a najrezistentnejšou Albina. Lepší biologický účinok porovnávaných formulácií na kvantitatívno-kvalitatívne parametre zemiakov sa prejavil na nehojenej lokalite s nižšou hladinou prístupných živín.

Kľúčové slová: *Solanum tuberosum* L.; regulátor rastu; formulácie benzolinonu; úroda; obsah škrobu; obsah dusičnanov

ÚVOD

Benzolinon je účinnou látkou prípravku Rastim 30 DKV, regulátora rastu so širším spektrom biologického účinku (Procházka et al., 1997). Jeho výrobcom je Istrochem, a. s., Bratislava. Účinná látka (3-benzoyloxykarbonylmetyl)-2-benzotiazolinon má rastovú aktivitu podobnú auxínu, ktorá bola dokázaná pri vegetatívnom množení rastlín (Rauscherová et al., 1991; Henselová, 1998), pri starnutí listových segmentov ovsa (Klíčová et al., 1994), ako aj pri regenerácii listových pletív v podmienkach *in vitro* (Procházka, 1992).

Jednou z plodín, na ktoré má aplikácia tohto regulátora pozitívny biologický účinok, je i zemiak, u ktorého prípravok preukazne ovplyvňoval ako počet, tak aj hmotnosť konzumných hlúz veľkosti 4 až 7 cm, avšak bez významnejšieho ovplyvnenia kvalitatívnych parametrov (Zrůst, Henselová, 1998). Vo viacerých predchádzajúcich pokusoch (Zrůst, 1990; Zrůst et al., 1992) sa nezistilo významné ovplyvnenie produkčných procesov tejto plodiny inými regulátormi. Listové aplikácie ethephonu a chlormequat chloridu zvyšovali u zemia-

kov počet nasadených hlúz, avšak redukovali ich hmotnosť (Rex, 1992). Meltzer et al. (1993) zaznamenali, že kombinovaná aplikácia GA₃ a Azoluronu na sadbu zvyšovala výnos o 21 % pri súčasnom znížení nadmerne veľkých hlúz. Podobne Mikitzel (1993) zistil zvýšenie počtu hlúz na trs do veľkosti 226 g, avšak celkový výnos máčaním sadby GA₃ nebol ovplyvnený. Regulátor rastu AC 243 654 zo skupiny nitroguanidínov, aplikovaný počas vegetácie, stimuloval u dvoch odrôd zemiakov výšku rastlín, vetvenie, indukoval tvorbu hlúz a zvyšoval výnos hlavne v kategórii veľkých hlúz (Pavlista, 1993).

V našich pokusoch sme overovali a porovnávali účinnok dvoch rôznych finálnych úprav benzolinonu na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov s cieľom výberu účinnejšej formulácie a jej návrhu do štátnych overovacích pokusov.

MATERIÁL A METÓDA

Výsledky maloparcelkových pokusov (Zrůst, Henselová, 1998) vyústili v potrebu overenia delenej apliká-

I. Vplyv dispergovateľnej (DKV) a emulznej (EK) formulácie benzolinonu na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov odrody Albina stanovený v lokalite Veľká Lomnica (SR) – Influence of dispersable (DKV) and emulsible (EK) formulation of benzolinone on yield and qualitative parameters of potatoes cv. Albina determined in the locality Veľká Lomnica (SR)

			Pokusný variant ¹		
			Kontrola ²	benzolinon	
				DKV	EK
Ošetrovanie sadby ³ (koncentrácia ⁴ , %)			–	0,003	0,018
Ošetrovanie porastu ⁵ (dávka ⁶ , ml.ha ⁻¹)			–	100	600
Veľkosť hlúz ⁷ (cm)	> 3,5	hmotnosť ⁸	1 120	980	1 200
		počet ⁹	54,2	46,0	56,0
	3,5–4,5	hmotnosť	2 740	2 600	2 970
		počet	67,7	64,5	68,8
	4,5–5,5	hmotnosť	7 430	8 970	9 820*
		počet	94,5	115,5	119,5*
< 5,5	hmotnosť	8 050	7 390	8 070	
	počet	49,5	54,3	56,3	
Σ	hmotnosť	19 340	19 940	22 060**	
	počet	266	280	301**	
Hmotnosť trsu ¹⁰ (g)			716,3	738,5	817,0**
Priemerný počet hlúz pod trsom (ks) ¹¹			9,85	10,4	11,2**
Úroda ¹²		t.ha ⁻¹	31,8	32,8	36,3
		% K	100	103,1	114,2
Obsah škrobu ¹³		%	17,5	17,8	18,2
		% K	100	101,7	104,1
Obsah dusičnanov ¹⁴		mg.kg ⁻¹	194,2	133,5	92,6
		% K	100	68,7**	47,7**

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

% K = percento kontroly – percentage of control

¹trial variant, ²control, ³seed treatment, ⁴concentration, ⁵foliar application, ⁶dose, ⁷tuber size, ⁸weight, ⁹number, ¹⁰weight per hill, ¹¹average tuber number per hill (pcs), ¹²yield, ¹³starch content, ¹⁴nitrate content

cie benzolinonu, ktorá v dvoch rôznych úpravách ponúka perspektívny typ ošetrovania z hľadiska pozitívneho ovplyvnenia úrody i kvality zemiakov. Jednou z úprav benzolinonu bola forma dispergovateľného kvapalného koncentráту (DKV) pre riedenie vodou s obsahom 300 g účinnej látky v 1 l. Druhou úpravou bol emulzný koncentrát (EK) s obsahom 50 g účinnej látky v 1 l. U oboch úprav bola overovaná delená aplikácia, pozostávajúca z ošetrovania sadby 0,003% (DKV) a 0,018% (EK) koncentraciou a z následného ošetrovania porastu v štádiu tvorby kvetných púčikov v dávke 100 ml.ha⁻¹ (DKV) a 600 ml.ha⁻¹ (EK).

Maloparcelkové pokusy boli založené na troch pokusných lokalitách, z ktorých dve reprezentujú zemiačské pestovateľské oblasti a jedna patrí do kukuričnej oblasti. Pokusy boli vykonané s tromi odrodami zemiakov (Albina, Svatava a Karin). Sadba zemiakov bola ošetrovaná tri až päť dní pred výsadbou ponorením hlúz do uvedených roztokov benzolinonu počas 3 s. Po vybratí a poukladaní hlúz sa roztok ponechal na hlúčach zaschnúť. Objem aplikovaného roztoku sa pohyboval od 340 do 390 ml v závislosti od spotreby sadbového materiálu, čo prakticky predstavuje 15 až 20 l.t⁻¹ sadiva. Aplikácia na porast v štádiu tvorby kvetných púčikov bola vykonaná chrbtovým postrekovačom pri pracovnom tlaku 0,4 MPa v aplikáčnom objeme 400 až 444 l.ha⁻¹.

Veľkosť pokusných parciel mala plochu 13,5 až 25 m², pričom každý variant vrátane kontroly bol založený v štyroch až šiestich opakovaniach. Výsadbba bola vykonaná v sponě 30 x 75 cm, čo predstavuje približne 44 444 trsov.ha⁻¹. Počas vegetácie bola podľa potreby zabezpečená adekvátna chemická ochrana proti plesni zemiačkovej. Použité dávky NPK živín na jednotlivých lokalitách v prepočte na 1 ha (rovnaké vo všetkých pokusných rokoch): Havlíčkův Brod – 80 kg N, 56 kg P, 106 kg K a 45 t maštalného hnoja zaoraného na jeseň; Veľká Lomnica – 120 kg N, 53 kg P a 183 kg K; Bratislava-Rača – pozemok nehojený, na jeseň zaoraná biomasa po strukovine.

Zber hlúz bol vykonaný ručne, resp. jednoriadkovým kombajnom SAMRO. Mechanické rozbory boli robené u 27 až 30 trsov na každý variant. Výsledky boli štatisticky vyhodnotené *t*-testom Studenta (Snedecor, Cochran, 1968).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tvorba hlúz zemiakov je hormonálne regulovaná (Ewing, 1995). Zmenené hormonálne vlastnosti rastlín pod vplyvom exogénne aplikovaných biologicky aktívnych látok môžu viesť ku zvýšeniu úrody tým, že ov-

II. Vplyv dispergovateľnej (DKV) a emulznej (EK) formulácie benzolinonu na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov odrody Svatava stanovený v lokalite Havlíčkův Brod (ČR) – Influence of dispersable (DKV) and emulsible (EK) formulation of benzolinone on yield and qualitative parameters of potatoes cv. Svatava determined in the locality Havlíčkův Brod (CR)

			Pokusný variant ¹		
			Kontrola ²	benzolinon	
				DKV	EK
Ošetrovanie sadby ³ (koncentrácia ⁴ , %)			–	0,003	0,018
Ošetrovanie porastu ⁵ (dávka ⁶ , ml.ha ⁻¹)			–	100	600
Veľkosť hlúz ⁷ (cm)	> 4	hmotnosť ⁸	1 050	1 200	1 316,7
		počet ⁹	49,7	57,5	57,8
	4–7	hmotnosť	7 366,7	7 941,7	9 450
		počet	99,8	109,8	119
	< 7	hmotnosť	24 950	24 141,7	21 033,3*
		počet	114,3	115,8	100
Σ	hmotnosť	33 366,7	33 283,3	31 800	
	počet	263,8	283,2	276,8	
Hmotnosť trsu ¹⁰ (g)			1 112,2	1 109,4	1 060
Priemerný počet hlúz pod trsom (ks) ¹¹			8,8	9,4	9,2
Úroda ¹²	t.ha ⁻¹	54,9	49,3	47,1	
	% K	100	89,8	85,8	
Obsah škrobu ¹³	%	15,35	15,7	15,20	
	% K	100	102,3*	99,0	
Obsah dusičnanov ¹⁴	mg.kg ⁻¹	167,8	179,3	179,3	
	% K	100	106,9	106,9	

* P < 0,05

% K = percento kontroly – percentage of control

For 1–14 see Tab. I

III. Vplyv dispergovateľnej (DKV) a emulznej (EK) formulácie benzolinonu na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov odrody Karin stanovený v lokalite Havlíčkův Brod (ČR) – Influence of dispersable (DKV) and emulsiable (EK) formulation of benzinolone on yield and qualitative parameters of potatoes cv. Karin determined in the locality Havlíčkův Brod (CR)

			Pokusný variant ¹		
			Kontrola ²	benzolinon	
				DKV	EK
Ošetrovanie sadby ³ (koncentrácia ⁴ , %)			–	0,003	0,018
Ošetrovanie porastu ⁵ (dávka ⁶ , ml.ha ⁻¹)			–	100	600
Veľkosť hlúz ⁷ (cm)	> 4	hmotnosť ⁸	400	683,3	391,7
		počet ⁹	21,8	34,7	23,8
	4–7	hmotnosť	3 808,3	5 508,3	4 700
		počet	65,7	89,8	88,5
	< 7	hmotnosť	31 100	27 000**	26 491,7**
		počet	168,2	156	162,2
	Σ	hmotnosť	35 308,3	33 191,7	31 583,3
		počet	255,7	280,5	274,5
Hmotnosť trsu ¹⁰ (g)			1 176,9	1 106,4	1 052,8*
Priemerný počet hlúz pod trsom (ks) ¹¹			8,52	9,35	9,15
Úroda ¹²	t.ha ⁻¹	52,4	49,3	46,7	
	% K	100	94,1	89,1	
Obsah škrobu ¹³	%	15,55	15,75	15,92	
	% K	100	101,3*	102,4**	
Obsah dusičnanov ¹⁴	mg.kg ⁻¹	182,7	186	181,5	
	% K	100	101,8	99,3	

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

% K = percento kontroly – percentage of control

For 1–14 see Tab. I

plyvňujú kvantitatívne parametre (Chernyadev, 1994). Toto konštatovanie potvrdzujú aj výsledky získané u odrôd Albina, Svatava a Karin s dvoma rôznymi formuláciami benzolinonu v nadväznosti na predchádzajúci výskum (Zrůst, Henselová, 1998).

Ošetrovanie sadby a následná foliárna aplikácia benzolinonu, ako v úprave dispergovateľnej, tak aj emulznej, zvyšovala počet hlúz pod trsom, a to hlavne počet a hmotnosť hlúz konzumnej veľkosti (tab. I až IV). Zvýšenie počtu hlúz pod trsom môže byť podľa nášho názoru spôsobené aj tým, že účinná látka ako auxinoid môže zvyšovať hladinu endogénnej kyseliny indolyloctovej a zosilňovať jej účinok, ktorý práve v období iniciácie tvorby hlúz má vzostupný trend (Procházka, Šebánek, 1997). V lokalite Veľká Lomnica došlo u odrody Albina k preukaznému zvýšeniu počtu hlúz veľkostnej kategórie od 4,5 do 5,5 cm o 22,2 až 26,45 % a tiež hlúz veľkosti nad 5,5 cm o 9,7 až 13,7 %, a to v prospech EK pred DVK (tab. I). V lokalite Havlíčkův Brod bol počet hlúz v strednej veľkostnej kategórii u odrody Karin zvýšený o 34,7 až 36,7 %, avšak u odrody Svatava iba o 10,0 až 19,2 % (tab. II a III). V lokalite Bratislava-Rača v rovnakej veľkostnej kategórii bol zistený nárast počtu hlúz u odrody Karin o 16,0 až 20 %, u odrody Svatava o 30,8 až 32,7 %, u obidvoch v prospech

EK, ale u odrody Albina o 11,5 až 13,5 % v prospech DKV (tab. IV).

Zvýšenie produkcie hlúz v strednej veľkostnej kategórii (obr. 1) na úkor redukcie počtu hlúz v najnižšej hmotnostnej kategórii pod 4 cm, resp. najvyššej nad 7 cm sa premietlo do celkovej výťažnosti počtu hlúz pod trsom. U poloskorej odrody Albina bol počet hlúz pod trsom zvýšený od 5,6 do 12,6 % (DKV) a od 3,4 do 13,7 % (EK). Zvýšenie počtu hlúz pod trsom korelovalo s hmotnosťou, ktorá bola zvýšená od 3,1 do 15,85 % (DKV) a od 14,05 do 15,1 % (EK) (tab. I). U odrody Svatava sa síce celkový počet hlúz pod trsom vplyvom DKV zvýšil od 7,1 do 8,1 %, celková hmotnosť však nebola ani u jednej z formulácií zvýšená (tab. II a III). Podobné výsledky dosiahol aj Rex (1992), ktorý zistil, že kombinovaná aplikácia ethephonu a chlormequat chlórúdu zvyšovala počet nasadených hlúz u odrody Russet Burbank, avšak zároveň redukovala ich hmotnosť. U odrody Karin bol taktiež stimulovaný počet hlúz pod trsom od 7,4 do 24,9 % (EK) a od 9,7 do 28,1 % (DKV), avšak hmotnosť týchto hlúz bola preukazne zvýšená iba v lokalite Bratislava-Rača, a to o 24,9 až 28,1 %. V lokalite Havlíčkův Brod bola zistená mierna depresia celkovej výťažnosti hlúz znížením na 89,45 až 94,0 % (tab. II a III). V najväčšej kategórii hlúz nad 7 cm sa dosiahli

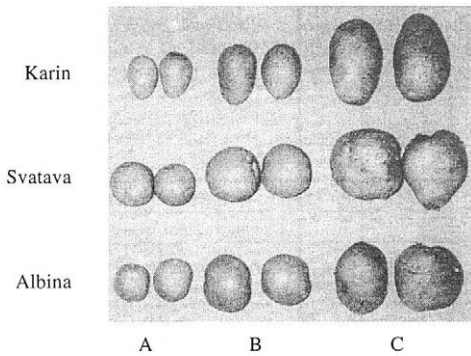
IV. Vplyv dispergovateľnej (DKV) a emulznej (EK) formulácie benzolinonu na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov odrôd Albina, Svatava a Karin stanovený v lokalite Bratislava-Rača (SR) – Influence of dispersible (DKV) and emulsible (EK) formulation of benzolinone on yield and qualitative parameters of potatoes cv. Albina, Svatava and Karin determined in the locality Bratislava-Rača (SR)

			Pokusný variant ¹								
			Albina			Svatava			Karin		
			kontrola ²	benzolinon		kontrola	benzolinon		kontrola	benzolinon	
				DKV	EK		DKV	EK		DKV	EK
Ošetrovanie sadby ³ (koncentrácia ⁴ , %)			–	0,003	0,018	–	0,003	0,018	–	0,003	0,018
Ošetrovanie porastu ⁵ (dávka ⁶ , ml.ha ⁻¹)			–	100	600	–	100	600	–	100	600
Veľkosť hľúz ⁷ (cm)	> 4	hmotnosť ⁸	1 410	1 710	2 130	2 640	3 060	1 620	1 050	720	1 470
		počet ⁹	96	78	108	177	171	129	90	60	81
	4–7	hmotnosť	11 418	13 305 ^{**}	12 270 [*]	11 850	12 330	12 780	4 740	5 730 ^{**}	57 60 ^{**}
		počet	156	177 ^{**}	174 [*]	156	204 ^{**}	207 ^{**}	75	87 [*]	90 ^{**}
	< 7	hmotnosť	1 672,5	1 680	2 400	4 080	3 360	3 870 [*]	12 150	16 530	15 180
počet		9	15	12	36	24	30	81	114	111	
Σ	hmotnosť	14 500,5	16 695	16 800	18 570	18 750	18 270	17 940	22 980	22 410	
	počet	261	270	399	369	399	366	246	261	282	
Hmotnosť trsu ¹⁰ (g)			483,4	556,5 ^{**}	560 ^{**}	619	625	609	598	766 ^{**}	747 ^{**}
Priemerný počet hľúz pod trsom (ks) ¹¹			8,7	9	9,8 [*]	12,3	13,3 [*]	12,2	8,2	8,7 [*]	9,4 [*]
Úroda ¹²		t.ha ⁻¹	21,5	24,7	24,9	27,5	27,8	27,1	26,6	34	33,2
		% K	100	114,9 ^{**}	115,8 ^{**}	100	101,1	98,5	100	127,8 ^{**}	124,8 ^{**}
Obsah škrobu ¹³		%	20,2	19,7	22,2	15,9	18,3	17,3	16,6	15,9	17,3
		% K	100	97,5	108,9	100	115,1 [*]	108,8 [*]	100	95,8	104,2
Obsah dusičnanov ¹⁴		mg.kg ⁻¹	172,6	152,8	163,4	167,7	161	162,3	183	182,4	179,1
		% K	100	88,5 ^{**}	94,7	100	96	96,8	100	99,7	97,9

* P < 0,05

** P < 0,01

For 1–14 see Tab. I



1. Kategórie veľkostí hlúz – Categories of tubers size

- A < 4 cm
B 4–7 cm
C > 7 cm

opačné výsledky, t. j. výťažnosť hlúz bola znížená na 86,8 % (DKV) a 85,2 % (EK) u odrody Karin a u odrody Svatava na 96,8 % (DKV) a 84,3 % (EK). U odrody Karin išlo o vysokopreukazný rozdiel medzi kontrolou i jednotlivými formuláciami (tab. III). Významnú redukciu nadmerného množstva veľkých hlúz vplyvom kyseliny giberelovej a Azoluronu, ktorá dosahovala 25 až 50 %, zaznamenali aj Mikitzel (1993) a Meltzer et al. (1993). Celková produkcia hlúz však bola zvýšená o 13 % a výnos o 21 %.

S počtom hlúz strednej veľkostnej kategórie bola zároveň zvýšená aj ich priemerná hmotnosť. U odrody Albina v lokalite Veľká Lomnica predstavovalo zvýšenie 22,2 až 26,45 % (tab. I), v lokalite Bratislava-Rača iba 7,5 až 16,5 % (tab. IV). Obdobné výsledky sa dosiahli aj u odrôd Karin a Svatava. Hmotnosť bola ovplyvnená vysoko u odrody Karin, v lokalite Havlíčkův Brod predstavovalo zvýšenie 23,4 až 44,6 % a v lokalite Bratislava-Rača 20,9 až 21,5 % (tab. IV) v prospech DKV. U odrody Svatava sa zvýšenie hmotnosti pohybovalo od 7,8 do 28,3 % (tab. II) a od 4,05 do 7,8 % (tab. IV). Dá sa všeobecne konštatovať, že benzolinon v strednej veľkostnej kate-

górii zvyšoval ako počet, tak aj hmotnosť hlúz, čím sa potvrdili výsledky z literatúry (Zrúst, Henselová, 1998).

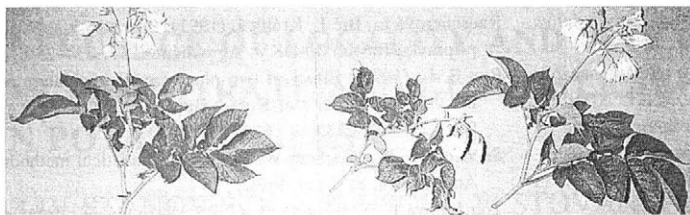
Celková hmotnosť hlúz pod trsom mala v konečnom dôsledku vplyv i na výšku úrody v jednotlivých pokusných lokalitách, ktorú do určitej miery ovplyvnili i rozdielna hladina prístupných živín NPK. U odrody Albina sa získali podobné výsledky na obidvoch lokalitách. Pri vyššej priemernej úrode 35 t.ha⁻¹ sa dosiahlo zvýšenie úrody iba o 3,1 až 5,3 % (tab. I), avšak pri podstatne nižšej priemernej úrode 21,5 t.ha⁻¹ bolo zvýšenie 14,9 až 15,8 % (tab. IV). Toto konštatovanie potvrdzujú i Konečný et al. (1992), ktorí zistili, že v roku 1991 vplyvom benzolinonu v DKV došlo k zvýšeniu úrody o 2 až 7 % (pri priemernej úrode zemiakov 41,9 t.ha⁻¹) a v roku 1992 o 6 až 17 % (pri priemernej úrode 22,8 t.ha⁻¹). U odrody Albina sa ukázal najlepší kvantitatívny efekt benzolinonu na výšku úrody, a to účinkom obidvoch formulácií (tab. V). U odrody Svatava a Karin sa pozitívny účinok overovaných formulácií benzolinonu na výnos neprejavil. U obidvoch odrôd v lokalite Havlíčkův Brod bola úroda znížená na 89,12 % preukazne až 94,1 % nepreukazne (u odrody Karin) a na 95,3 až 99,8 % (u odrody Svatava), a to v neprospech EK. V lokalite Bratislava-Rača bola úroda preukazne zvýšená iba u odrody Karin a nezmenená zostala u odrody Svatava (tab. II až IV). Podobné zvýšenie výnosov vplyvom benzolinonu zistili Zahradníček et al. (1993) a Tománková, Henselová (1995) u cukrovej repy, ako aj Henselová, Konečný (1994) u jarného jačmeňa, papriky, rajčičku a kukurice.

Je zrejme, že lepší pozitívny účinok benzolinonu na produkciu hlúz zemiakov a celkový výnos sa zaznamenal na nehojenej lokalite, resp. na lokalite s nižšou hladinou živín. Obdobné výsledky s regulátorom na báze cytokinínu uvádzajú aj Hradecká, Staszková (1996) u pšenice, kde najvyšší výnos sa dosiahol vplyvom regulátora na nehojenom variante, resp. na variante s nižšou hladinou dusíka (40 kg.ha⁻¹). Nízku úrodu zemiakov na lokalite Bratislava-Rača ovplyvnili pravdepodobne aj vysoké priemerné teploty a nedostatok zrážok v období naplňovania sinku, čo potvrdzuje hlavne nízka priemerná hmotnosť nasadených hlúz, a tým i celkový výnos. Na tejto lokalite mal benzolinon na ošetrované porasty

V. Porovnanie účinnosti benzolinonu v dispergovateľnej (DKV) a emulznej (EK) úprave v troch odrodách zemiakov – Comparison of the efficiency of benzolinone in dispersable (DKV) and emulsible (EK) formulations in three potato cultivars

Pokusný variant ¹		Albina			Svatava			Karin			
		úroda ¹² (t.ha ⁻¹)	obsah škrobu ¹³ (%)	obsah dusičnanov ¹⁴ (mg.kg ⁻¹)	úroda (t.ha ⁻¹)	obsah škrobu (%)	obsah dusičnanov (mg.kg ⁻¹)	úroda (t.ha ⁻¹)	obsah škrobu (%)	obsah dusičnanov (mg.kg ⁻¹)	
Kontrola ²	\bar{x}	26,65	18,85	183,4	41,2	15,6	167,75	39,5	16,1	182,85	
	% K	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Benzolinon	DKV	\bar{x}	28,75	18,75	143,15	38,55	17,0	170,15	41,65	15,8	184,2
		% K	107,9	99,5	78,05	93,6	109	101,4	105,4	98,1	100,7
	EK	\bar{x}	30,6	20,2	128,0	37,1	16,25	170,8	39,95	16,6	180,3
		% K	114,8	107,2	69,8	90,0	104,2	101,8	101,1	103,1	98,6

For 1, 2, 12–14 see Tab. I



Kontrola

RASTIM

EK

DKV

2. Morfogénny účinok formulácií benzolinonu (DKV a EK) na terminálnych listoch ošetrovaných zemiakov – Morphogenic effect of benzolinone formulations (DKV and EK) on the terminal leaves of treated potatoes

zemiakov čiastočne aj antisenescentný účinok, čo sa prejavilo oproti kontrole pomalším starnutím biomasy. Domnievame sa, že podobne ako u repy (Henselová, Vizárová, 1999) i u ošetrovaných porastov zemiakov mohol zvyšovať benzolinon aktivitu endogénnych cytokinínov, čím sa predĺžila fotosyntetická aktivita biomasy a oddialila sa degradácia chlorofylu, ktorá bola dokázaná pôsobením tohto regulátora (Klíčová et al., 1994). Okrem toho predpokladaný zvýšený obsah endogénnych cytokinínov, o ktorých je známe, že pomáhajú rastlinám prekonať stres (Lehmann, 1990), mohol v lokalite Bratislava-Rača pôsobiť antistresovo práve na zmieneny vodný deficit.

Chemický rozbor obsahu škrobu ukázali, že tento kvalitatívny parameter bol v porovnaní s kontrolou prevažne pozitívne ovplyvnený. U odrody Albina došlo ku zvýšeniu o 4,1 % (tab. I) až 8,9 % (tab. IV) v prospech EK. Vysokopreukazný bol nárast obsahu škrobu pod vplyvom EK u odrody Karin, preukazný u odrody Svatava (tab. II, III). U odrody Svatava sa obsah škrobu v lokalite Havlíčkův Brod preukazne zvýšil u DKV oproti EK (tab. II). V lokalite Bratislava-Rača bol u oboch formulácií preukazne zvýšený, a to o 8,8 až 15,1 % v prospech DKV (tab. IV).

Obsah dusičnanov bol preukazne znížený obidvoma formuláciami v lokalite Bratislava-Rača (tab. IV) a vysokopreukazne znížený v lokalite Veľká Lomnica (tab. I), a to o 31,3 až 52,3 % u odrody Albina. U odrody Karin bol zistený iba mierny nepreukazný pokles dusičnanov pod vplyvom EK (tab. III, IV). U odrody Svatava boli stanovené rozdielne výsledky, a síce v lokalite Bratislava-Rača (tab. IV) mierny pokles dusičnanov, naopak v lokalite Havlíčkův Brod (tab. II) zvýšenie u obidvoch formulácií v priemere o 6,85 %. Ani v jednom prípade však nebol zistený obsah dusičnanov nad povolený limit prípustný pre hľuzy zemiakov.

Z hľadiska komplexnosti posúdenia biologickej účinnosti benzolinonu a jeho porovnávaných finálnych formulácií na porasty zemiakov nie je zanedbateľná ani jeho fytoxicita pri ošetrovaní sadby. Tri týždne po výsadbe bolo u hľúz máčaných v EK evidentné pomalšie vzhádzanie, čo sa prejavilo i redukcii výšky vňate v priemere o 27 % oproti kontrole. Postupne sa však tento rozdiel zotrel a päť týždňov po výsadbe predstavovala táto redukcia v priemere už iba 8 %. U DKV neboli pozorované retardačné účinky na vzhádzavosť. Rovnako týždeň po listovej aplikácii EK boli viditeľné

slabé morfogénne účinky, ktoré sa prejavovali vo forme skrútených terminálnych listov (obr. 2). Tieto účinky sa časom zosilňovali a boli viditeľné aj na spodnejších partiách ošetrovaných porastov. Morfogénny účinok EK bol viditeľný ešte aj v čase fyziologického dozrievania porastov, naopak u DKV bola pozorovaná iba mierna počiatočná fytoxicita. Najmenej citlivou odrodou sa ukázala Albina a najviac citlivou Svatava. Uvedené morfogénne účinky však nemali vplyv na nástup jednotlivých fenofáz medzi porovnávanými úpravami ani voči kontrole. Rozdiely v prejavoch fytoxicity pripisujeme rozdielnej úprave benzolinonu, kde práve EK na báze organických rozpúšťadiel mohol zvyšovať penetráciu účinnej látky do miesta pôsobenia, a tým aj biologický účinok, ale zároveň bol i nositeľom vyššej fytoxicity.

Súhrne je možné konštatovať, že medzi porovnávanými formuláciami benzolinonu neboli zistené podstatnejšie rozdiely v biologickom účinku na sledované kvantitatívno-kvalitatívne ukazovatele zemiakov (tab. V). Pre neporovnateľne vyššiu fytoxicitu emulznej úpravy sa do štátnych overovacích pokusov pre získanie registrácie benzolinonu aj pre túto plodinu navrhla preto jeho dispergovateľná úprava.

LITERATÚRA

- Ewing E. E. (1995): The role of hormones in potato (*Solanum tuberosum* L.) tuberization. In: Davies P. J. (ed.): Plant hormones. Physiology, biochemistry and molecular biology. 2nd ed. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ.: 689–724.
- Henselová M. (1998): Benzolinone – active auxinoid for plant rhizogenesis. Bk Abstr. Pl. Physiol. Olomouc: 90.
- Henselová M., Konečný V. (1994): Rastim 30 DKV – regulátor rastu zvyšujúci úrodu a zlepšujúci kvalitu ošetrovaných plodín. Agrochémia, 34: 50–54.
- Henselová M., Vizárová G. (1999): Vplyv prípravku Rastim 30 DKV na obsah endogénnych cytokinínov a technologické parametre cukrovej repy (*Beta vulgaris* L.). Poľnohospodárstvo, 1999 (v tlači).
- Hradecká D., Staszková L. (1996): Vliv aplikace cytokininu a dusíkatého hnojení na jarní pšenici. Rostl. Vyr., 42: 301–306.
- Chernyadev I. I. (1994): Effect of 6-benzylaminopurine and thidiazuron on photosynthesis in crop plants. Photosynthetic, 30: 287–292.
- Klíčová Š., Šebánek J., Vítková H. (1994): Comparison of the effect of β -indolylacetic acid and benzolinon (Rastim

- 30 DKV) on the rate of senescence of oat (*Avena sativa* L.) leaves. *Biologia*, 49: 119–123.
- Konečný V. et al. (1992): Vývoj přípravku na báze benzolinonu. [Technická správa.] Bratislava, VÚCHT. 203 s.
- Lehmann K. (1990): Specific abundant proteins induced by jasmonate and osmotic stress correlation to senescence. Int. Symp. Physiology and biochemistry of cytokinins in plants, Liblice.
- Meltzer H. von, Wozniak H., Gross M. (1993): Erhöhung der Pflanz-gutansbeute bei Kartoffeln durch die Wirkstoffkombination Gibberellinsäure/Azolon. Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd., 37: 295–299.
- Mikitzel L. J. (1993): Influencing seed tuber yield of Ranger Russet and Shepody potatoes with gibberellic acid. Amer. Potato J., 70: 667–676.
- Pavlista A. D. (1993): Morphological changes and yield enhancement of Superior potatoes by AC 243.654. Amer. Potato J., 70: 49–59.
- Procházka S. (1992): Studium morforegulačních účinků přípravku Rastim 30 DKV z hlediska objasnění jeho způsobu účinku a transportu na úrovni intaktních rostlin a explantátových kultur. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ.
- Procházka S., Šebánek J. et al. (1997): Regulařory rostlinného růstu. Praha, Academia. 396 s.
- Rauscherová L., Bič J., Králík J. (1991): Poznatky z aplikace přípravku Rastim 30 DKV. *Agrochémia*, 31: 234–236.
- Rex B. L. (1992): Effect of two plant growth regulators on the yield and quality of Russet Burbank potatoes. *Potato Res.*, 35: 227–233.
- Snedecor G. W., Cochran W. G. (1968): *Statistical methods*. Ames, Iowa, St. Univ. Press.
- Tománková E., Henselová M. (1995): Formulácie přípravku Rastim 30 DKV a ich vplyv na kvalitatívne parametre cukrovej repy. *Agrochémia*, 35: 173–176.
- Zahradníček J., Kadlík A., Henselová M., Konečný V. (1993): Vliv biostimulátoru Rastim 30 DKV na výnos a technologickou jakost cukrovky pěstované na provozních plochách. *Listy cukrov. a řepař.*, 109: 98–103.
- Zrůst J. (1990): Využití regulátorů růstu v bramborářství. Výzkum bramborářské praxi. *Bull. Oseva VŠÚB*, 9: 23–32.
- Zrůst J., Henselová M. (1998): Vliv benzolinonu na tvorbu bramborových hlíz. *Rostl. Vyr.*, 44: 533–538.
- Zrůst J., Míča B., Novák J. (1992): Ovlivnění výnosu a kvality brambor kyselinou 2-chlorethylfosfonovou. [Výzkumná zpráva.] Havlíčkův Brod, VÚB. 38 s.

Došlo 25. 3. 1999

Kontaktná adresa:

RNDr. Mária H e n s e l o v á, CSc., Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina B-2, 842 15 Bratislava, Slovenská republika, tel.: 00421 7/60 29 66 44, fax.: 00421 7/65 42 41 38, e-mail: hensel@fns.uniba.sk

INFLUENCE OF LOCALITY AND WAY OF CULTIVATION ON THE NITRATE AND GLYCOALKALOID CONTENT IN POTATO TUBERS

VLIV STANOVIŠTĚ A ZPŮSOBU PĚSTOVÁNÍ NA OBSAH DUSIČNANŮ A GLYKOALKALOIDŮ V HLÍZÁCH BRAMBOR

K. Hamouz¹, J. Čepel², B. Vokál², J. Lachman¹

¹*Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic*

²*Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic*

ABSTRACT: In the period from 1995 to 1997 years field trials were conducted to investigate influence of soil and environmental conditions of localities with different above sea levels, variety, year and ecological way of cultivation on nitrate content (in seven varieties) and α -solanine and α -chaconine (in Karin variety) in fresh potato tubers. In three year trials significantly higher nitrate content ($145.1 \text{ mg NO}_3\text{.kg}^{-1}$) was determined in potato tubers from drier and warmer lower regions in comparison with traditional potato localities of Czech Republic of higher regions ($114.4 \text{ mg NO}_3\text{.kg}^{-1}$). There were found highly significant differences of nitrate contents among analysed varieties. In seven analysed varieties the highest nitrate content was determined in Impala variety ($204.5 \text{ mg NO}_3\text{.kg}^{-1}$), the lowest in Agria variety ($70.3 \text{ mg NO}_3\text{.kg}^{-1}$). The greatest influence on nitrate content had the year period. In a given year we have found these average contents (in $\text{mg NO}_3\text{.kg}^{-1}$): 1995 – 168.9 mg, 1996 – 107.0 mg, 1997 – 112.4 mg. In ecological way of cultivation there could be observed in all investigated years of cultivation decrease of nitrate content against results obtained for potatoes cultivated in conventional way that have not exceeded levels of statistical significance (by 15.5, 6.5 and 8%). Our results have not confirmed influence of soil and environmental conditions of higher and lower situated regions of Czech Republic on glycoalkaloid content (GA). Only in the 1995 year trial there was determined significantly higher GA content in potato tubers from higher regions (155 mg.kg^{-1} in comparison with 89.1 mg.kg^{-1} from lower regions). Influence of a given year on GA content has been manifested more significantly in comparison with that of locality. Average GA content in Karin variety had reached 82.9 mg.kg^{-1} . In all investigated years of cultivation could be observed evident unambiguous trend of higher GA content in potatoes cultivated in ecological way, but differences were not significant.

Keywords: potato; nitrates; glycoalkaloids; locality; ecological cultivation; variety; year

ABSTRAKT: V práci byl sledován obsah dusičnanů a glykoalkaloidů (GA) v hlízách brambor vypěstovaných v rozdílných půdně klimatických podmínkách tradičních bramborařských oblastí ČR (vyšší polohy) a nižších poloh, kde došlo v 90. letech ke značnému nárůstu ploch pro produkci konzumních brambor. Dále byl sledován vliv ekologického způsobu pěstování a ročníku a u dusičnanů odrůdové rozdíly. Přesné polní pokusy se sedmi odrůdami proběhly v letech 1995 až 1997 na šesti stanovištích (Hamouz et al., 1999). Rozbory čerstvé hmoty hlíz po sklizni byly pro dusičnany provedeny ionselektivní elektrodou a pro GA (jen u odrůdy Karin) metodou HPCL. Byl zjištěn průkazně vyšší obsah dusičnanů u brambor z nižších poloh (tab. I, obr. 1), což souvisí jednak s vyšší úrodností půd (Prugar, 1992), jednak s nižšími srážkami v obdobích vegetace kritických pro růst rostlin a hlíz oproti vyšším polohám, kdy stresy suchem narušily proces fotosyntézy a zpomalily zabudování dusičnanů do bílkovin (Augustin et al., 1977; Míča et al., 1991). Průkazný vliv na obsah dusičnanů měla rovněž odrůda (tab. I). S výjimkou odrůdy Agria obsah dusičnanů vcelku koresponduje s raností odrůd (obr. 2). Ze sledovaných faktorů měl nejvyšší vliv na obsah dusičnanů ročník (tab. I). Mimořádně vysoké úhrny srážek na konci vegetace (v září v průměru stanovišť 202,2 % normálu), podnormální teploty a malá četnost slunečních dnů na některých stanovištích v roce 1995 se projevil ve snížené fotosyntetické aktivitě a hromadění dusičnanů (Míča et al., 1991). U některých porostů se ukázalo i horší vyzrávání. U brambor z ekologického pěstování byl zřejmý ve všech letech trend nižšího obsahu dusičnanů oproti konvenčnímu způsobu, ale rozdíly byly neprůkazné (obr. 4, tab. II). Nebyl prokázán vliv půdně klimatických podmínek jednotlivých oblastí na obsah GA u odrůdy Karin (tab. III, obr. 5). Vysoký obsah GA ve vyšších polohách v roce 1995 dáváme do souvislosti s menší vyzrálostí hlíz v této oblasti z téhož důvodu jako v případě dusičnanů (mimořádně vysoké srážky v závěru vegetace hlavně ve vyšších polohách). Ročník měl větší vliv na obsah GA než oblast. Průkazně se odlišila vegetace roku 1995 (v průměru lokalit srážky 123,3 % normálu, průměrné teploty $1,1 \text{ }^\circ\text{C}$ nad normál) od obou následujících let (tab. III, obr. 7). Náš výsledek z roku 1995 je v rozporu s předpokladem stresu sucha pro vysoké obsahy GA (např. Zrůst, 1997). Zřejmě se opět projevila popsáná nižší vyzrálost hlíz z některých stanovišť. Ve všech třech letech byl zjištěn vyšší obsah GA u brambor z ekologického pěstování

proti konvenčnímu (obr. 8), ale jde pouze o trend, který byl nejvýraznější v roce 1995 (tab. III). Poměr α -solaninu a α -chaconinu se pohyboval v intervalu od 1 : 1,16 do 1 : 3,1, absolutní hodnoty obsahu GA od 29,17 do 284,47 mg.kg⁻¹. Průměrný obsah GA u odrůdy Karin dosáhl hodnoty 82,9 mg.kg⁻¹.

Klíčová slova: brambory; dusičnany; glykoalkaloidy; stanoviště; ekologické pěstování; odrůda; ročník

INTRODUCTION

Besides compounds important in human nutrition potato tubers contain also other compounds that in certain amounts could represent health risk. This is the reason why for many years attention has been focused on nitrate and steroid glycoalkaloid contents in potato tubers. Nitrate and glycoalkaloid (GA) contents in potato tubers are in many countries limited. In the Czech Republic it is restricted by regulation of Ministry of Health from the year 1997 that has adapted previously valid limit (that has been too restrictive) to requirements of EU countries at today's level 300 mg NO₃.kg⁻¹ and in early potatoes (to July 15) 500 mg NO₃.kg⁻¹ of fresh potato tubers and newly introduced GA limit (α -solanin, α -chaconin) 200 mg.kg⁻¹ in fresh potato tubers.

Besides nitrogen fertilisation nitrate content in tubers is influenced also in great deal by factors affected by weather and locality conditions. Knowledge about particular influence of individual factors is not unambiguous. Míča et al. (1991) have drawn conclusions that basic presumption of lower nitrate content in tubers is sufficiency of precipitation amounts (500 mm precipitation during the vegetation period should insure their sub-limited content in tubers). It depends also on distribution of precipitation during vegetation and on other factors. E.g. cool weather, a little sunny days and rich precipitation decrease photosynthetic activity and eventual in nitrate accumulation in their consequence. Augustin et al. (1977) found decrease of nitrate nitrogen at higher soil moisture level in peeled potato tubers cultivated at 65 and 85% soil moisture level during vegetation period. Significant influence of year of cultivation demonstrated Cieslik (1994) in trials with five varieties.

Most authors who investigated causes of GA content in tubers have found significant influence of the given year and variety (Ross et al., 1978; Love et al., 1994; Zrůst, 1997). Zrůst (1997) substantiates high GA content in his field trials with three varieties in the year 1994 with stress caused by drought, high temperatures, excessive period of sunshine in vegetation and specific interactions between varieties and environmental conditions that are genetically given. Ross et al. (1978) found that stress caused with drought does not influence unequivocally. These authors in field trial with five varieties obtained in dry vegetation period in the year 1975 rather low and in the following dry vegetation period in the year 1976 rather high GA contents. They also demonstrated different reaction of varieties caused by the drought stress.

The aim of this work was to compare nitrate and GA contents in potatoes cultivated in different soil climate conditions of traditional potato growing regions in CR and lower regions where in the 90s substantially increased areas cultivated with potatoes designated for human nutrition. Other items to solve were to determine influence of ecological way of cultivation, to determine varietal differences and influence of the given year.

MATERIAL AND METHODS

In the years 1995 to 1997 in the field trials on twelve localities in CR were cultivated potatoes of Impala, Karin, Korela, Rosella, Santé and Ornella varieties after unified ways of planting. Six localities were situated in lower, warmer and drier regions with fertile predominantly loam soils (prevail Orthic Luvisol and black Luvic Chernozem) and in this contribution they are indicated with the common term lower regions. Other six localities were situated in higher, cooler and more humid regions with less fertile predominantly sandy loam soils (prevails Cambisol) and it represents traditional potato growing regions in CR. In our contribution we have indicated them as higher regions. On two localities besides conventional way of potato cultivation another variant – growing with ecological way of cultivation without using of chemical protection and industrial fertilisers was included into the trials. Further details and characteristics of trial localities were described by Hamouz et al. (1999).

After harvest in the given years in tubers from all localities nitrate content (in all seven varieties) and GA content (only in Karin variety) was determined. For nitrate content tubers were analysed with ion-selective electrode ISE (Nitrate XQ-1 Orion, Boston) after Davídek et al. (1977). GA content was determined by HPLC method as described by Kobayashi (1989). The system consisting of high pressure pump HPP 4 001 (Laboratorní přístroje, Praha), sample injection valve Rheodyne 7010 and loop filler port Rheodyne 7012 (Rheodyne, California) and UV detector LCD 2082 (Ecom, Praha) was used. HPLC was performed on glass column (150 x 3 mm) fulfilled with Separon SGX NH₂, 5 μ m (Tessek, Praha) with UV detection at 210 nm. Isocratic elution with mobile phase acetonitrile-ethanol-0.005 mol.l⁻¹ KH₂PO₄ (3 : 2 : 1) with flow rate 0.2, 0.4 or 0.5 ml.min⁻¹ (regarding good separation of peaks) and injection 20 μ L was used in the trial. For chromatogram evaluation software Apex was used and quantification was performed on the basis of calibration curve.

RESULTS AND DISCUSSION

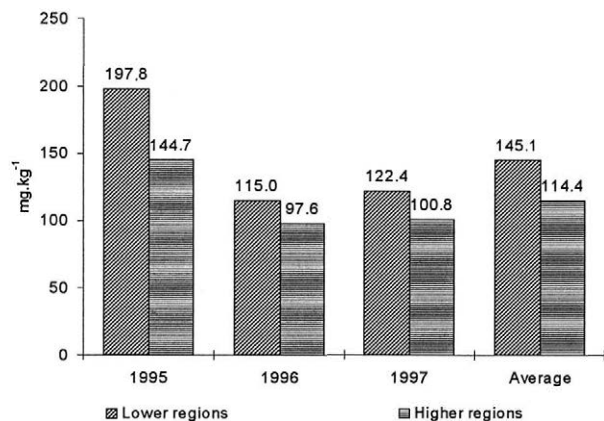
Nitrate content

From investigated factors (locality, variety, and year of cultivation) the locality had the smallest but significant influence on nitrate content in tubers (Tab. I). Potatoes cultivated in lower regions contained in all three years more nitrates than potatoes cultivated in higher regions (Fig. 1). Conclusive effect of higher nitrate content in potatoes from lower regions had evidently significantly lower total sums of precipitation amounts in

I. Analysis of variance of the content of nitrates (three years results of seven varieties from six localities of lower regions and six localities of higher regions)

Source of variability	Regions	Varieties	Years
F-values	26.113	33.265	49.004
Significance	**	**	**
** statistically highly significant difference ($P < 0.01$)			
Significant differences			
		average	Tukey 5%
Regions	lower	145.1	a
	higher	114.4	b
Years	1995	168.9	a
	1996	107.0	b
	1997	112.4	b
Varieties	Agria	70.3	a
	Ornella	94.7	a
	Santé	117.1	b
	Rosella	121.6	b
	Korela	130.4	c
	Karin	167.3	c
	Impala	204.5	d

Differences between average values designated with same letters are not significant

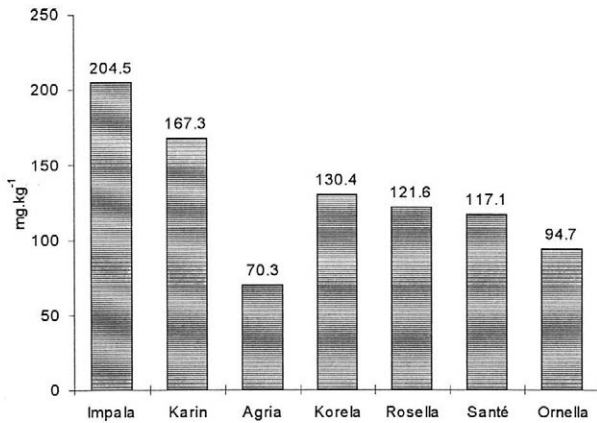


1. Nitrate content (NO_3 , mg.kg^{-1}) affected by locality conditions (average of seven varieties from six localities of both type regions)

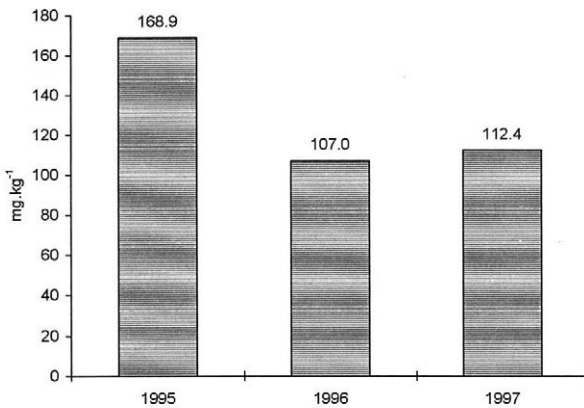
vegetation period, especially in periods critical for plant and tuber growth in these regions in comparison with higher regions. In these higher situated regions stresses caused by drought had slightly modified process of photosynthesis and restricted using of nitrogen by plant.

Our results confirm information of Míča et al. (1991) and Augustin et al. (1977). Higher nitrate content in the localities situated in lower regions is doubtless connected with soil conditions. On Orthic Luvisol and Luvic Chernozem with higher soil fertility and biological efficiency in connection with higher average temperatures in lower regions are apparently in consequence of mineralisation accumulating more nitrates (higher supply in soil solution influences their accumulation by plants) in comparison with soils of higher regions. Similar information gave also Prugar (1992) who mentioned that the higher soil fertility, the higher the potential ability of plant to accumulate nitrates.

Significant influence on nitrate content had the variety (Tab. I, Fig. 2). From seven used varieties on average of three years has accumulated nitrates at greatest deal Impala variety (very early) and Karin variety (early). These two varieties have differed from others significantly in nitrate content, among them there were found significant differences. Group with average nitrate content within investigated varieties represented Korela, Rosella and Santé varieties (all semi-early). The lowest values has demonstrated the Ornella variety (semi-late) and at the first place Agria (early) showing only 34% of nitrate content in Impala variety. Determined varietal differences in nitrate content correspond to results that were already published earlier (Hamouz, 1991; Jůzl, 1993; Cieslik, 1994). They partially confirm knowledge of Míča, Vokál (1990) and Zrůst, Holá (1994) that varieties with shorter vegetation period tend to accumulate higher nitrate content in comparison with varieties of longer vegetation period. It is connected with physiology of growth when plant needs certain time and conditions for conversion of received nitrates – their reduction to NH_3 and incorporation into proteins.



2. Nitrate content (NO_3^- , mg.kg^{-1}) affected by variety (three years average from 12 localities)

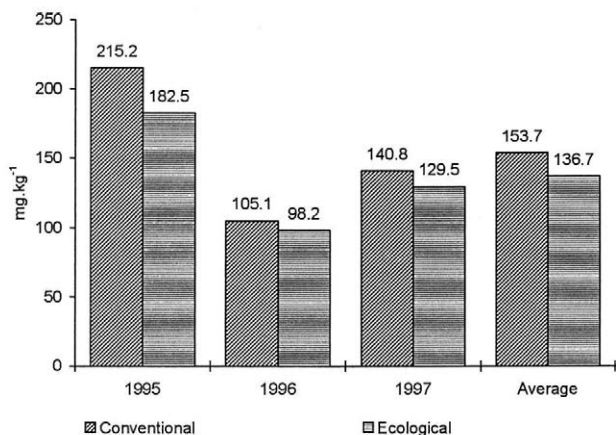


3. Nitrate content (NO_3^- , mg.kg^{-1}) affected by year of cultivation (average values of seven varieties from 12 localities)

From investigated factors the most apparent influence on nitrate content had the year of cultivation (Tab. I). The year 1995 with the highest precipitation sum in vegetation period in average from all experimental localities (123% of normal value) from all investigated years has significantly differed in high nitrate content from both following years (Tab. I, Fig. 3). This result is surprising regarding above-average precipitation in vegetation in the year 1995 because according to the authors mentioned above (Augustin et al., 1977; Míča et al., 1991) just enough precipitation is a basic presumption of low accumulation of nitrates in tubers. Our results were apparently influenced significantly by uneven distribution of precipitation amounts during vegetation in the year 1995, especially by their extraordinary high sums at the end of vegetation period (in September 202.2% of normal value from all experimental localities in average). Plants had too long vegetation period, badly ripened and nitrates could not be incorporated into amino acids and proteins. High nitrate contents in immature tubers are referred e.g. by Jůzl (1993) and Hamouz (1991). On some localities at the end of vegetation period extraordinary high amounts of precipitation, below-normal temperatures and a low number of

sunny days occurred. These factors have probably caused lower photosynthetic activity and nitrate accumulation (in accordance with results obtained by Míča et al., 1991). Valid limit $300 \text{ mg NO}_3^-.\text{kg}^{-1}$ for nitrate content in tubers was not in the years 1996 and 1997 exceeded in any case. In the year 1995 it was exceeded in four from 88 samples.

In the potatoes cultivated in ecological way there could be observed in all investigated years trend of lower nitrate content in tubers as compared with potatoes cultivated in conventional way (Fig. 4), but obtained results were not significant (Tab. II). Relatively considerable difference in nitrate contents between ways of cultivation (near below measure of significance) was found in the year 1995, but in two following years differences were much lower. It is apparently in connection with premature termination of vegetation with late blight (*Phytophthora infestans* Mont.) in this chemically untreated variant cultivated in ecological way. This happened in the years 1996 and 1997 at the stadium of full vegetation when the tubers were immature and nitrates were incorporated into other compounds only in lesser extent.



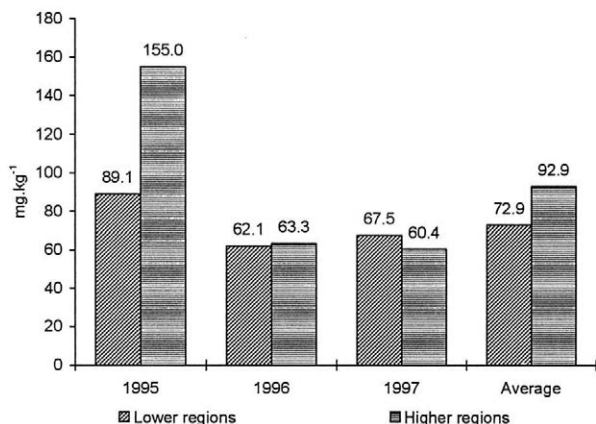
4. Nitrate content (NO_3^- , mg.kg^{-1}) affected by way of cultivation (average values of seven varieties from two localities)

II. Analysis of variance of the content of nitrates in potato tubers from conventional and ecological way of cultivation (three years results of seven varieties from two localities)

Source of variability	Way of cultivation	Varieties	Years
F-values	2.513	14.690	25.660
Significance		**	**

III. Analysis of variance of the content of total glycoalkaloids (three years results of Karin variety from six localities of lower regions and six localities from higher localities)

Source of variability	Regions	Years
F-values	2.509	9.623
Significance		**

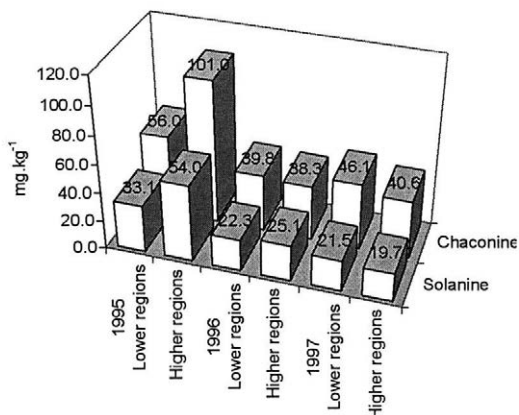


5. Total glycoalkaloid content in Karin variety (mg.kg^{-1}) affected by locality conditions (average from six localities of both type regions)

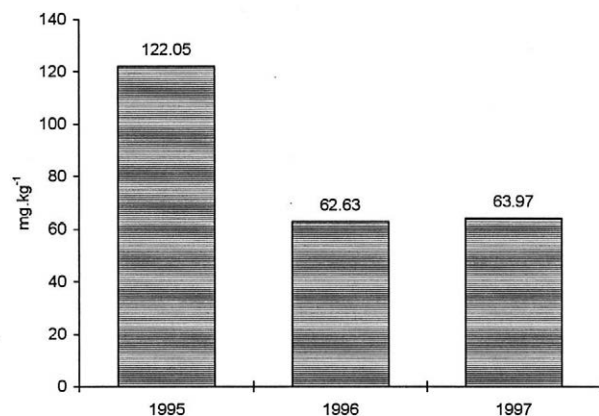
Glycoalkaloid content

Results obtained from three years have not confirmed in average effect of soil-climatic conditions on GA content in tubers of Karin variety (Tab. III). Differences in GA contents in tubers among regions were in the year 1996 minimal. In the year 1997 was evident certain tendency of higher GA contents in lower regions, but in the year 1995 decisively higher content of these compounds in tubers from higher regions with cooler and more humid climate (Fig. 5) was determined. Also literary data to this problem are not unambiguous (e.g. Ross et al., 1978), but it is prevailing opinion that high GA content is connected with stress caused by dryness

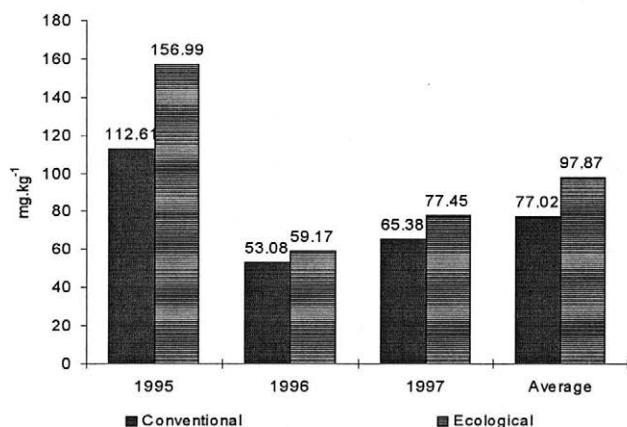
and high temperatures during vegetation (e.g. Zrůst, 1997). In our results obtained from the year 1995 higher GA content in tubers from higher regions is evidently connected with worse tuber maturity at harvest (Verbist, Monet, 1979) in comparison with lower regions. This immaturity was caused by high amounts of precipitation in higher regions at the end of vegetation (September 216.5% of normal value and 137% of average precipitation amounts in lower regions where in addition potatoes finish earlier their vegetation period). Average GA content in Karin variety from all localities in three years period has reached the value 82.9 mg.kg^{-1} in fresh tubers. Panovská et al. (1994) found in this variety average content 49.3 mg.kg^{-1} and Zrůst (1997) in the



6. Reciprocal ratio of α -solanine and α -chaconine in Karin variety affected by locality conditions and year of cultivation (average values from six localities of both type regions)



7. Total glycoalkaloid content in Karin variety (mg.kg^{-1}) affected by year of cultivation (average values from 12 localities)



8. Total glycoalkaloid content in Karin variety (mg.kg^{-1}) affected by way of cultivation (average values from two localities)

years 1994 to 1996 in average $116.68 \text{ mg GA.kg}^{-1}$. GA content values divided in interval from 29.17 to $284.47 \text{ mg.kg}^{-1}$ and in two cases there was exceeded the limit value valid in CR, i.e. 200 mg.kg^{-1} . In both cases in the year 1995 it was on the localities with extraordinary high amounts of precipitation in September (147.3 and 106.1 mm).

Dependency of reciprocal ratio of α -solanine and α -chaconine on region (Fig. 6) was not determined. This ratio had in average from all localities in the given years values between $1 : 1.5$ to $1 : 2.1$ with limit values from $1 : 1.16$ to $1 : 1.3$. These data are corresponding to most literary references (Panovská et al., 1994; Wunsch, Munzert, 1994; Zrúst, 1997).

Year of cultivation has shown in our trials greater effect on GA content than region. This fact is confirmed with calculated F -value in Tab. III. It had significantly differed with higher GA content in tubers in the year 1995 from both next years (Tab. III, Fig. 7). These years distinguished from the point of view of climatic

IV. Analysis of variance of the content of total glycoalkaloids in potato tubers from conventional and ecological way of cultivation (three years results of Karin variety from two localities)

Source of variability	Way of cultivation	Years
F-values	5.320	28.407
Significance		**

conditions with the above-normal highest amounts of precipitation (123.3% of normal value) and the highest average temperatures (1.1 °C above normal value) in the given vegetation periods. From the point of view of temperature the effect of higher GA content in above-average temperature vegetation period in the year 1995 is in accordance with the results obtained by Zrůst (1997). This author, in contrast to us, found high GA content in the period of great deficit of precipitation, but according to Ross et al. (1978) the stress caused by drought does not influence GA content unambiguously. Our result could be at least partially explained by the fact that average GA content from all twelve localities in the year 1995 was expressively influenced by high GA contents on the localities situated in higher regions (Fig. 5). This fact was explained by lower potato tuber maturity previously. Three years results have not demonstrated influence of ecological way of cultivation on GA content in tubers in Karin variety (Tab. IV). In potatoes cultivated in this way was not doubt in all investigated years determined higher GA content in tubers as compared with conventional way of growing (Fig. 8), but it was only a tendency which was expressive only in the year 1995. Nevertheless, the fact that toxins of natural origin on the basis of glycoalkaloids are involved in protection mechanism of potato plants against invasion with pests (Panovská et al., 1994), our results have not proved presumption that plants cultivated in ecological way are defending themselves against invasion with their higher concentration.

Acknowledgement

This contribution has originated on the basis of results obtained during research work on the project No. IE 0950975119 of Ministry of Agriculture CR. Authors express thanks for financial support.

REFERENCES

Augustin J., Mc Dole R. E., Painter G. C. (1977): Influence of fertilizer, irrigation, and storage treatments on nitrate-N content of potato tubers. *Amer. Potato J.*, 54: 125–136.

- Cieslik E. (1994): The effect of naturally occurring vitamin C in potato tubers on the levels of nitrates and nitrites. *Fd. Chem.*, 49 (3): 233–235.
- Davídek J. a kol. (1977): Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL. 718 pp.
- Hamouz K. (1991): Vliv dusíkatého hnojení na obsah dusičnanů u zavlažovaných porostů raných brambor. *Rostl. Výr.*, 37 (2): 145–149.
- Hamouz K., Lachman J., Vokál B., Pivec V. (1999): Influence of environmental conditions and way of cultivation on the polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers. *Rostl. Výr.*, 45 (7): 293–298.
- Jůz M. (1993): Výživa dusíkem ve vztahu k výnosu a obsahu dusičnanů v hlízách velmi raných brambor. *Rostl. Výr.*, 39 (11): 987–993.
- Kobayashi K., Powell A. D., Toyoda M., Saito Y. (1989): High-performance liquid chromatographic method for the simultaneous analysis of α -solanine and α -chaconine in potato plants cultured *in vitro*. *J. Chromatogr.*, 462: 357–364.
- Love S. L., Herrman T. J., Thomson-Johns A., Baker T. P. (1994): Effect and interaction of crop management factors on the glycoalkaloid concentration of potato tubers. *Potato Res.*, 37 (1): 77–85.
- Míča B., Vokál B. (1990): Změny v obsahu celkového a dusičnanového dusíku u různých odrůd brambor a hnojení. *Rostl. Výr.*, 36 (4): 355–366.
- Míča B., Vokál B., Penk J. (1991): Dusičnany v bramborách a možnosti snížení jejich obsahu. Praha, MZe ČR. 75 pp.
- Panovská Z., Hajšlová J., Kotal F. (1994): Výskyt glykoalkaloidů u odrůdách brambor pěstovaných v ČR. *Rostl. Výr.*, 40 (12): 1123–1128.
- Prugar J. (1992): Agroekologické faktory ve vztahu k hromadění dusičnanů v zelenině a bramborách. *Rostl. Výr.*, 38 (9–10): 875–881.
- Ross H., Pasemann P., Nitzsche W. (1978): Der Glykoalkaloidgehalt von Kartoffelsorten in seiner Abhängigkeit von Anbauort und -jahr und seiner Beziehung zum Geschmack. *Z. Pfl.-Zücht.*, 80: 64–79.
- Verbist J. F., Monnet R. (1979): A propos de la teneur en solanine des petite tubercules nouveaux de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.*, 22: 239–244.
- Wunsch A., Munzert M. (1994): Einfluss von Lagerung und Sorte auf die Verteilung der Glykoalkaloide in der Kartoffelknolle. *Potato Res.*, 37 (1): 3–10.
- Zrůst J. (1997): Obsah glykoalkaloidů v hlízách brambor (*Solanum tuberosum* L.) ovlivněný pěstitelskými opatřeními a mechanickým poškozením. *Rostl. Výr.*, 43 (11): 509–515.
- Zrůst J., Holá Z. (1994): Vliv přechodného období sucha na obsah celkového a bílkovinného dusíku a dusičnanů v hlízách brambor. *Rostl. Výr.*, 40 (3): 271–279.

Received on March 25, 1999

Contact Address:

Ing. Karel Hamouz, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 25 48, fax: 02/24 38 25 35, e-mail: safrankova@af.czu.cz

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Z ČINNOSTI ODBORU ROSTLINNÉ VÝROBY ČAZV

Odbor rostlinné výroby ČAZV na plenárním zasedání v březnu 1999, které bylo zároveň i zasedáním volebním, bilancoval výsledky své práce za poslední tři roky.

Členové odboru rostlinné výroby konstatovali, že předsednictvu ČAZV se podařilo zvýšit prestiž akademie především ve vztahu k MZe, méně již k ostatní odborné veřejnosti. I tak je zřejmé, že ČAZV by měla aktivněji prosazovat své názory na řešení složitých otázek zemědělské politiky ČR. Při diskusích o významu a poslání ČAZV se často poukazuje na nutnost větší informovanosti členů a na potřebu vycházet z názorů jednotlivých odborů akademie. Zdůrazňuje se dále požadavek posílit význam a vliv Rady akademie a nutnost bezprostředního kontaktu předsednictva ČAZV s vedoucími pracovníky jednotlivých výzkumných institucí rezortu. Vývoj v ČAZV směřuje k postupnému naplnění představ o nezávislé vědecké společnosti. K tomu je však nezbytná aktivita všech členů ČAZV, která mnohdy chybí. Navíc ČAZV nemá vlastní finanční prostředky a její činnost je částečně zajišťována MZe, ale především dobrovolnou prací členů ČAZV, a to hlavně díky pochopení jejich zaměstnavatelů. I zde se nabízí otázka, jestli by MZe nemohlo vytvořit důstojnější podmínky pro činnost ČAZV. Je však třeba zároveň ocenit, že MZe finančně zajišťuje činnost sekretariátu akademie a vydávání vědeckých časopisů, jejichž úroveň se zvýšila zejména zásluhou ČAZV.

Těžiště práce odboru rostlinné výroby je v komisích pro tyto obory:

- fyziologie rostlin (předseda prof. Ing. S. Procházka, DrSc.)
- genetika, šlechtění a semenářství (předseda Ing. V. Šíp, CSc.)
- výživa rostlin (předseda prof. Ing. V. Vaněk, CSc.)
- polní plodiny (předseda prof. Ing. J. Zimolka, CSc.)
- zahradní a speciální plodiny (předsedkyně doc. Ing. K. Petříková, CSc.)
- pícninářství (předseda Ing. J. Procházka, CSc.)
- jakost rostlinných produktů (předseda doc. Ing. J. Prugar, DrSc.)
- biometrika (předseda Ing. J. Hartman, CSc.)

Komise odboru se nejen podílejí na přípravě seminářů pro odbornou veřejnost, resp. připravují podklady a stanoviska pro odbor rostlinné výroby, předsednictvo

ČAZV a MZe, ale zároveň představují platformu pro výměnu názorů mezi vědeckými pracovníky a jsou zdrojem poznatků pro formování vědní politiky rezortu.

V uplynulém období předsednictvo odboru rostlinné výroby pro své členy několik setkání, na kterých byly např. diskutovány aktuální otázky zemědělské a vědní politiky, byly projednány současný stav a perspektivy zahradnické produkce v ČR a systémy ekologického zemědělství (včetně uspořádání exkurze do Rakouska). V letošním roce byl např. vyčleněn značný prostor postavení a úloze rostlinné výroby v koncepci agrární politiky a nepotravinářskému využití rostlinné produkce.

Při přípravě plenárních zasedání odboru rostlinné výroby je samozřejmostí spolupráce s pracovníky MZe, kteří pro tato jednání připravují zásadní vystoupení na vysoké úrovni. Problémem je ovšem prezentace přednesených informací v odborném tisku a formulace závěrů a jejich další využití v práci ČAZV i MZe.

Odbor rostlinné výroby se v uplynulém období věnoval mimo jiné též podpůrným programům v rámci nařízení vlády, věcným záměrům návrhů některých zákonů (o prodeji zemědělské půdy, vinohradnictví, chmelářství), zemědělskému poradenství, prioritám výzkumných programů a také činnosti a složení redakčních rad časopisů Rostlinná výroba, Zahradnictví a Genetika a šlechtění.

Pro jednání předsednictva ČAZV připravil odbor podklady týkající se strukturálních problémů rostlinné výroby v ČR, dále systémů hospodaření v marginálních oblastech a nového pojetí a legislativy odrůdového zkušebnictví a semenářství. Odbor rovněž delegoval své členy pro práci v programových radách NAZV a pro přípravu tzv. pozičního dokumentu pro integraci ČR do EU.

Výčet činností odboru však zdaleka nekončí a bylo by možné vyjmenovávat další. Všem aktivním členům odboru, zejména místopředsedovi Ing. L. Dotlačilovi, CSc., tajemníkovi Ing. Z. Stehnovi, CSc., a všem předsedům komisí patří poděkování za jejich obětavou a nezištnou práci, bez níž by činnost odboru rostlinné výroby nebyla možná.

Situace celého agrárního sektoru u nás, rostlinnou výrobu nevyjímaje, je svízelná a velmi obtížně a pomalu se hledají cesty a východiska, jak přiblížit naši agrární politiku systému EU. ČAZV se chce na tomto náročném procesu rovněž podílet.

Ing. Bohumil Vokál, CSc.

VZTAH NĚKTERÝCH RŮSTOVÝCH CHARAKTERISTIK A VÝNOSU HLÍZ U VELMI RANÝCH ODRŮD BRAMBOR

RELATIONSHIP BETWEEN SOME CHOSEN GROWTH CHARACTERISTICS AND YIELD OF VERY EARLY POTATO VARIETIES

J. Zrůst¹, J. Hlušek², M. Jůzl², V. Přichystalová¹

¹*Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic*

²*Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic*

ABSTRACT: Small-plot field trials were conducted in two production regions: Žabčice near Brno (184 m above sea level) and Valečov near Havlíčkův Brod (460 m above sea level) with two N levels (60 and 120 kg.ha⁻¹) with four very early potato varieties (Ukama, Impala from the Netherlands, Krystala, Koruna from CR). Five or six plant samples were taken in week intervals during vegetation. Partial characteristics of production performance: rate of photosynthesis (P_N), growth of hill dry matter, growth of leaf area and some other values obtained by the method of growth analysis were investigated. Complex characteristic production performance was expressed as a total tuber production. This contribution is a continuation of our previous study (Zrůst, Jůzl, 1996). Relatively simplest component of the total complex of yield performance of potatoes was the rate of photosynthesis (P_N). It was measured only at the site Valečov in the period of reached maximum values. Highly significant differences among replications (Tab. I) were caused by sampling dates (Zrůst, 1993). P_N showed a significant genotype component of its total variability (Tab. I). Weather conditions in the years were the most important of modification components and N fertilization was less important (Fig. 1). Relationship P_N to the unit of leaf area is dependent on the quality of leaf area expressed by leaf area ratio (LAR) and specific leaf area (SLA). LAR and SLA (Tab. II) had a significant genotype component on the both sites. Holland varieties with both partial characteristics were highly significantly different from selected varieties of our breeding. Evidently they were purposefully bred in this way. Weather conditions affected significantly the value of these components on both sites, while N fertilization was not manifested significantly. Leaf area index (LAI) as a component of complex characteristic production performance represents more complex component from previous three simpler partial characteristics. Genotype component of its total variability (Fig. 2) is sufficiently significant to lead to very careful selection of a variety from this corner. The relationship LAI to CGR is relatively rather complicated, because potatoes respond very sensitively to weather changes during vegetation by falling or new growth of leaves. Unlike the previous partial characteristics (P_N, SLA, LAR), LAI can be sensitively regulated not only by N fertilization (Fig. 2), but also by irrigation and other efficient factors. The LAI value reflected favourably in the growth of tubers during vegetation even in the final yield of different varieties. Breeder and grower have to control correctly leaf area (A) not to reduce production of plants. At excessive A photosynthetic performance of its unit is falling. Leaf area duration (LAD) as a component of complex characteristic of production performance gives a conception about the A value which was available by the variety during vegetation. Higher performance of Holland varieties was also recorded in this characteristic (Tab. II, Fig. 3). It was given above all by relative mightiness of A and its longer functional application in the stand. Relatively high P_N was also substantial in both varieties. Rate of stand growth (CGR) is a rather complex characteristic expressing a growth activity of varieties and its productivity in the pertinent interval. It is affected by as LAI, as net assimilation rate (NAR). Genotype component of its total variability was much less significant than modification components (Tab. I). Both Holland varieties had better parameters of this characteristic in the region with higher altitude compared with Czech varieties. Higher N dose increased the CGR values (on average of the years and varieties by 17%) (Fig. 4) highly significantly. The sequence of the years coincided on average of both sites with the final height of economic result (Tab. II). The highest CGR values were found in 1996 on the level of almost 40 g.m⁻².d⁻¹, since in 1994 maximum values less than half were achieved, that is 16 g.m⁻².d⁻¹. The tuber yield was hence affected by as genotype, as modification components of its total variability (Fig. 5).

Keywords: very early potato varieties; N nutrition; site; rate of photosynthesis; growth characteristics; growth analysis; tuber yield

ABSTRAKT: V maloparcelkových polních pokusech založených v letech 1994 až 1997 ve dvou produkčních oblastech: Žabčice u Brna (184 m n. m.) a Valečov u Havlíčkova Brodu (460 m n. m.) byly na dvou hladinách N (60 a 120 kg.ha⁻¹) se čtyřmi velmi ranými odrůdami brambor (dvě z Holandska, dvě z ČR) v týdenních intervalech sledovány tyto charakteristiky: rychlost fotosyntézy a růst sušiny, listové plochy a hlíz. Pro frakcionaci komplexních charakteristik brambor byla použita

růstová analýza. Celková variabilita byla analyzována na genetické a modifikační složky. Holandské odrůdy prokázaly vyšší výkonnost ve srovnání s vybranými odrůdami českého šlechtění, která byla dána především mohutností i velikostí listové plochy s jejím delším funkčním zapojením v porostu. Neméně podstatná byla u těchto odrůd i poměrně vysoká rychlost fotosyntézy. Zvýšená dávka N jednoznačně pozitivně ovlivnila všechny sledované růstové analytické charakteristiky i výnos hlíz na obou stanovištích. V průměru let, odrůd i obou hladin N byl získán (v pozdějším termínu oproti Zabčicím) vyšší výnos na stanovišti Valečov.

Klíčová slova: velmi rané odrůdy brambor; výživa N; stanoviště; rychlost fotosyntézy; růstové charakteristiky; analýza růstu; výnos hlíz

ÚVOD

Odhad potenciálního výnosového výkonu našich i zahraničních odrůd, pěstovaných v různých půdních a klimatických podmínkách, je pro pěstitele brambor rozhodující. Souvisí to se schopností konkurovat na domácím trhu a výhledově i na trzích zemí EU. Průměrnou výnosovou úroveň našeho sortimentu je třeba co nejdříve zvýšit na úroveň 25 t.ha⁻¹, tj. proti statisticky vykázanému průměru let 1992 až 1996 nárůst o 26,5 % (Vokál, Rasocha, 1997). Jako důvod nedostatečné intenzity pěstování brambor v ČR se uvádí snížení genotypového podílu celkového stupně projevu komplexní charakteristiky tzv. výnosového výkonu vysazovaných brambor.

Problematikou produkční výkonnosti odrůd brambor se zabývali Nečas (1968, 1974) a Zrůst (1984). U raných odrůd je proces tvorby výnosu hlíz o to složitější, že se celý výnos musí vytvořit za relativně krátkou dobu (Zrůst, 1991a, b; Zrůst, Čepel, 1991).

Tento příspěvek navazuje na předchozí práci (Zrůst, Jůzl, 1996), v níž jsme sledovali produktivitu čtyř velmi raných odrůd brambor a zároveň jsme u nich studovali příjem těžkých kovů z půdy (Hlušek et al., 1997, 1998).

MATERIÁL A METODA

Polní pokusy se čtyřmi velmi ranými odrůdami brambor (Krystala, Koruna, ČR; Ukama, Impala, Nizozemsko) byly založeny v letech 1994 až 1997 ve dvou oblastech s rozdílným klimatem (Žabčice u Brna, Valečov u Havlíčkova Brodu). Během vegetace bylo realizováno pět odběrů rostlin v týdenních intervalech po nasazení prvních hlíz. Od roku 1996 jsme přidali jeden odběr přibližně v období počátku tvorby poupat.

Sledovali jsme dílčí charakteristiky komplexu produkčního výkonu: rychlost fotosyntézy (P_N), růst sušiny trsu a jeho listové plochy a rychlost růstu hlíz (v týdenních intervalech).

Komplexní charakteristiku produkčního výkonu jsme vyjadřovali jako celkovou produkci hlíz a produkci hlíz > 30 mm, resp. jako hmotnost hlíz po ukončení fyziologické zralosti a obsah jejich sušiny.

Rychlost fotosyntézy (P_N) jsme měřili pouze na stanovišti Valečov, a to po dobu tří týdnů (v každém týdnu ve třech po sobě jdoucích dnech) v období dosahova-

ných maximálních hodnot P_N (Sarquis et al., 1996). Vysoce významné rozdíly mezi opakováními (tab. I) byly způsobeny termíny odběrů. Opakování (nepravá) představovala data (tři dny v týdnu x tři týdny). Mezi jednotlivými dny, ve kterých se P_N měří, dochází totiž k velkým výkyvům hodnot (Zrůst, 1973).

Další metodické podrobnosti uvádějí Zrůst, Jůzl (1996).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Rychlost fotosyntézy (P_N), hodnocená terčíkovou metodou (Zrůst, 1983), byla poměrně nejjednodušší složkou z celkového komplexu výnosové výkonnosti bramborů, kterou jsme v této práci sledovali. Její vztah k rychlosti růstu porostu (CGR) je dán velikostí listové plochy, resp. listovou pokryvností (LAI) a dobou její působnosti, resp. integrální listovou plochou (LAD). Vztah P_N k jednotce listové plochy je závislý na kvalitě listové plochy, vyjádřené poměrnou listovou plochou (LAR) a specifickou listovou plochou (SLA).

P_N jako poměrně nejjednodušší složka komplexní charakteristiky produkční výkonnosti představovala významnou genotypovou část (obr. I) její celkové proměnlivosti (tab. I). Z modifikačních komponent byly nejvýznamnější klimatické změny v jednotlivých letech a poměrně méně významné bylo N hnojení.

LAR a SLA (tab. II) měly na obou stanovištích významnou genotypovou složku. Klimatické změny ovlivnily jejich hodnotu na obou stanovištích významně, což je v souladu s výsledky z literatury (Nishibe et al., 1989), N hnojení se však neprojevovalo. Z toho vyplývá, že vztah LAR a SLA k CGR je určován klimatickými změnami v jednotlivých letech mnohem významněji než N hnojením. Pro optimální projev produkční výkonnosti je důležitá správná volba odrůdy a stanoviště, zatímco N hnojení a pravděpodobně i jemu blízké agrotechnické faktory jsou méně významné. Rozdíly v produkční výkonnosti jsou tedy zřejmě vyvolávány dalšími sledovanými charakteristikami růstu.

P_N vykazuje velkou proměnlivost v závislosti na měnících se podmínkách ozáření rostlin, přísunu vody (transpiraci) a dalších faktorech, na které je fotosyntéza citlivá. Přísun N ovlivňuje pozitivně strukturu asimilační tkáně, např. ultrastrukturu chloroplastů, což spolu se změnami v koncentraci chlorofylu může objasnit některé účinky N (Nátr, 1972).

I. Analýza rozptylu rychlosti fotosyntézy (P_N) v časovém úseku tří týdnů a rychlosti růstu porostu bramboru (CGR) počítaná ve vybraném týdenním úseku s maximálními hodnotami v době plného květu – Variance analysis of rate of photosynthesis (P_N) in time section of three weeks and rate of growth of potato stand (CGR) calculated in selected week segment with maximum values in the time of full flower

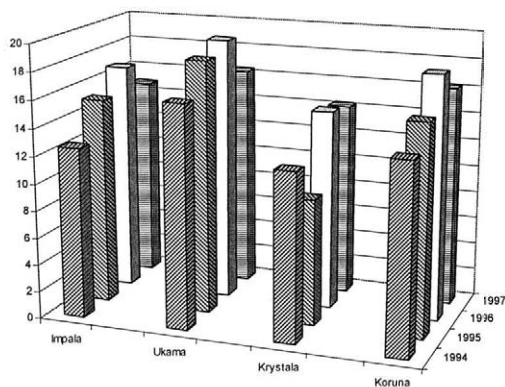
Zdroj proměnlivosti ¹	N	P_N (mg.dm ⁻² .h ⁻¹) Valečov		N	CGR (g.m ⁻² .d ⁻¹) Žabčice	
		součet čtverců ²	F-hodnoty ³ (významnost ⁴)		součet čtverců	F-hodnoty (významnost)
Opakování ⁵	8	1 533,175	18,395**	3	14,910	0,582
Hladina N ⁶ (N)	1	28,482	2,734 ⁺	1	1 058,288	123,883**
Odrůdy ⁷ (O)	3	773,084	24,734**	3	240,148	9,371**
Roky ⁸ (R)	3	561,606	17,968**	3	4 663,821	181,981**
N x O	3	11,158	0,357	3	170,953	6,671**
N x R	3	19,308	0,618	3	509,033	19,862**
O x R	9	247,022	2,634**	9	879,104	11,434**
N x O x R	9	34,774	0,371	9	374,131	4,866**
Zbytek ⁹	248	2 583,830		93	794,468	
Celkem ¹⁰	287	5 792,440		127	8 704,857	

⁺ statisticky průkazný rozdíl¹¹ ($P < 0,1$) ^{*} statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) ^{**} statisticky vysoce průkazný rozdíl¹² ($P < 0,01$)

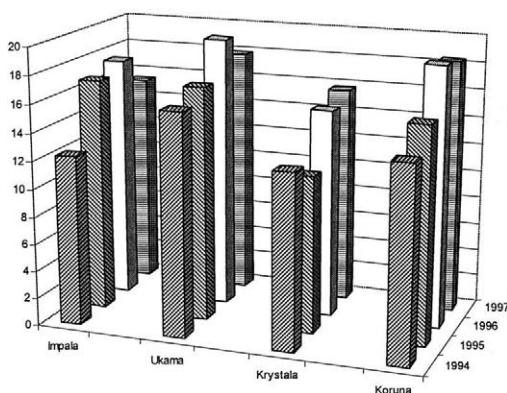
Odrůdy	Průkazné rozdíly ¹³ P_N a CGR			
	P_N (mg.dm ⁻² .h ⁻¹) Valečov		CGR (g.m ⁻² .d ⁻¹) Žabčice	
	průměr ¹⁴	Tukey	průměr	Tukey
Ukama	17,66	5 % 1,40	32,43	5 % 1,92
Koruna	16,29	1 % 1,71	30,37	1 % 2,35
Impala	15,19		34,07	
Krystala	13,18		33,21	
Hladina N		10 % 0,63		
120 kg.ha ⁻¹	15,89	5 % 0,75	35,40	5 % 1,02
60 kg.ha ⁻¹	15,26	1 % 0,98	29,65	1 % 1,35
Roky				
1996	17,51	5 % 1,40	36,31	5 % 1,92
1997	16,14	1 % 1,71	30,08	1 % 2,35
1995	14,92		39,75	
1994	13,76		23,96	

¹ source of variability, ² sum of squares, ³ F-values, ⁴ significance, ⁵ replication, ⁶ N level, ⁷ varieties, ⁸ years, ⁹ rest, ¹⁰ total, ¹¹ statistically significant difference, ¹² statistically highly significant difference, ¹³ significant differences, ¹⁴ average

Valečov N60



Valečov N120



I. Rychlost čisté fotosyntézy (mg sušiny.dm⁻².h⁻¹) měřená terčíkovou metodou (průměrné hodnoty za tři týdny vegetace v období tvorby poupát, maximální hodnoty) – Net photosynthesis rate (mg of dry matter.dm⁻².h⁻¹) measured by target method (average values for three weeks of vegetation in the time of bud formation, maximum values)

II. Analýza rozptylu poměrné listové plochy počítané na sušinu trsu bez hlíz (LAR_s), specifické listové plochy (SLA), integrální listové plochy (LAD) a hmotnosti hlíz – Variance analysis of leaf area ratio calculated for hill dry matter without tubers (LAR_s), specific leaf area (SLA), leaf area duration (LAD) and tuber weight

Zdroj proměnlivosti ¹	N	LAR _s (dm ² .g ⁻¹)		SLA (dm ² .g ⁻¹)		LAD (m ² .d ⁻¹)		Hmotnost hlíz ¹⁶ (t.ha ⁻¹)	
		součet čtverců ²	F-hodnoty ³ (významnost ⁴)	součet čtverců	F-hodnoty (významnost)	součet čtverců	F-hodnoty (významnost)	součet čtverců	F-hodnoty (významnost)
Roky ⁸ (R)	3	0,133	14,329**	5,301	187,503**	1 128,159	249,221**	5 078,136	820,081**
Hladina N ⁶ (N)	1	0,000	0,008	0,028	2,977	376,360	249,425**	515,574	249,784**
Odrůdy ⁷ (O)	3	0,660	71,033**	1,023	36,198**	204,028	45,072**	936,232	151,194**
Stanoviště ¹⁵ (S)	1	5,905	1 906,515**	12,408	1 316,596**	41,926	27,785**	1 201,922	582,304**
R x N	3	0,054	5,813*	0,426	15,051**	24,074	5,318*	31,389	5,069*
R x O	9	0,152	5,450**	0,265	3,126*	49,260	3,627*	48,413	2,606+
R x S	3	0,109	11,738**	6,703	237,085**	162,345	35,863**	894,574	144,467**
N x O	3	0,003	0,365	0,011	0,402	20,906	4,618*	11,177	1,805
N x S	1	0,102	33,062**	0,101	10,696**	3,036	2,012	14,659	7,102*
O x S	3	0,258	27,774**	0,485	17,139**	97,677	21,578**	332,309	53,665**
R x N x O	9	0,024	0,849	0,164	1,936	13,105	0,965	37,742	2,032
R x N x S	3	0,076	8,194**	0,052	1,829	7,785	1,720	55,925	9,031**
R x O x S	9	0,057	2,058	0,151	1,780	21,967	1,618	207,570	11,174**
N x O x S	3	0,002	0,192	0,014	0,503	1,344	0,297	17,215	2,780+
Zbytek ⁹	9	0,028		0,085		13,580		18,577	
Celkem ¹⁰	63	7,564		27,217		2 165,551		9 401,415	

Průkazné rozdíly¹³ LAR_s, SLA, LAD a hmotnosti hlíz

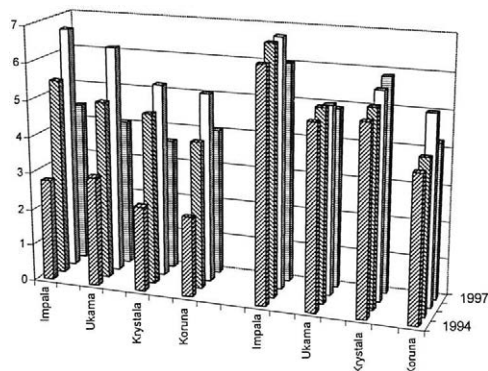
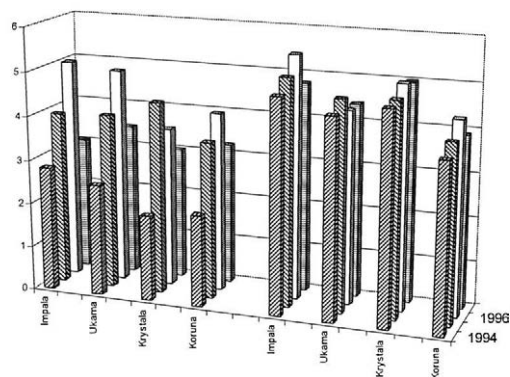
Odrůdy	LAR _s (dm ² .g ⁻¹)		SLA (dm ² .g ⁻¹)		LAD (m ² .d ⁻¹)		Hmotnost hlíz (t.ha ⁻¹)	
	průměr ¹⁴	Tukey	průměr	Tukey	průměr	Tukey	průměr	Tukey
Impala	1,76	5 % 0,06	2,99	5 % 0,11	28,00	5 % 1,35	47,45	5 % 1,58
Ukama	1,87	1 % 0,08	3,17	1 % 0,15	26,26	1 % 1,83	39,73	1 % 2,14
Koruna	1,62		2,82		23,04		38,25	
Krystala	1,63		2,94		25,41		38,22	
Hladina N		Scheffe		Scheffe		Scheffe		Scheffe
120 kg.ha ⁻¹	1,720	5 % 0,03	3,00	5 % 0,05	28,10	5 % 0,68	43,75	5 % 0,80
60 kg.ha ⁻¹	1,719	1 % 0,04	2,96	1 % 0,08	23,25	1 % 0,97	38,07	1 % 1,14
Roky		Tukey		Tukey		Tukey		Tukey
1996	1,79	5 % 0,03	3,34	5 % 0,11	31,90	5 % 1,35	55,25	5 % 1,58
1995	1,70	1 % 0,04	2,71	1 % 0,15	26,98	1 % 1,83	39,37	1 % 2,14
1997	1,67		3,19		22,85		38,22	
1994	1,72		2,69		20,98		30,81	
Stanoviště		Scheffe		Scheffe		Scheffe		Scheffe
Valečov	2,02	5 % 0,03	3,42	5 % 0,05	24,87	5 % 0,68	45,25	5 % 0,80
Žabčice	1,42	1 % 0,04	2,54	1 % 0,08	26,49	1 % 0,97	36,58	1 % 1,14

For 1–14 see Tab. I, ¹⁵site, ¹⁶tuber weight

Ze sledovaných odrůd vykázala v průměru čtyř let nejvyšší P_N Ukama, následovala Koruna. Odrůdové rozdíly, způsobené zřejmě výkonnějším listovým aparátem u odrůd s delší vegetační dobou (Avratovščuková, 1977), se projeví i v tomto pokusu. Řadila se k nim Impala s krátkou vegetační dobou, ale s vysoce fotosynteticky účinným listovým aparátem.

Listová pokrývnost (LAI) jako složka produkční výkonnosti představuje komplexnější charakteristiku oproti předcházejícím třem. Její veliká proměnlivost ve

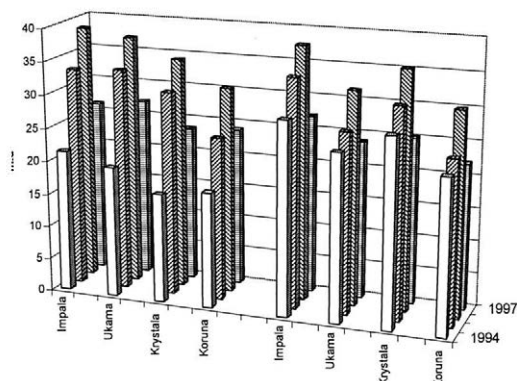
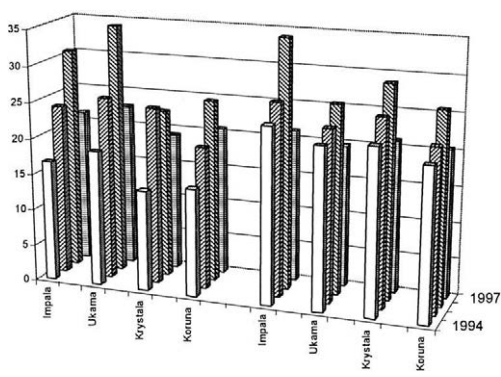
srovnání s P_N je vymezena mnohem delšími časovými úseky. LAI by vlastně měla být vyjádřena dynamicky (křivkou růstu), ale pro srovnání s jinými statickými hodnotami (LAD, LAR, SLA) nemáme pro LAI ekvivalentní statickou hodnotu. Jak vyplývá z obr. 2, genotypová složka její celkové variability je dostatečně významná. Svědčí to o nutnosti velmi pečlivého výběru odrůdy. Velikost LAI se příznivě promítla v nárůstu hlíz během vegetace i v konečném výnosu jednotlivých odrůd.



2. Listová pokryvnost LAI (maximální zjištěné hodnoty během vegetace) – Leaf area index LAI (maximum found values during vegetation)

Z modifikačních faktorů byly významné jak stanoviště, tak klimatické změny v jednotlivých letech i rozdíly v N hnojení. Vyplyvá z toho možnost ovlivňování velikosti listové plochy těmito faktory (Jůzl, 1994). V tomto směru se uplatňuje i specifická morfologie trsu, listové a stonkové typy nebo patrování a obrysově postavení listů (Zrůst, 1980). Právě u raných brambor je velmi důležité rozhodnutí, jakou složku celkové proměnlivosti LAI můžeme ovlivnit volbou odrůdy a pěstební techniky. Vztah LAI k CGR je poměrně dost komplikovaný, protože brambory velmi citlivě reagují na klimatické změny v průběhu vegetace opadem nebo novým nárůstem listů. Nelze tedy LAI vyjadřovat statickými hodnotami. Na rozdíl od předcházejících dílčích charakteristik (P_N , SLA, LAR) může být LAI citlivě regulována nejen N hnojením (obr. 2), ale také závlahou a dalšími faktory (Manrique, 1989; Manrique et al., 1991).

Při rozhodování o regulaci velikosti listové plochy je třeba dbát na její optimální rozvinutí v celé vertikále porostu, tak aby nedocházelo k jejímu příliš velkému nárůstu, který by vedl k vzájemnému stínění listů a v dů-

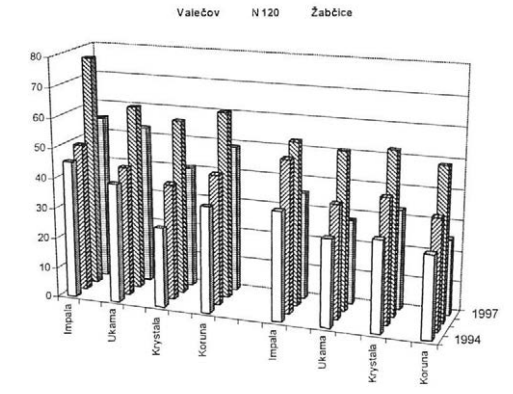
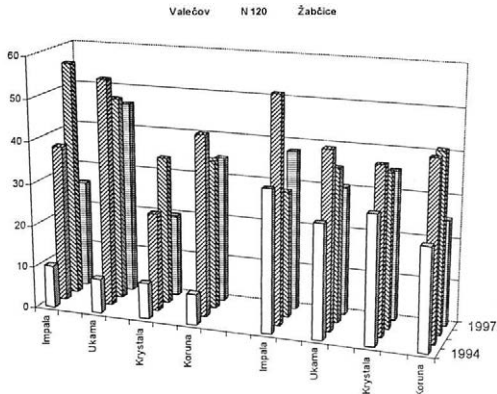
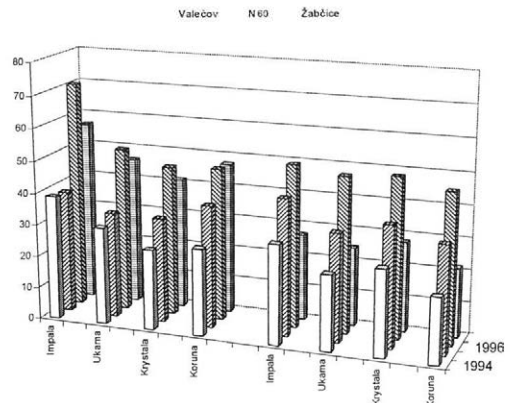
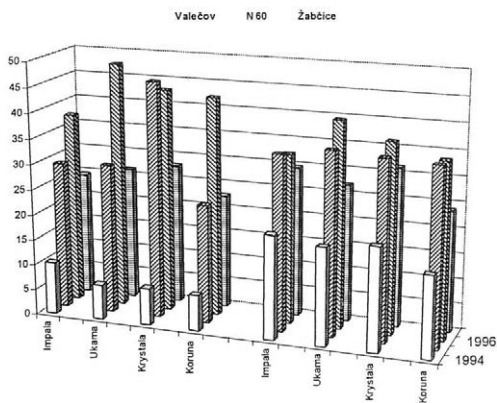


3. Integrovaná listová plocha LAD ($m^2 \cdot d^{-1}$) za úsek vegetace od vzejití porostu do počátku fyziologického zrání na stanovišti v Žabčicích a v prvních dvou letech pokusů i na stanovišti Valečov (na Valečově ukončeno sledování v roce 1996 14 dnů a v roce 1997 tři týdny před počátkem fyziologického zrání) – Leaf area duration LAD ($m^2 \cdot d^{-1}$) for the segment of vegetation from stand emergence to the onset of physiological ripening on the site Žabčice and in the first two years of the trials as well as on the site Valečov (on Valečov finished investigation in 1996 14 days and in 1997 three weeks before onset of physiological ripening)

sledku toho k nízkým hodnotám čistého výkonu asimilace (NAR) a nízké relativní rychlosti růstu trsu (RGR).

Z výzkumu růstové korelačních vlivů (Šebánek et al., 1998) je zřejmé, že šlechtitel i pěstitel musí správně regulovat listovou plochu, aby produkci rostlin nesnižoval nedostatečnou velikostí listové plochy vzhledem k její omezené účasti ve fotosyntéze ani její nadměrnou velikostí. Cesta k této regulaci je především v žádoucí úrovni hladiny rostlinných hormonů jako vlastnosti odrůdy nebo pěstitelského ovlivnění a jen výjimečně také na podkladě vhodné aplikace rostlinných hormonů (Šebánek, 1997).

Integrovaná listová plocha (LAD) jako složka komplexní charakteristiky produkční výkonnosti dává představu o tom, s jak velkou listovou plochou disponovala odrůda v průběhu celé vegetace (obr. 3). Je určitou ná-



4. Rychlost růstu porostu CGR ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) v týdenním úseku s maximálními hodnotami ve vegetaci – Crop growth rate CGR ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) in week segment with maximum values during vegetation

5. Hmotnost hlíz všech velikostních kategorií ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) – Tuber weight of all size categories ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)

hradou růstové křivky celkové listové plochy bramboru, ale neinformuje, k jakým ztrátám a náhradám části listové plochy došlo během vegetace. I tak je tato růstová charakteristika vhodná jako dílčí složka komplexu produkční výkonnosti.

Tato charakteristika má významnou genotypovou složku ve svém celkovém projevu. Dokazuje to význam volby vhodné odrůdy. Nejvyšší hodnoty LAD v průměru čtyř let měla odrůda Impala, a to vysoce průkazně vyšší než odrůdy Krystala a Koruna a průkazně vyšší než odrůda Ukama. V tomtéž pořadí se na prvních dvou místech umístily odrůdy v hmotnosti všech hlíz v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. II). Ukázala se tak vyšší výkonnost holandských odrůd zařazených v pokusu oproti vybraným odrůdám českého šlechtění, která byla dána především relativní mohutností i velikostí listové plochy s jejím delším funkčním zapojením v porostu. Neméně podstatná byla u obou odrůd i poměrně vysoká rychlost fotosyntézy.

Modifikační složky celkové variability projevu jako stanoviště, klimatické změny v jednotlivých letech i N hnojení ukazují na možnost ovládnání projevu charakteristiky LAD sledovanými modifikačními vlivy (tab. II) (Hamer et al., 1994).

Rychlost růstu porostu (CGR) je poměrně komplexní charakteristikou. V každém časovém úseku, pro který je počítána, charakterizuje růstovou aktivitu odrůd a jejich produkční výkonnost v příslušném intervalu. Její velikost ovlivňují jak LAI, tak čistý výkon asimilace.

V našem případě jsme porovnávali CGR v týdenním úseku, ve kterém bylo dosaženo maximálních hodnot. Genotypová složka její celkové variability byla mnohem méně významná než složka příslušná pro modifikační faktory (tab. I). Velikost hodnot byla rozdílná podle stanovišť (obr. 4), lišily se především obě české odrůdy. Jižní, teplejší oblast lépe vyhovovala odrůdě Krystala, na Vysočině vykazovala vyšší produktivitu odrůda Koruna. Odrůda Ukama, která zpočátku zaostávala v růstové aktivitě, v dalších fázích rychlosti růstu dohnala počáteční předstih odrůdy Impala. Obě holandské odrůdy měly v této oblasti s vyšší nadmořskou výškou lepší (nepřukazně) parametry této charakteristiky oproti oběma českým odrůdám. V Žabčicích měla ve srovnání s odrůdou Krystala nejvyšší CGR odrůda Impala. Obě se vysoce významně lišily od odrůdy Koruna.

V teplejší oblasti Žabčic s nízkou nadmořskou výškou a vyšší intenzitou fotosynteticky účinného záření

bylo dosaženo vyšších hodnot CGR (v průměru let i odrůd o $3,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), což je v soulase s dřívějšími výsledky (Zrůst, Jůzl, 1996).

V průměru obou stanovišť se pořadí let shodovalo s pořadím konečného hospodářského výnosu. Nejvyšší hodnoty CGR byly zjištěny v roce 1996 (na úrovni téměř $40 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), kdežto v roce 1994 bylo dosaženo maximálních hodnot méně než polovičních ($16 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$). Důležitou roli zde hraje rovněž vodní režim (Tuttobene, Vagliasindi, 1994) a CGR podpořila průkazně i vyšší dávka N (v průměru let i odrůd o 17 %).

Výnos hlíz byl ovlivněn genotypovou a především modifikačními složkami jeho celkové proměnlivosti, více prostředím (roky, stanoviště), méně dávkou N (tab. II, obr. 5).

Nejvýkonnější odrůda Impala tvořila výnos zejména velikostí listové plochy (LAI) a délkou doby, po kterou byla listová plocha v činnosti (LAD). Další růstové analytické charakteristiky již tak příznivé neměla.

Odrůda Ukama, druhá co do výkonnosti, měla nejvyšší rychlost fotosyntézy ze všech čtyř sledovaných odrůd a rovněž nejpříznivější obě charakteristiky vypočítávající o kvalitě listové plochy. Velikost listové plochy a délku doby jejího zapojení do činnosti měla druhou nejvyšší po odrůdě Impala.

Odrůda Koruna měla druhou nejvyšší rychlost fotosyntézy po odrůdě Ukama. Růstové analytické charakteristiky však příznivé neměla. Vyšší výnos než odrůda Krystala tvořila pouze na stanovišti v Žabčicích. Na Valetčově byla výnosově nejslabší.

Odrůda Krystala měla vyhovující velikost listové plochy i délku doby jejího zapojení do činnosti. V některých úsecích vegetace měla druhou nejvyšší rychlost růstu porostu po odrůdě Impala. Ostatní charakteristiky, týkající se kvality listové plochy, měla již méně příznivé, ale vyšší než odrůda Koruna.

Výzkum byl realizován v rámci grantu GA ČR 503/95/0185 a autoři děkují za finanční podporu, která umožnila řešení této problematiky.

LITERATURA

Avratovščuková N. (1977): Genetika fotosyntézy. Stud. Inform. ÚVTIZ, Zák. Vědy Zeměd., (1): 96 s.
Hamer P. J. C., Carr M. K. V., Wright E. (1994): Crop production and water-use. III. The development and validation of a water-use model for potatoes. J. Agric. Sci. Cambridge, 123: 299–311.
Hlušek J., Jůzl M., Zrůst J. (1997): Výnosy brambor a obsahy kadmia, niklu a zinku v hlízách. Rostl. Výr., 43: 263–267.
Hlušek J., Jůzl M., Zrůst J. (1998): Obsah železa, manganu a mědi v hlízách velmi raných odrůd brambor. Rostl. Výr., 44: 1–5.

Jůzl M. (1994): Vliv listové pokrývnosti na dosahovaný výnos velmi raných odrůd brambor Prior a Impala. Acta Univ. Agric. Brno, Fac. agron., 42 (1–2): 127–136.
Manrique L. A. (1989): Analysis of growth of Kennebec potatoes grown under different environments in the tropics. Amer. Potato J., 66 (5): 277–291.
Manrique L. A., Kiniry J. R., Hodges T., Axness D. S. (1991): Dry matter production and radiation interception of potato. Crop Sci., 31 (4): 1044–1049.
Nátr L. (1972): Influence of mineral nutrients on photosynthesis of higher plants. Review. Photosynthetica, 6: 80–99.
Nečas J. (1968): Growth analytical approach to the analysis of yielding capacity of potato varieties. Photosynthetica, 2: 85–100.
Nečas J. (1974): Physiological approach to the analysis of some complex characters of potatoes. Potato Res., 17: 3–23.
Nishibe S., Satoh M., Mori M., Isoda A., Nakaseko K. (1989): Effect of climatic condition on intercepted radiation and some growth parameters in potato. Jap. J. Crop Sci., 58 (2): 171–179.
Sarquís J. I., Gonzáles H., Bernal-Lugo I. (1996): Response of two potato clones (*S. tuberosum* L.) to contrasting temperature regimes in the field. Amer. Potato J., 73 (7): 285–300.
Šebánek J. (1997): Rostlinné hormony a růstové korelační vlivy kořenů, stonků, děloh, listů a pupenových šupin. In: Procházka S., Šebánek J. a kol. (eds.): Regulátory rostlinného růstu. Praha, Academia: 205–217.
Šebánek J., Procházka S., Havel L. (1998): Celistvost rostlin. In: Procházka S., Macháčková I., Krekule J., Šebánek J. a kol. (eds.): Fyziologie rostlin. Praha, Academia: 308–347.
Tuttobene R., Vagliasindi C. (1994): Growth analysis of early potato in relation to soil water regimes. Abstr. Meet. Physiol. Sect. EAPR, Udine, Italy. In: Potato Res., 37 (4): 443.
Vokál B., Rasocha V. (1997): Základní vývojové trendy výroby brambor. In: Sbor. Ref. České a slovenské zemědělství na přelomu tisíciletí, Praha, ČAZV: 195–197.
Zrůst J. (1973): Vliv umístění listů na proměnlivost hodnot rychlosti fotosyntézy u brambor. Rostl. Výr., 19: 243–252.
Zrůst J. (1980): Význam vertikální struktury porostů stonkových a listových typů trsů brambor pro produkci hlíz. Rostl. Výr., 26: 483–492.
Zrůst J. (1983): Rychlost fotosyntézy různých genotypů bramborů. Rostl. Výr., 29: 563–576.
Zrůst J. (1984): Fotosyntetická produktivita rostlin i porostu brambor a potenciální výnos. Rostl. Výr., 30: 1103–1111.
Zrůst J. (1991a): Příčiny rozdílů ve výkonnosti raných odrůd brambor. Rostl. Výr., 37: 99–106.
Zrůst J. (1991b): Skladba výnosotvorných prvků u brambor šlechtěných pro raný konzum. Rostl. Výr., 37: 817–826.
Zrůst J., Čepel J. (1991): Závislost výnosu raných odrůd brambor na některých charakteristikách růstu. Rostl. Výr., 37: 925–933.
Zrůst J., Jůzl M. (1996): Rychlost fotosyntézy a nárůst sušiny velmi raných odrůd brambor. Rostl. Výr., 42: 295–302.

Došlo 25. 3. 1999

Kontaktní adresa:

Ing. Jaromír Zrůst, CSc., Výzkumný ústav bramborařský, Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod, Česká republika, tel.: 0451/46 62 17, fax: 0451/215 78, e-mail: vubhb@hba.czn.cz

CHEMICKÉ NÁZVOSLOVÍ

D. Hiršová

Praha, Karolinum 1999. 141 s.

Zdařile zpracované skriptum je zaměřeno hlavně na potřeby posluchačů lékařských fakult, může však stejně dobře sloužit jako vhodná příručka pracovníkům mnoha oborů, kteří chtějí správně užívat chemické názvosloví.

Publikace je členěna podle typů názvosloví na české, latinské tradiční a latinské lékopisné. Tvorba názvosloví je dále dělena na nomenklaturu anorganických (oxidy, hydroxidy, kyseliny, soli, resp. komplexní sloučeniny) a organických sloučenin.

V jednotlivých kapitolách, které na sebe logicky navazují, jsou uvedeny obecné principy tvorby chemické nomenklatury včetně příkladů. Takto pojaté vysvětlení

relativně složitého problému, jako je tvorba chemického názvosloví, je přehledné i didaktické, přičemž struktura textu (tvorba názvů jednotlivých chemických skupin látek) je zachována u všech prezentovaných typů nomenklatury.

Tato moderně pojatá publikace je vzhledem k tematickému zaměření vyvážená, co se týká rozsahu, a zároveň vysoce aktuální. Jejím kladem jsou též souhrnné tabulky v závěrečné kapitole, které porovnávají názvy chemických látek s jejich ekvivalenty v dalších světových jazycích (angličtina, francouzština, resp. němčina).

Doc. RNDr. Ing. Josef Zahradníček, CSc.

SORPCE KADMIA V PŮDĚ PO POUŽITÍ VYVÁPNĚNÝCH ČISTÍRENSKÝCH KALŮ

SORPTION OF CADMIUM IN SOIL TREATED BY LIMED SEWAGE SLUDGES

J. Balík, P. Tlustoš, J. Száková, R. Blahník, S. Kaewrahn

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The aim of the trials was to determine changes in sorption of Cd in soil after application of limed and untreated sewage sludges. Three different sewage sludges incubated in advance for eight months at the temperature 20 °C were used in the trials. The rate was 180 g per 1 kg of sludge dry matter. After application of CaCO₃ pH of sludges increased to almost neutral value (Tab. II). In untreated sludges the following Cd concentration was determined: sludge 1 = 5.10 mg Cd.kg⁻¹, sludge 2 = 7.08 mg Cd.kg⁻¹, sludge 3 = 1.96 mg Cd.kg⁻¹. When CaCO₃ was applied, the total Cd content was diluted and after analysis the following values were found: sludge 1 + v = 5.09 mg Cd.kg⁻¹, sludge 2 + v = 6.56 mg Cd.kg⁻¹, sludge 3 + v = 1.59 mg Cd.kg⁻¹ (Tab. III). Liming of sludges resulted in significant decrease of water-soluble and exchangeable forms of Cd in sludges (Fig. 1). The greatest share of exchangeable Cd 10.3% was in sludge 3 and decreased to 4.7% by liming. The same trend was also recorded in sludge 2 (decrease from 6.3 to 4.5%) and sludge 1 (decrease from 9.1 to 7.5%). In further stage of experiments new incubation trials were established with sludges treated in this way with three different soils (Chernozem, Luvisol and Fluvisol) (Tab. I). The rate of the fresh sludge here amounted to 1.665 g of dry matter per 30 g of fine soil. These trials lasted 240 days and extractable amount of Cd was determined five times (0, 14, 30, 60 and 240 days). Three different extract agents were used: 1 mol.l⁻¹ NH₄NO₃, 0.025 mol.l⁻¹ NH₄EDTA (pH 4.6) and 2 mol.l⁻¹ HNO₃. With respect to the fact that in limed treatments total Cd content was lower the changes induced are given in relative expression (in percentage to the total Cd content in soil + sludge). It is evident from all presented results that liming resulted in significantly lower Cd mobility as in sludges only, as in soil after application of limed sludges (Figs. 3 and 4). Gradual immobilization of Cd has been found during incubation of soil with sludges, as well as in control treatments what is in correlation with processes in incubated soils, i.e. with the process of gradual mineralization of organic matter of sludges and with subsequent sorption of Cd into more stable humus substances in soil and with the Cd sorption to minerals. Mild extraction agent showed higher relative differences between studied treatments (NH₄NO₃). The incubation decreased differences between untreated and limed treatments, when HNO₃ and NH₄EDTA were used during incubations (Figs. 3 and 4). Lime application decreased Cd mobility in all studied sludges (Figs. 5 and 6). Explanation for reduced Cd mobility of limed sludges can be derived from pH changes of soils (Tab. IV). The most pronounced differences were induced after application of sewage sludges on Fluvisols corresponding to the total low sorption capacity of this soil. Average pH value of unlimed treatments amounted to 5.66 and was increased to 6.52 by liming.

Keywords: sewage sludges; liming; cadmium; incubation; extraction agents

ABSTRAKT: V inkubačních pokusech byly sledovány změny v sorpci Cd v půdě po aplikaci vyvápňených a neošetřených čistírenských kalů. V pokusech byly použity tři různé čistírenské kaly, které byly předem inkubovány po dobu osmi měsíců při teplotě 20 °C. K vyvápňení kalů byl použit CaCO₃ a dávka činila 180 g na 1 kg sušiny kalu. Po aplikaci CaCO₃ došlo ke zvýšení pH kalů téměř na neutrální hodnotu. U neošetřených kalů byly stanoveny tyto koncentrace Cd: kal 1 = 5,10 mg Cd.kg⁻¹, kal 2 = 7,08 mg Cd.kg⁻¹, kal 3 = 1,96 mg Cd.kg⁻¹. Aplikací CaCO₃ se celkový obsah Cd zředil. Vyvápňením kalů se také významně snížilo množství vodorozpustné a výměnné frakce Cd v kalech. V další fázi experimentů byly s takto ošetřenými kaly založeny nové inkubační pokusy se třemi různými zeminami (černozem, hnědozem a fluvizem). Dávka čerstvého kalu zde činila 1,665 g sušiny na 30 g jemnozeme. Tyto pokusy trvaly 240 dnů a v pěti termínech bylo sledováno extrahovatelné množství Cd (1 mol.l⁻¹ NH₄NO₃, 0,025 mol.l⁻¹ NH₄EDTA, 2 mol.l⁻¹ HNO₃). Vápňením bylo dosaženo významně nižší mobility Cd jak v samotných kalech, tak v zeminách po aplikaci vyvápňených kalů. V průběhu inkubace zemin s kaly docházelo k postupné imobilizaci Cd v půdách, a to na ošetřených i kontrolních variantách. Snížená mobilita Cd u vyvápňených kalů byla vysvětlena na základě změn pH hodnot sledovaných zemin.

Klíčová slova: čistírenské kaly; vápnění; kadmium; inkubace; extrakční činidla

ÚVOD

Zvýšený tlak na čistotu vodních toků vede nutně k větší péči o odpadní vody, což zároveň přispívá ke stále vyšší produkci čistírenských kalů (dále pouze kaly). K pozitivům kalů patří obsah organických látek a živin, k negativním vlastnostem lze řadit možný obsah patogenů a organických polutantů a také rizikových prvků. Při aplikaci kalů na zemědělskou půdu je třeba pečlivě zvážit klady i záporny tohoto použití. Byla realizována celá řada pokusů s cílem zmenšit negativní vlastnosti kalů různými způsoby jejich kompostování (Gerzabek et al., 1992; Rasp, 1996). S ohledem na hygienizaci používaných kalů a snížení rizik při jejich použití probíhají také experimenty se samotným vápněním kalů. Jak uvádějí Růžek et al. (1997), je v USA a v některých západoevropských státech používána technologie biosolidizace kalů, kdy je odvodněný kal stabilizován vápnem a následně využíván ke hnojení. Poletschny (1996) uvádí, že vyvápňené kaly mají vyšší obsah sušiny, ale zároveň také nižší obsah dusíku.

Cílem našich pokusů bylo stanovit změny, ke kterým dochází v půdě z hlediska sorpce Cd po aplikaci vyvápňených a neošetřených kalů.

K charakteristice rozpustné a lehce přijatelné frakce Cd v půdě byl zvolen roztok $1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ (Zeien, Brümmer, 1991; Hornburg et al., 1995). Tímto roztokem jsme nahradili na našem pracovišti dosud používaný roztok $0,01$ a $0,1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CaCl}_2$ (Balík et al., 1998). K uvedenému změně jsme se rozhodli na základě výsledků, které publikovali Liebe et al. (1997). Citovaní autoři řadí tento roztok do připravovaných právních norem v SRN.

K zachycení stabilnějších frakcí Cd byl použit roztok $0,025 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{EDTA}$ (pH 4,6). Při sekvenčních analýzách byl tento roztok měl uvolňovat především Cd vázané v organických komplexech (Zeien, 1995).

Třetím extraktantem byl roztok $2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ HNO}_3$, který je v ČR stále jedním z nejběžnějších vyluhovačů. Tento výluh za chladu je stále používán k určení limitních koncentrací rizikových prvků v našich půdách (Kozák et al., 1990; Tlustoš et al., 1994; Sářka et al., 1998). Obsah Cd v tomto výluhu je dostatečně vysoký, čímž se zjednodušuje jeho stanovení.

MATERIÁL A METODA

Inkubační pokus byl realizován se třemi různými zeminami a třemi různými čistírenskými kaly. Byly použity tyto zeminy: černozem (Suchdol), hnědozem (Červený Újezd) a fluvizem (Přerov nad Labem) (tab. I). V pokusech byly sledovány kaly, které byly předem inkubovány po dobu osmi měsíců při teplotě 20°C . Testovány byly kaly neošetřené a kaly vyvápňené CaCO_3 (tab. II). Dávka CaCO_3 činila 180 g na 1 kg sušiny kalu. Po osmi měsících inkubace proběhly inkubační pokusy se zeminami.

Čerstvý kal v dávce $1,665 \text{ g}$ sušiny byl dodán do 250 ml polyetylenových lahví. Pro splnění podmínek

I. Agrochemická charakteristika půd – Agrochemical characteristics of soils

Zemina ¹	C _{ox} (%)	pH/KCl	KVK (mval.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)
Hnědozem ²	1,54	7,0	145	$0,136 \pm 0,035$
Černozem ³	2,29	7,2	180	$0,260 \pm 0,039$
Fluvizem ⁴	0,96	5,6	75	$0,484 \pm 0,040$

Referenční materiál⁵: RM Slity Clay Loam (Analytika Co., Ltd.)

Certifikováno⁶: $0,32 \pm 0,04 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$

Nalezeno⁷: $0,28 \pm 0,02 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$

¹soil, ²Luvisol, ³Chernozem, ⁴Fluvisol, ⁵reference material, ⁶certified, ⁷found

II. Hodnota pH/CaCl₂ čistírenských kalů po osmiměsíční inkubaci – pH/CaCl₂ value of sewage sludges after eight-month incubation

Varianta ¹	Kal ² 1	Kal 2	Kal 3
Neošetřený ³	5,95	5,96	6,53
Vyvápňený ⁴	6,60	6,98	6,95

¹treatment, ²sludge, ³untreated, ⁴limed

dosáhnout maximální vzájemné homogenity kalu a zeminy bylo postupováno takto:

- k navázce $1,665 \text{ g}$ sušiny kalu bylo přidáno v závislosti na zemině takové množství deionizované vody, kterým bylo dosaženo po přidání zeminy její nasycení na 50 % retenční vodní kapacity sypaného vzorku;
- kal s vodou byl 30 min intenzivně třepán;
- po 1 h stání bylo přidáno 30 g jemnozeme;
- zeminy s kaly byly inkubovány v uzavřených lahvích po dobu 240 dnů při teplotě 20°C , v průběhu inkubace nebyly vzorky míseny;
- analýzy na obsah Cd proběhly v pěti termínech: počáteční stav (3 h po založení), 14, 30, 60 a 240 dnů. Při extrakci půdních vzorků bylo postupováno takto:
 - $1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ v poměru 1 : 5 (w/v), 120 min třepání, poté se 50 ml extraktantu centrifugovalo 10 min při 3000 otáčkách za 1 min (centrifuga Hettich Universal 30 RP) a supernatan byl uložen při 6°C do doby měření,
 - $0,025 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{EDTA}$ (pH 4,6) v poměru 1 : 5 (w/v), 90 min třepání, poté se 50 ml extraktantu centrifugovalo 10 min při 3000 otáčkách za 1 min (centrifuga Hettich Universal 30 RP) a supernatan byl uložen při 6°C do doby měření,
 - $2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ HNO}_3$ v poměru 1 : 5 (w/v), po 16 h stání byla suspenze 6 h intenzivně protřepávána, poté byl vzorek 10 min centrifugován při 3000 otáčkách za 1 min (centrifuga Hettich Universal 30 RP) a uložen při laboratorní teplotě do doby měření,
 - u každého extraktantu byla vždy uskutečněna dvě paralelní stanovení,
 - k analýze bylo použito vždy veškeré množství zeminy + kalu ($31,665 \text{ g}$), extrakce probíhala přímo v polyetylenových lahvích, tak aby byly maximálně odstraněny nepřesnosti v důsledku nehomogenity materiálu. Celkový obsah Cd v půdách byl stanoven separátně v mineralizátech získaných předchozím dvoustupňovým

rozkladem s využitím přístroje APION (Miholová et al., 1993) v suché fázi a následným rozkladem pevného zbytku v prostředí koncentrovaných HF + HNO₃ takto: Pevný zbytek po rozkladu 0,5 g vzorku v APIONU byl ve druhém stupni rozložen směsí koncentrovaných kyselin HF + HNO₃ v poměru 1 : 2 na teflonové horké desce v teflonových kádinkách při teplotě 150 °C. Odparek byl rozpuštěn ve zředěné lučavce královské a uložen při laboratorní teplotě až do doby měření (Mader et al., 1998).

Vzorek kalu byl rozložen na suché cestě (Mader et al., 1998) s následným rozpuštěním popela ve zředěné lučavce královské.

Obsah Cd ve vzorcích byl stanoven metodou plamenové a bezplamenové atomové absorpční spektrometrie ve Stopové laboratoři katedry chemie a v laboratoři katedry agrochemie a výživy rostlin AF ČZU v Praze na přístrojích Varian SpectrAA 40 a Varian SpectrAA 300.

Pro kontrolu kvality analytického postupu byly použity certifikované referenční materiály: RM Silty Clay Loam (půda) a RM 12-03-12 Sludge (kaly).

Frakce Cd v samotných kalcích – k extrakci bylo použito 0,5 g kalu, který byl navážen do centrifugačních zkumavek a postupně extrahován jednotlivými roztoky:

Vodorozpustná frakce. Vzorek půdy byl vyluhován deionizovanou vodou v poměru 1 : 10 (w/v) při teplotě

místnosti přes noc, poté byl 5 min protřepáván a 15 min centrifugován při 3000 otáčkách. Po dekantaci byla z pevné fáze vyluhována další frakce (Tlustoš, 1999).

Výměnná frakce. Pevný zbytek v centrifugační lahvičce byl vyluhován 0,11 mol.l⁻¹ CH₃COOH v poměru 1 : 40 (w/v) při 20 °C po dobu 5 h a následně 10 min centrifugován při 3000 otáčkách (Ure et al., 1999).

Hodnota pH zemín i kalů byla stanovena v roztoku 0,01 mol.l⁻¹ CaCl₂. U zemín s kalu byl poměr 1 : 5 (w/v),

III. Obsah Cd v čistírenských kalcích a obsah sušiny – Cd content in sewage sludges and dry matter content

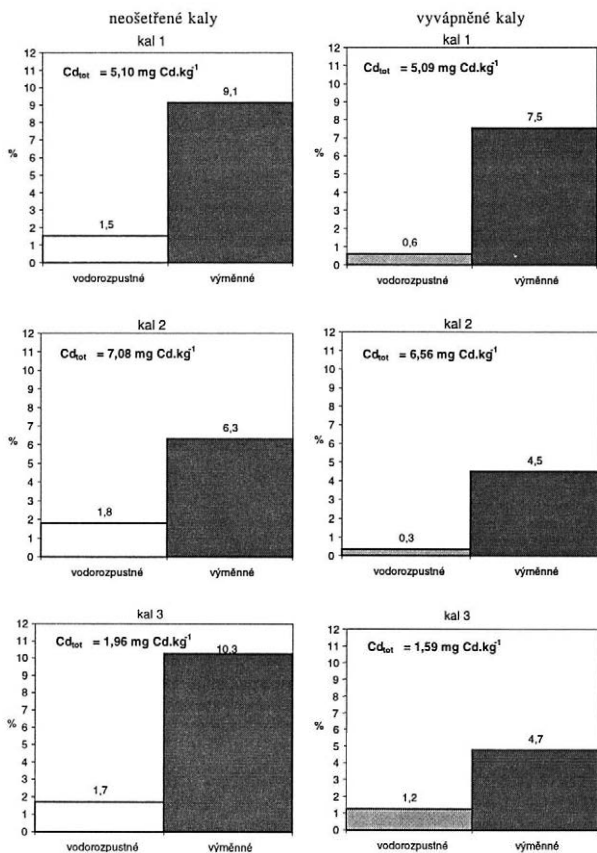
Kal ¹		mg Cd.kg ⁻¹	Sušina ⁴ (%)
1	– neošetřený ²	5,10	38,35
1 + v	– vyvápňený ³	5,09	38,25
2	– neošetřený	7,08	26,25
2 + v	– vyvápňený	6,56	30,00
3	– neošetřený	1,96	21,45
3 + v	– vyvápňený	1,59	22,10

Referenční materiál⁵: RM 12-03-12 Sludge

Certifikováno⁶: 1,97 ± 0,21 mg Cd.kg⁻¹

Nalezeno⁷: 2,17 ± 0,22 mg Cd.kg⁻¹

¹sludge, ²untreated, ³limed, ⁴dry matter, for 5–7 see Tab. I



I. Podíl vodorozpustného a výměnného Cd v rozdílně ošetřených čistírenských kalcích po osmiměsíční inkubaci (Cd_{tot} = 100 %) – Percentage of water-soluble and exchangeable Cd in differentially treated sewage sludges after eight-month incubation (Cd_{tot} = 100%)

kal – sludge
neošetřené kaly – untreated sludges
vyvápňené kaly – limed sludges
vodorozpustné – water-soluble
výměnné – exchangeable

u samotných kalů 1 : 20 (w/v). Jsou uváděny průměry minimálně ze čtyř měření.

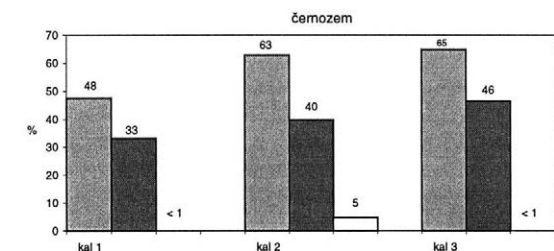
VÝSLEDKY A DISKUSE

V pokusech byly použity tři různé čistírenské kaly, které byly předem inkubovány po dobu osmi měsíců. Z celého souboru různých variant byly pro toto sdělení vybrány kaly neošetřené a kaly vyvápňené. Přitom byla věnována značná pozornost otázce dosažení vysoké homogenity inkubovaných čistírenských kalů a zejména důkladnému promísení kalů s CaCO_3 . Do jaké míry se vápnění projevilo na změně hodnoty pH kalů, je shrnuto v tab. II. Z výsledků je zřejmé, že u ošetřených kalů se pH blíží téměř neutrální hodnotě. Přitom nejvyšší rozdíl je u kalu 2, kde diference činí 1,02 jednotky. U kalu 1 se vápněním zvýšila hodnota pH z 5,95 na 6,60. Nejnižší účinek na změnu pH byl u kalu 3, a sice z 6,53 na 6,95.

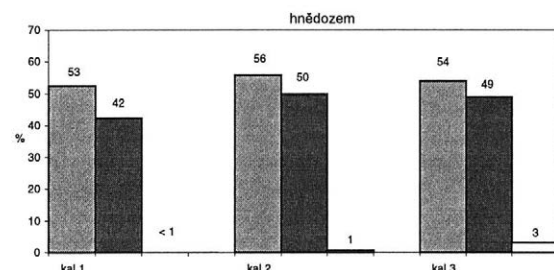
Změny obsahu Cd vyvolané vápněním jsou uvedeny v tab. III a základní změny ve frakcionaci Cd na obr. 1. Z hlediska celkového obsahu Cd byly v naší práci použity rozdílné kaly. U neošetřených kalů byly stanoveny tyto koncentrace: kal 1 = 5,10 mg Cd.kg^{-1} , kal 2 = 7,08 mg Cd.kg^{-1} , kal 3 = 1,96 mg Cd.kg^{-1} sušiny. Aplikací CaCO_3 se celkový obsah zředil a po analýze jsme našli tyto hodnoty: kal 1 + v = 5,09 mg Cd.kg^{-1} , kal 2 + v = 6,56 mg Cd.kg^{-1} , kal 3 + v = 1,59 mg Cd.kg^{-1} (přepočteno na sušinu). U kalu 1 byly zjištěny téměř stejné hodnoty u vyvápňené i neošetřené varianty. Příčinou tohoto rozporu s naším předpokladem je určitá přirozená heterogenita čistírenských kalů, která výrazně ztěžuje práci a významně zvyšuje variabilitu dosažených výsledků. Vápněním se obsah Cd u kalu 2 snížil o 7,3 % a u kalu 3 o 18,9 %.

Z obr. 1 je dále zřejmé, že vyvápňení kalů významně snížilo mobilitu Cd v kalcích, frakci vodorozpustnou i výměnnou. U neošetřených kalů činil podíl vodorozpustného Cd 1,5 až 1,8 % z Cd_{tot} u vyvápňených kalů pouze 0,3 až 0,6 % z Cd_{tot} . Nejvyšší podíl výměnného Cd (10,3 %) byl u kalu 3 a vápněním se snížil na 4,7 %. Stejný trend byl zaznamenán také u kalu 2 (snížení z 6,3 na 4,5 %) a kalu 1 (snížení z 9,1 na 7,5 %). Vzhledem k tomu, že u ošetřených kalů byl také nižší základ pro výpočet těchto relativních hodnot, byly v absolutním vyjádření rozdíly mezi jednotlivými variantami ještě vyšší. V této části experimentů se potvrdily závěry řady

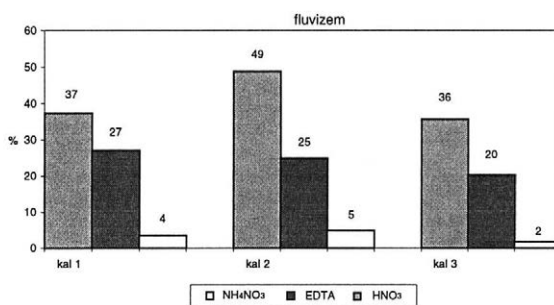
kal 1 - 100 % = 0,51 mg.kg^{-1}
kal 2 - 100 % = 0,62 mg.kg^{-1}
kal 3 - 100 % = 0,35 mg.kg^{-1}



kal 1 - 100 % = 0,51 mg.kg^{-1}
kal 2 - 100 % = 0,62 mg.kg^{-1}
kal 3 - 100 % = 0,35 mg.kg^{-1}



kal 1 - 100 % = 0,40 mg.kg^{-1}
kal 2 - 100 % = 0,50 mg.kg^{-1}
kal 3 - 100 % = 0,23 mg.kg^{-1}



kal 1 - 100 % = 0,73 mg.kg^{-1}
kal 2 - 100 % = 0,83 mg.kg^{-1}
kal 3 - 100 % = 0,56 mg.kg^{-1}

2. Podíl extrahovaného Cd ($\text{Cd}_{\text{tot}} = 100\%$) v závislosti na extrakčním činidle, použitém kalu a zemině (neošetřená varianta a průměr všech odběrových termínů) – Percentage of extracted Cd ($\text{Cd}_{\text{tot}} = 100\%$) in dependence on extraction agent, used sludge and soil (untreated treatment and average for all sample dates)

kal - sludge
černozem - Chernozem
hnědozem - Luvisol
fluvizem - Fluvisol

autorů (Christensen, 1989; Blume, 1994 aj.), že mobilita Cd je významně ovlivněna hodnotou pH prostředí.

Na obr. 2 je uveden podíl extrahovaného Cd v závislosti na použitém extrakčním činidle, použitém kalu a zemině. Tyto údaje byly stanoveny jako průměr ze všech odběrových termínů u neošetřené varianty. Hodnoty celkového obsahu Cd v jednotlivých zeminách po aplikaci kalů (Cd_{tot}) byly vypočteny z Cd_{tot} zeminy + Cd_{tot} kalu a nebyly analyticky zjišťovány. Z obr. 2 je patrné, že množství extrahovaného Cd bylo významněji ovlivněno použitou zeminou než aplikovaným kalem. Výluhem $2 \text{ mol.l}^{-1} \text{ HNO}_3$ bylo v průměru tří kalů na černozemi extrahováno 59 % Cd, na hnědozemi 54 % Cd a na fluvizemi 41 % Cd, což je v dobrém souladu s našimi předchozími pracemi (Balík et al., 1998), kdy jsme také stanovili významně nižší podíl extrahovatelného Cd na fluvizemi oproti hnědozemi a černozemi.

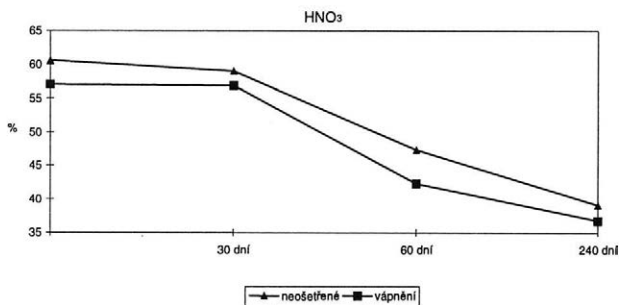
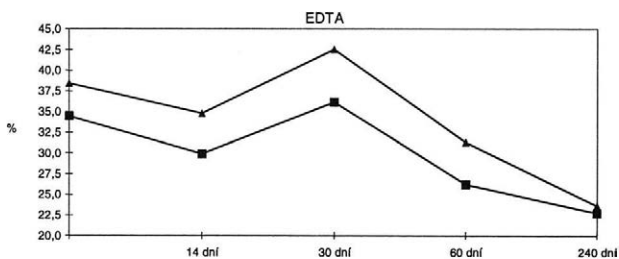
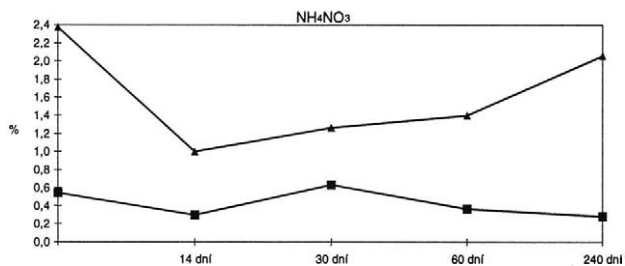
Také extrakcí $0,025 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{EDTA}$ byl uvolněn poměrně značný podíl Cd a v průměru činil na černozemi 40 %, na hnědozemi 47 % a na fluvizemi pouze 24 %. Na základě řady publikací (Birke, Werner, 1991; Ure et al., 1993) se lze domnívat, že při našem postupu extrakce jde především o Cd ve frakci vodorozpustné,

výměnné a adsorbované + organicky vázané. Toto vyluhováadlo může uvolnit také část Cd vázaného na karbonátech a oxidech (Beckett, 1989).

Roztokem NH_4NO_3 byla uvolněna velmi malá množství Cd, zejména na černozemi a hnědozemi, a nalezené hodnoty se velmi často nacházely pod hodnotami meze detekce stanovení ($0,0006 \text{ mg Cd.kg}^{-1}$). Pouze na fluvizemi byly vyšší, v průměru zde byla extrahována 4 % z Cd_{tot} . Z hlediska nízké extrakční síly, resp. značných analytických nároků u extrakce NH_4NO_3 je nutno zvážit vhodnost roztoku $1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3$ ke stanovení obsahu mobilních forem Cd v půdě. Na základě našich dosavadních zkušeností (Balík et al., 1998) se jako výhodnější zdá být extraktant CaCl_2 (zejména $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$). Jestliže souhrnně porovnáme použité kaly, nejhůře extrahovatelný byl kal 1, kaly 2 a 3 se výrazněji nelišily.

Vzhledem k tomu, že u variant ošetřených CaCO_3 bylo dodáno celkově méně Cd, zvolili jsme princip relativního vyjádření změn (v procentech k celkovému obsahu Cd v zemině + kalu).

Průměrné obsahy ze všech tří kalů a tří zemin jsou uvedeny na obr. 3. Je třeba připomenout, že jednotlivé body v grafech jsou průměrné hodnoty z 18 dílčích sta-



3. Podíl extrahovaného Cd (průměr ze tří zemin a tří kalů) v závislosti na způsobu ošetření kalu a použitém extrakčním činidlem – Percentage of extracted Cd (average from three soils and three sludges) in dependence on the method of the sludge treatment and used extraction agent

100 % neošetřené kaly, $Cd_{tot} = 0,53 \text{ mg.kg}^{-1}$
 100 % vyvápněné kaly, $Cd_{tot} = 0,51 \text{ mg.kg}^{-1}$

Vysvětlivky k obr. 3 až 6 – Explanations to Figs. 3 to 6:

0 = počáteční stav – starting state

neošetřené – untreated

vápnění – liming

osa x: délka inkubace (dny) – x axis: length of incubation (days)

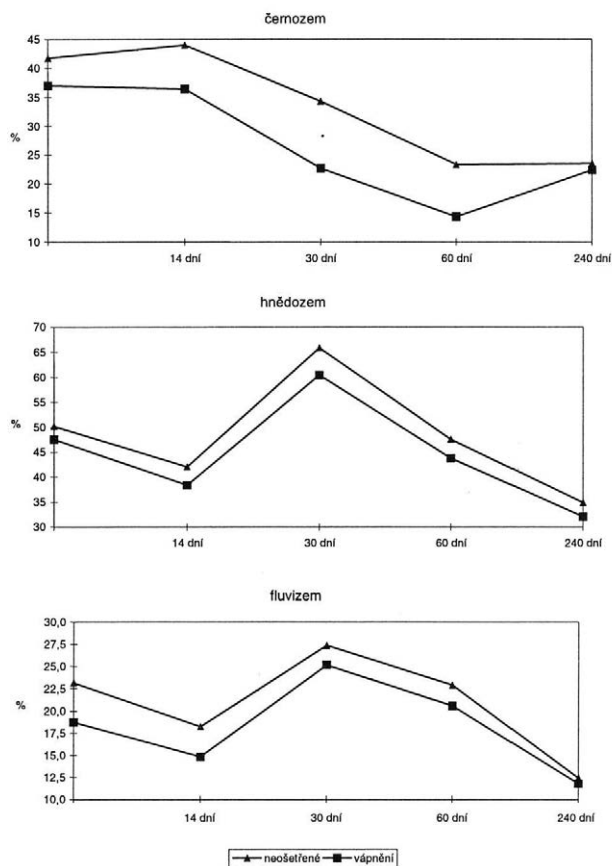
novení (dvě opakování x tři zeminy x tři kaly), čímž byla značně eliminována heterogenita výchozího materiálu. Extrakce v termínu 14 dnů byla u 2 mol.l⁻¹ HNO₃ vynechána. Z dílčích grafů vyplývá, že u vyvápňených kalů došlo ke snížení mobility Cd. Přitom platí, že čím je extrakční činidlo méně razantní, tím jsou relativní rozdíly mezi sledovanými variantami vyšší, což je důležité zejména při posuzování tzv. přijatelných hladin rizikových prvků v půdách. Je poměrně překvapivé, že byly stanoveny rozdíly i u silného extraktantu, jakým je HNO₃, ačkoli Emmerich et al. (1982) předpokládali, že HNO₃ je schopná uvolnit prvky vázané všemi hlavními způsoby včetně těch, které jsou vázány do sulfidů. Proto se zde nabízí nezbytnost dalšího sledování imobilizace Cd s využitím systému sekvenčních analýz. Z obr. 3 je také zřejmý trend postupného snižování mobility Cd v průběhu inkubací u 2 mol.l⁻¹ HNO₃ a 0,025 mol.l⁻¹ NH₄EDTA. Příčinou může být vazba v chelátech Cd v adsorpčních komplexech jíl + huminové kyseliny s vyšší relativní molekulovou hmotností. Dále může docházet k okludování Cd na oxidech, případně k jeho difuzi do jílových minerálů (Brümmer, 1986).

Vliv jednotlivých zemin na změny sorpce Cd je znázorněn na obr. 4. Vybrán byl roztok 0,025 mol.l⁻¹ NH₄EDTA, neboť charakterizuje i poměrně mobilní frak-

ce Cd v půdě a zároveň je extrahované množství Cd dostatečně vysoké, což zvyšuje reprodukovatelnost stanovených obsahů. Z výsledků vyplývá, že na všech třech sledovaných zeminách došlo během inkubace ke snížení podílu této frakce. Je zajímavé, že na černozemi jde o rovnoměrnou tendenci, na fluvizemi a hnědozemi nastalo výrazné zvýšení v odběrovém termínu 30 dní. Od tohoto termínu se snižoval podíl frakce NH₄EDTA také u těchto zemin. U všech tří sledovaných zemin lze zaznamenat určitou tendenci ke snížení rozdílu mezi vyvápňenou a kontrolní variantou s délkou inkubace.

Na obr. 5 a 6 jsou uvedeny rozdíly mezi jednotlivými kaly jako průměry na všech třech zeminách. Na obr. 5 jsou zřejmé změny po extrakci 0,025 mol.l⁻¹ NH₄EDTA a na obr. 6 po 2 mol.l⁻¹ HNO₃. Z průběhu křivek vyplývá, že vyvápňením se snížila mobilita Cd u všech sledovaných kalů. Na ošetření nejvýznamněji reagoval kal 3, což také odpovídá i změně v samotném kalu, prezentované na obr. 1. S ohledem na nejmenší obsah celkového Cd u kalu 3 se vyvápňením také jeho obsah nejvíce naředil.

Vápňením bylo dosaženo významně nižší mobility Cd jak v samotných kalcích, tak v zeminách po aplikaci vyvápňených kalů. V průběhu inkubace zemin se navíc došlo k postupné imobilizaci Cd v půdách, a to na ošetřených i kontrolních variantách, což také koreluje s pro-



4. Podíl extrahovaného Cd ($Cd_{tot} = 100\%$) roztokem 0,025M EDTA v závislosti na zemině a způsobu ošetření kalu (průměr tří kalů) – Percentage of extracted Cd ($Cd_{tot} = 100\%$) by solution 0,025M EDTA in dependence on soil and method of sludge treatment (average for three sludges)

černozem – Chernozem
 hnědozem – Luvisol
 fluvizem – Fluvisol

neošetřené kaly – untreated sludges:

černozem $Cd_{tot} = 0,49 \text{ mg.kg}^{-1}$

hnědozem $Cd_{tot} = 0,38 \text{ mg.kg}^{-1}$

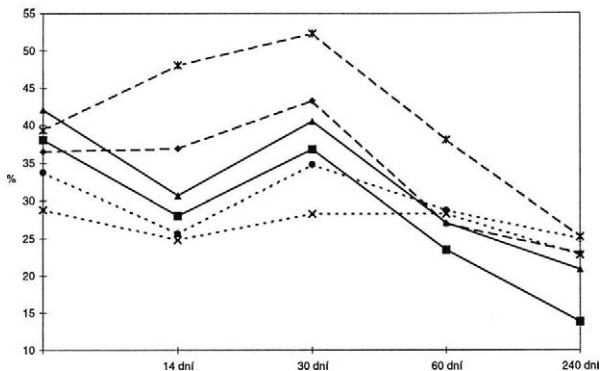
fluvizem $Cd_{tot} = 0,71 \text{ mg.kg}^{-1}$

vyvápňené kaly – limed sludges:

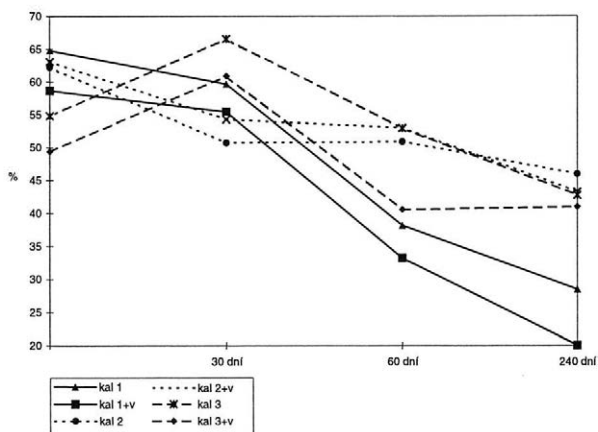
černozem $Cd_{tot} = 0,48 \text{ mg.kg}^{-1}$

hnědozem $Cd_{tot} = 0,36 \text{ mg.kg}^{-1}$

fluvizem $Cd_{tot} = 0,69 \text{ mg.kg}^{-1}$



5. Podíl extrahovaného Cd ($Cd_{tot} = 100\%$) roztokem 0,025M EDTA v závislosti na způsobu ošetření kalu (průměr tří zemín) – Percentage of extracted Cd ($Cd_{tot} = 100\%$) by solution 0.025M EDTA in dependence on the method of sludge treatment (average for three soils)



6. Podíl extrahovaného Cd ($Cd_{tot} = 100\%$) roztokem 2M HNO_3 v závislosti na způsobu ošetření kalu (průměr tří zemín) – Percentage of extracted Cd ($Cd_{tot} = 100\%$) by solution 2M HNO_3 in dependence on the method of sludge treatment (average for three soils)

neošetřené kaly – untreated sludges:

kal 1 – 100 % = 0,55 $mg \cdot kg^{-1}$

kal 2 – 100 % = 0,65 $mg \cdot kg^{-1}$

kal 3 – 100 % = 0,38 $mg \cdot kg^{-1}$

vyvápňené kaly – limed sludges:

kal 1 – 100 % = 0,55 $mg \cdot kg^{-1}$

kal 2 – 100 % = 0,62 $mg \cdot kg^{-1}$

kal 3 – 100 % = 0,36 $mg \cdot kg^{-1}$

IV. Hodnota pH/ $CaCl_2$ zemín po aplikaci čistírenských kalů po 24 h inkubace (průměr ze čtyř opakování) – pH/ $CaCl_2$ value of soils after application of sewage sludges after 24-hour of incubation (average from four replications)

Zemina ¹	Kal ⁵ 1	Kal 1 + v	Kal 2	Kal 2 + v	Kal 3	Kal 3 + v
Černozem ²	7,32	7,51	7,49	7,65	7,22	7,49
Hnědozem ³	6,67	6,90	6,90	7,11	6,72	6,89
Fluvizem ⁴	5,55	6,47	5,86	6,83	5,56	6,25

¹soil, ²Chernozem, ³Luvisol, ⁴Fluvisol, ⁵sludge

bíhajícími procesy v inkubovaných zemínách, tj. s procesem postupné transformace organické hmoty kalů a s následnou sorpcí Cd do stabilnějších humusových látek v půdě a s jeho vazbou do pevnějších vazeb na minerální sorbenty. Lze také předpokládat, že proces postupné immobilizace Cd z čistírenských kalů v půdě bude mít dynamičtější průběh po aplikaci čerstvých kalů, než tomu bylo v našem případě, kdy již byly kaly předem osm měsíců inkubovány.

K vyvápňení kalů byla v našich sledováních použita dávka 180 g $CaCO_3$ na 1 kg sušiny, což je poměrně značné množství. Na druhé straně ale odpovídá předpokládané intenzitě vápnění kalů v některých praktických doporučeních. Zemědělská komora Hannover (SRN) rozlišuje od 1. 9. 1996 z hlediska celkové strategie organických polutantů dvě kritéria podle obsahu CaO v sušine

kalu: do 12 % a nad 12 % (Merkel, Appuhn, 1996). V našich pokusech byl použit $CaCO_3$ a ne samotný CaO, což mělo výhodu v tom, že větší množství $CaCO_3$ se lépe homogenizovalo s kalem, docházelo k postupným změnám a ne k příliš rychlému rozkladu organických látek. Aplikace $CaCO_3$ se také více blíží praktickým podmínkám. Na druhé straně nelze matematicky vypočítat podíl vápnění na zředění Cd v kalu, neboť nelze stanovit, jaký podíl $CaCO_3$ se zúčastnil reakce.

V provedených pokusech byly použity vysoké dávky kalů, tak aby byly dosaženo zřetelnějších změn. Při stanovení velikosti aplikovaného množství jsme vycházeli z německé normy a použitá úroveň by odpovídala stoleté dávce. V důsledku toho bylo aplikováno s vyvápňenými kaly také poměrně značné množství CaO. Po přepočtu na ornici o hloubce 20 cm by tato dávka od-

povídala 8,8 t CaO.ha⁻¹. Zřejmě také proto bylo dosaženo dlouhodobých změn v zeminách po celou dobu jejich 240denní inkubace. V tab. IV jsou uvedeny hodnoty pH/CaCl₂, stanovené na počátku inkubace kalů se zeminami. Nejvýznamnější změny v oblasti pH byly vyvolány po aplikaci čistírenských kalů na fluvizemi, což také odpovídá celkově malé sorpční kapacitě této zeminy. Na nevápněných variantách činila průměrná hodnota pH 5,66 a vápněním se upravila na 6,52, tj. o 0,86. Naproti tomu na černozemi byla u kontrolní varianty hodnota pH 7,34 a na ošetřené variantě 7,55 (rozdíl 0,21). Stejný rozdíl byl také v případě hnědozemi (z 6,76 na 6,97). Poměrně malé změny u těchto zemin dobře korespondují s celkovou kationtovou výměnnou kapacitou i s obsahem uhlíčanů u těchto zemin.

Tyto změny v hodnotách pH zemin poskytují teoretické podklady pro vysvětlení rozdílů v sorpci Cd u variant s neošetřenými a vyvápněnými kaly. Jak vyplývá z řady publikací (Christensen, 1989; Blume, 1994), je změna pH půdy jedním z nejdůležitějších kritérií pro posouzení mobility Cd. V našich pokusech se vápnění ukázalo jako efektivní opatření.

Tato publikace vznikla na základě finančních prostředků GA ČR, projektu 526/97/0845.

LITERATURA

- Balík J., Tlustoš P., Száková J., Pavlíková D., Balíková M., Blahník R. (1998): Změny obsahu kadmia v rostlinách po aplikaci čistírenských kalů. *Rostl. Výr.*, 44 (10): 449–456.
- Beckett P. H. R. T. (1989): The use of extractants in studies on trace metals in soils, sewage sludges and sludges-treated soils. *Adv. Soil Sci.*, 9: 143–176.
- Birke C., Werner W. (1991): Eignung chemischer Extraktionsverfahren zur Prognose der Schwermetallgehalte in Pflanzen. In: Sauerbeck D., Lübbers S. (eds.): Auswirkungen von Siedlungsbafällen auf Böden, Bodenorganismen und Pflanzen *Forsch.-Zentr. Jülich GmgH, Ber. Ökol. Forsch.*, 6: 224–288.
- Blume H. P. (1994): Bindung, Abbau und Mobilität von organischen und anorganischen Schadstoffen in Böden. *Ber. Landwirtschaft.*, 208 (6): 128–137.
- Brümmer G. W. (1986): Heavy metal species, mobility and availability in soils. In: Bernhard M., Brinckman F. E., Sadler P. J. (eds.): The importance of chemical speciation in environmental processes. *Dahl. Konf.*: 169–192.
- Emmerich W. E., Lund L. J., Page A. L., Chang A. C. (1982): Solid phase forms of heavy metals in sewage sludge-treated soils. *J. Envir. Qual.*, 11: 174–178.
- Gerzabek M. H., Mohamad S. A., Danneberg O. H., Schaffer K. (1992): Schwermetalle in den Huminstoffen eines Müll- und Müllklärschlammkompostes. *Bodenkultur*, 43: 21–27.
- Hornburg V., Welp G., Brümmer G. W. (1995): Vergalten von Schwermetallen in Böden. 2. Extraktion mobiler Schwermetalle mittels CaCl₂ und NH₄NO₃. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 158: 137–145.
- Christensen T. H. (1989): Cadmium soil sorption at low concentrations. VII. Effect of stable solid waste leachate complexes. *Wat. Air Soil Pollut.*, 44: 43–56.
- Kozák J., Jehlička J., Křišťoufková S., Haladová H., Vachoušek V. (1990): Retence těžkých kovů půdami. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ. 68 s.
- Liebe F., Welp G., Brümmer G. W. (1997): Mobilität anorganischer Schadstoffe in Böden Nordrhein-Westfalens. *Essen, Minist. Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen*. 383 s.
- Mader P., Száková J., Mihalová D. (1998): Classical dry ashing of biological and agricultural materials. Part II. Losses of analytes due to their retention in an insoluble residue. *Analysis*, 26: 121–129.
- Merkel D., Appuhn H. (1996): Medianwert – Konzept zur Beurteilung organischer Schadstoffe in Klärschlämmen. *VDLUFASchr.-R. Kongreb.*, 44: 285–288.
- Mihalová D., Mader P., Száková J., Slámová A., Svatoš Z. (1993): Czechoslovak biological certified reference materials and their use in the analytical quality assurance system in a trace element laboratory. *Fresenius J. Anal. Chem.*, 345: 256–260.
- Poletschny H. (1996): Verwertung von Abwasserklärschlämmen im Landbau. *MuA Lfg. (2)*: 1–38.
- Rasp H. (1996): Die Verwertung von Klärschlammkomposten im Landbau. *MuA Lfg. (2)*: 1–12.
- Růžek P., Kusá H., Mühlbachová G. (1997): Využití různých zpracovaných kalů z ČOV v zemědělství. In: Sbor. Cizorodé látky v zemědělských ekosystémech, Praha-Ruzyně, VÚRV: 92–101.
- Sánka M., Němec P., Havlíková Š. (1998): Kontrola a monitoring cizorodých látek v zemědělské půdě a vstupech do půdy. [Závěrečná zpráva.] Brno, ÚKZÚZ. 105 s.
- Tlustoš P. (1999): Mobilita arzenu, kadmia a zinku v půdách a možnosti omezení jejich příjmu rostlinami. [Habilitation práce.] Praha, ČZU. 191 s.
- Tlustoš P., Van Dijk D., Száková J., Pavlíková D. (1994): Uvolňování Cd a Zn vybranými vyluhovacími. *Rostl. Výr.*, 40 (12): 1107–1121.
- Ure A., Quevauviller P., Muntau H., Griepink B. (1993): Improvements in the determination of extractable contents of trace metals in soil and sediment prior to certification. *BCR Inform. DG XIII, Brussels*. 85 s.
- Zeien H. (1995): Chemische Extraktionen zur Bestimmung der Bindungsformen von Schwermetallen in Böden. [Doktorská dizertace.] Bonn. 284 s.
- Zeien H., Brümmer G. W. (1991): Ermittlung der Mobilität und Bindungsformen von Schwermetallen in Böden mittels sequentieller Extraktionen. *Mitt. Dtsch. Bodenk. Gesell.*, 66: 439–442.

Došlo 13. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jiří Balík, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 27 32, fax: 02/20 92 03 12, e-mail: balik@af.czu.cz

ZMĚNY OBSAHU NITRÁTŮ V HNĚDOZEMÍCH

THE FLUCTUATION OF CONTENT OF NITRATE NITROGEN IN LUVISOLS

V. Vaněk, R. Němeček, J. Balík

Czech University of Agriculture, Praha, Czech republic

ABSTRACT: Seasonal changes of $\text{NO}_3\text{-N}$ content were studied at six arable fields of the Dobrá Voda farm near Hořice from 1991 to 1998. The farm belongs to sugar beet-growing region following weather and soil conditions. There is medium humid, slightly warm region with average altitude 265 m above sea level, with average annual temperature 8.1 °C and with the sum of annual precipitation 657 mm. Fields under intensive crop management were selected for the investigation. Soils belong to Luvisols, show mild acid or neutral pH and sufficient supply of P, K and Mg. The scheme of crop rotation at different fields including an application of manure and lime is given in Tab. I. Average annual rate of N per ha applied in fertilizers for growing crops for the eight year period was 102 kg N for winter cereals, 47 kg N for spring cereals, 107 kg N for sugar beet and 187 kg N for cabbage. Tabs. II and III show temperature and precipitation for the experimental period. Soil samples were taken in autumn (after the harvest of crops) and in spring from the topsoil 0 to 25 cm. Immediately after soil samples were taken, they were dried at 40 °C, ground and the fraction under 2 mm was extracted by 1 mol.l⁻¹ KCl. The content of $\text{NO}_3\text{-N}$ was determined by flow segment SKALAR analyser. Sieved soil mixed with sand (1 : 1) was incubated for seven days at 30 °C at the moisture of 60% of maximum water holding capacity. $\text{NO}_3\text{-N}$ after incubation was determined. Soil $\text{NO}_3\text{-N}$ content showed relatively stable values during the whole investigated period in Luvisols. In soil samples taken up in autumn after the harvest of winter as well as spring cereals nitrate was kept on the level about 15 ppm N and after the harvest of sugar beet and cabbage about 10 ppm N. Deviations from these values, found in certain years, are probably caused by different hydrothermic conditions. Aerobic incubation increased $\text{NO}_3\text{-N}$ content up to about 30 ppm N in samples taken up after the harvest of the crops. In spring period higher values after sugar beet were recorded and lower values of nitrate N were found after growing of cabbage and spring cereals. Higher increase of mineralizable N content (higher nitrate content after incubation) was mostly caused by manure application.

Keywords: Luvisols; soil nitrate; effect of fertilization and crops

ABSTRAKT: Obsah nitrátového dusíku ($\text{NO}_3\text{-N}$) v půdách skupiny luvisolů (převážně hnědozemě) vykazuje v období let 1991 až 1998 poměrně stabilní hodnoty. U vzorků zemin odebraných na podzim po sklizni ozimých i jarních obilnin se udržuje na úrovni okolo 15 ppm N a po sklizni cukrovky a zelí okolo 10 ppm N. Odchytky od těchto hodnot v některých letech jsou zřejmě způsobeny rozdílnými hydrotermickými podmínkami. Po aerobní inkubaci zemin odebraných po sklizni plodin byl zjištěn obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ okolo 30 ppm N. V jarním období byly stanoveny vyšší hodnoty po cukrovce a naopak nižší po zelí a jarních obilninách. Výraznější zvýšení obsahu mineralizovatelného dusíku (vyšší obsah nitrátů po inkubaci) působí hlavně organické hnojení.

Klíčová slova: luvisoly; půdní nitráty; vliv hnojení a plodin

ÚVOD

Obsahu dusíku v půdách je věnována zvýšená pozornost, a to z důvodů ekonomických, ekologických i ryze praktických. Zvláštní pozornost je soustředěna na obsah minerálního N, především nitrátů, které jsou rozhodujícím zdrojem N pro rostliny, i na dynamiku změn minerálního N v půdách během vegetace a na možnosti využití těchto údajů pro optimalizaci dusíkatého hnojení (Wermann, Scharph, 1986; Fecenko et al., 1989; Ložek et al., 1991; Bízík, Balogh, 1994; Petr et al., 1995; Haberle et al., 1997 aj.). Z většiny prací vyplývá, že obsah minerálního N v půdách je výsledkem složitých

procesů, které v půdách probíhají, a podmínek, které přeměny ovlivňují.

Je zřejmé, že na konkrétním obsahu minerálního N v půdě se podílí aktivita půdní mikroflóry, hydrotermické podmínky a kromě množství lehce rozložitelných organických dusíkatých látek i množství organického uhlíku v půdě a sama rostlina. Z tohoto pohledu jsou studovány otázky vlivu vnějších podmínek, půdních vlastností, způsobů využití půdy, plodin a hnojení na uvolňování N z organických sloučenin (Stadelmann et al., 1983; Rausch, 1989; Vaněk et al., 1995, 1997 aj.). Tento tzv. mineralizační potenciál je závislý na obsahu lehce mineralizovatelných organických sloučenin v pů-

dě a samozřejmě na podmínkách, které rozhodují o tom, jestli biologické procesy v půdách budou probíhat více ve prospěch mineralizace a zda se uskuteční ve větším či menším rozsahu, nebo bude minerální i mineralizovaný N využit mikroorganismy a dočasně imobilizován. Řada autorů se snaží určit tento potenciál různými postupy, v posledním období hlavně stanovením některých frakcí N, extrakcí organického N i stanovením mikrobiální biomasy (Olf, 1995; Appel, Mengel, 1998; Balík et al., 1999 aj.).

Je pochopitelné, že na výživě rostlin se podílí větší část minerálního N, který je v půdě, a také část mineralizovatelného N organických sloučenin. Podíl takto využitelného N závisí značně na tom, jestli v průběhu vegetace budou podmínky pro jeho mineralizaci a pohyb, případně ztráty. Proto také je obtížné využít údajů o obsahu minerálního i mineralizovatelného N pro hnojení i predikce jeho obsahu.

MATERIÁL A METODA

V letech 1991 až 1998 byl na šesti provozních honech Zemědělského družstva Dobrá Voda u Hořic sledován obsah minerálního a mineralizovatelného N. Byly vybrány pozemky, kde je provozována intenzivní rostlinná výroba s vysokým zastoupením cukrovky a zelí. Půdy pokusných pozemků patří do skupiny luvisolů (hlavně hnědozemě). Ornice je středně hluboká až hluboká, strukturní, hlinitá až jílovitohlinitá, půdní reakce neutrální až mírně kyselá. Zásoba přijatelného P a Mg je vyhovující až vysoká, K vyhovující až dobrá.

V tab. I jsou uvedeny plodiny, které byly na jednotlivých honech pěstovány. Nejvyšší podíl měly ozimé obilniny, dále cukrovka a jarní obilniny. Pozoruhodné je i zastoupení zelí, které bylo pěstováno za období 1991 až 1998 na pěti honech. Za celé hodnocené období nebyly na sledovaných pozemcích pěstovány bobovité pícniny, pouze na pozemku 4 byl zařazen hrách. Tab. I poskytuje také údaje o hnojení hnojem a vápnění. Hnojení P a K respektovalo jejich zásobu v půdě a dosažovanou produkci. Pro jednotlivé skupiny plodin činila

průměrná roční dávka N v minerálních hnojivech za sledované období u ozimých obilnin 102 kg N, u jarních obilnin 47 kg N, u cukrovky 107 kg N a u zelí 187 kg N na 1 ha.

Klimatické a půdní podmínky řadí podnik do řepařské výrobní oblasti. Jde o středně vlhkou, mírně teplou oblast s průměrnou nadmořskou výškou 265 m n. m., s průměrnou roční teplotou 8,1 °C a ročními srážkami 657 mm. V tab. II a III jsou uvedeny teplotní a srážkové poměry za pokusné období, naměřené ve Výzkumném a šlechtitelském ústavu ovocnářském v Holovousích (v bezprostřední blízkosti sledovaných pozemků). Z hodnot uvedených v tab. II je zřejmé, že celé sledované období bylo oproti dlouhodobému průměru teplejší asi o 0,5 °C a pouze rok 1995 byl výrazně chladnější (je to ovlivněno hlavně nízkými teplotami v mimovegetačním období) a naopak výrazně teplejší byly roky 1992 a 1994. Srážkové poměry jsou uvedeny v tab. III. Roční úhrny srážek ukazují, že pouze rok 1991 měl výrazně nižší srážky než normál. Tyto údaje dále dokumentují, že rozdělení srážek bylo v jednotlivých letech nerovnoměrné a zvláště v druhé polovině sledovaného období se častěji vyskytují měsíce s výrazně vyššími srážkami.

Vzorky zemin byly odebrány v podzimním (po sklizni plodin) a jarním období z ornice 0 až 25 cm a podorniči 25 až 50 cm, a to z každého pozemku dva průměrné vzorky ve stejných lokalitách. Výsledky jsou průměrem obou stanovení. Po vysušení vzorků zemin při 40 °C byly v jemnozemi stanoveny obsahy minerálního N ($\text{NO}_3\text{-N}$ a $\text{NH}_4\text{-N}$) ve vyluhu 1 M roztoku KCl kolorimetricky na přístroji SKALAR. K inkubaci zemin byla použita aerobní metoda, kdy jemnozemi smíšená s pískem (1 : 1) byla inkubována sedm dní při 30 °C a vlhkosti 60 % maximální vodní kapacity s následným stanovením minerálního N.

Cílem práce bylo zjistit množství nitrátového N po sklizni plodin (na podzim) a v jarním období následujícího roku a dále jeho potenciální množství, které se uvolní aerobní inkubací jako možný podklad pro optimalizaci hnojení dusíkatými hnojivy pro následné plodiny. V příspěvku je hodnocen obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ v ornici-

I. Přehled pěstovaných plodin, hnojení hnojem a vápnění na sledovaných honech Zemědělského družstva Dobrá Voda – The scheme of crop rotation, lime and manure application at experimental fields of Dobrá Voda Farm

Hon ¹	Rok sledování ²							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1	ozimá pšenice ³	cukrovka* [▲]	jarní ječmen ⁹	zelí*	jarní ječmen	ozimá pšenice	cukrovka*	jarní ječmen
2	cukrovka ⁴	ozimá pšenice	cukrovka* [▲]	ozimá pšenice	ozimý ječmen	cukrovka [▲]	ozimá pšenice	ozimý ječmen
3	cukrovka* [▲]	ozimá pšenice	zelí* [▲]	jarní ječmen	cukrovka*	ozimá pšenice	cukrovka*	ozimá pšenice
4	ozimá pšenice	hrách ⁶	ozimá pšenice	zelí	cukrovka	ozimá pšenice	ozimý ječmen	cukrovka*
5	cukrovka* [▲]	jarní pšenice ⁷	ozimá pšenice	ozimý ječmen	cukrovka* [▲]	jarní ječmen	zelí*	jarní pšenice
6	ozimý ječmen ⁵	zelí* ⁸	cukrovka	jarní ječmen	ozimá pšenice	ozimá pšenice	ozimý ječmen	cukrovka*

* hnojení hnojem v dávce 45 t.ha⁻¹ – manure application in rate of 45 t.ha⁻¹

▲ vápnění v dávce 3,0 t CaCO₃ t.ha⁻¹ – lime application in rate of 3.0 CaCO₃ t.ha⁻¹

¹field, ²experimental year, ³winter wheat, ⁴sugar beet, ⁵winter barley, ⁶pea, ⁷spring wheat, ⁸cabbage, ⁹spring barley

II. Teplotní charakteristiky za období 1991 až 1998 – Annual monthly temperatures in the period of 1991 to 1998

Měsíc ¹	Průměrné měsíční teploty ² (°C)								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	40letý průměr ⁴
1.	0,5	0,1	0,4	2,0	-3,9	-1,7	-3,9	0,9	-2,02
2.	-3,3	1,6	-2,6	-0,4	-3,9	3,4	1,4	3,2	-0,88
3.	5,6	3,8	2,2	5,4	0,2	2,6	4,2	3,4	3,16
4.	7,5	8,4	10,6	8,9	9,1	8,8	5,6	10,4	8,08
5.	9,7	14,9	16,9	13,5	13,5	13,6	14,2	14,6	13,17
6.	14,7	18,7	15,8	17,2	17,1	15,4	17,5	17,7	16,09
7.	19,7	19,9	16,2	23,3	16,3	21,5	17,4	17,7	17,77
8.	18,0	21,4	17,5	19,0	18,1	19,0	20,3	17,5	17,30
9.	15,2	14,4	13,1	14,1	10,6	13,0	14,1	13,7	13,46
10.	8,3	4,8	8,5	6,6	10,0	10,9	8,2	8,5	8,69
11.	3,2	3,3	1,0	5,0	5,0	0,8	3,7	0,8	3,20
12.	-1,8	-0,6	1,6	1,0	-4,3	-2,2	-1,1	-1,4	-0,43
Průměr ³	8,11	9,23	8,43	9,63	7,32	8,76	8,47	8,92	8,13

■ měsíc s výrazně nízkou průměrnou teplotou – month with extremely low temperatures

■ měsíc s výrazně vysokou průměrnou teplotou – month with extremely high temperatures

¹month, ²average monthly temperatures, ³average, ⁴mean of last 40 years

III. Srážkové charakteristiky za období 1991 až 1998 – Annual monthly precipitation in the period of 1991 to 1998

Měsíc ¹	Úhrny měsíčních srážek ² (mm)								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	40letý průměr ⁴
1.	30,0	36,9	64,1	56,7	47,0	10,9	21,6	23,4	48,17
2.	17,3	50,7	38,1	21,7	43,1	39,8	70,6	12,7	39,00
3.	41,5	99,2	20,0	101,8	61,7	27,8	33,4	46,2	41,32
4.	24,3	25,5	8,4	50,3	47,6	31,6	62,8	25,8	39,38
5.	46,2	25,1	109,5	45,2	87,7	154,4	49,6	36,1	65,46
6.	88,7	65,0	67,9	13,9	112,0	47,7	87,2	99,5	69,90
7.	59,0	63,3	122,4	36,3	27,5	109,0	175,6	79,7	76,41
8.	52,3	70,6	46,5	103,7	73,8	117,7	49,0	64,1	73,45
9.	32,0	35,6	77,7	70,2	101,4	66,1	15,0	118,5	51,55
10.	16,5	70,2	48,0	29,9	13,2	51,3	35,4	124,2	44,66
11.	72,9	58,5	58,2	48,6	47,6	33,2	42,7	35,9	48,40
12.	89,5	62,2	99,3	85,7	52,3	39,2	61,2	35,8	59,49
Celkem ³	570,2	662,8	760,1	664	714,9	728,7	704,1	701,9	657,19

■ měsíc s výrazně nízkým úhrnem srážek – month with extremely low precipitation

■ měsíc s výrazně vysokým úhrnem srážek – month with extremely high precipitation

¹month, ²sums of monthly precipitation, ³total, ⁴mean of last 40 years

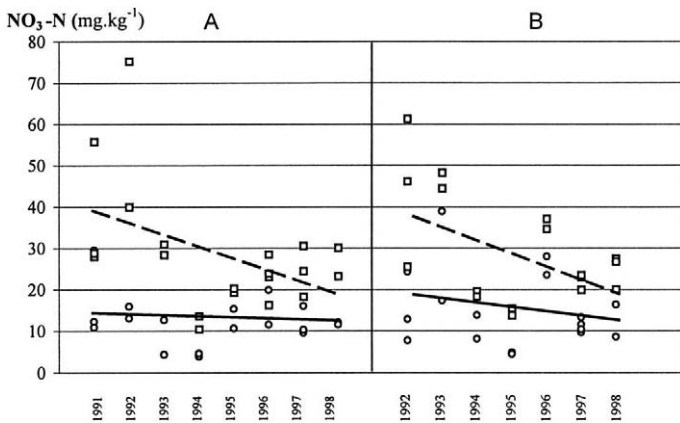
ním profilu 0 až 25 cm. Blíže údaje o stanovišti, odběru N plodinami a výsledky obsahu NO₃-N i NH₄-N v ornicí a podorničí (sledování za prvních pět let) uvádějí Vaněk et al. (1997).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Analýzy půd na obsah nitrátového N (NO₃-N) byly realizovány podle plodin (skupin plodin) pěstovaných na pokusných pozemcích. Zjištěné analytické údaje jsou

prezentovány na obr. 1 až 4. V levé části grafů (A) jsou uvedeny hodnoty stanovené ve vzorcích zemín z podzimního období (po sklizni plodin) a v pravé (B) ve vzorcích zemín odebraných v jarním období následujícího roku. Hodnotami zaznamenanými ve sledovaném období je proložena spojnice trendu pro aktuální obsah a pro potenciální obsah NO₃-N.

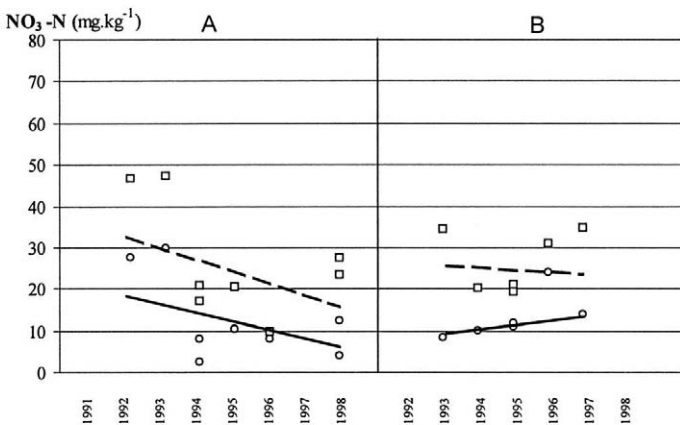
Aktuální obsah NO₃-N (před inkubací) se v podzimním období stabilizoval většinou na úrovni 10 až 15 ppm N. Jak je zřejmé z obr. 1, po ozimých obilninách (nejvíce



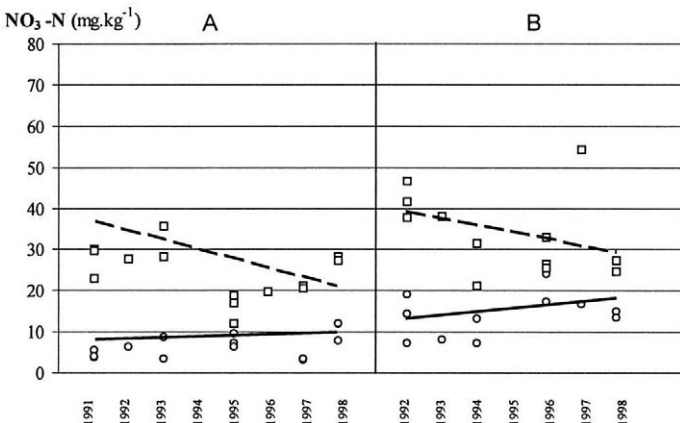
1. Obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg.kg^{-1}) ve vzorcích zemín odebraných po sklizni ozimých obilnin na podzim (A) a v následujícím roce na jaře (B) před inkubací (plná čára) a po inkubaci (přerušovaná čára) – The content of $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg.kg^{-1}) in the topsoil of winter cereals taken up in autumn (A) and in spring (B) of following year and analysed before (full line) and after (discontinuous line) incubation

Vysvětlivky k obr. 1 až 4 – Explanations to Figs. 1 to 4:

○ $\text{NO}_3\text{-N}$ před inkubací – before incubation
 □ $\text{NO}_3\text{-N}$ po inkubaci – after incubation



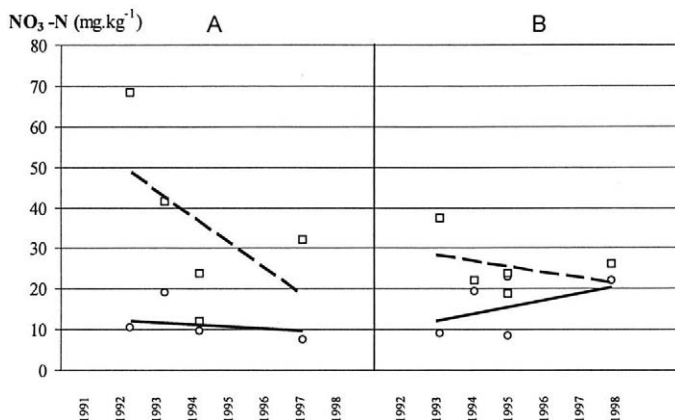
2. Obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg.kg^{-1}) ve vzorcích zemín odebraných po sklizni jarních obilnin na podzim (A) a v následujícím roce na jaře (B) před inkubací (plná čára) a po inkubaci (přerušovaná čára) – The content of $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg.kg^{-1}) in the topsoil of spring cereals taken up in autumn (A) and in spring (B) of following year and analysed before (full line) and after (discontinuous line) incubation



3. Obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg.kg^{-1}) ve vzorcích zemín odebraných po sklizni cukrovky na podzim (A) a v následujícím roce na jaře (B) před inkubací (plná čára) a po inkubaci (přerušovaná čára) – The content of $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg.kg^{-1}) in the topsoil of sugar beet taken up in autumn (A) and in spring (B) of following year and analysed before (full line) and after (discontinuous line) incubation

hodnocených údajů – ozimá pšenice 14 a ozimý ječmen 6) se udržuje poměrně vyrovnaný obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ v podzimním období a poněkud vyšší hodnoty i vyšší kolísání v jarním období. Podobné obsahy jsou i po jarních obilninách (obr. 2), s výjimkou prvních let sledo-

vání v podzimním období, kdy byly stanoveny hodnoty výrazně vyšší, což je zřejmě způsobeno následným organickým hnojením a vápněním k předplodinám a příznivými hydrotermickými podmínkami a dále nižším odběrem N pěstovanými plodinami. Nižší hodnoty ob-



4. Obsah NO₃-N (mg.kg⁻¹) ve vzorcích zemin odebraných po sklizni zelí a podzim (A) a v následujícím roce na jaře (B) před inkubací (plná čára) a po inkubaci (přerušovaná čára) – The content of NO₃-N (mg.kg⁻¹) in the topsoil of cabbage taken up in autumn (A) and in spring (B) of following year and analysed before (full line) and after (discontinuous line) incubation

sahu NO₃-N v půdě byly zjištěny po cukrovce (obr. 3) na úrovni zhruba 10 ppm N v podzimním období a na jaře dalšího roku okolo 15 ppm N. Vyšší hodnoty na jaře jsou zřejmě důsledkem následného působení organického hnojení k cukrovce. Pozoruhodně nízké obsahy NO₃-N vykazují půdy, kde bylo pěstováno zelí, okolo 10 ppm N (obr. 4). Opětovně v jarním období je obsah NO₃-N vyšší s trendem vyššího obsahu v pozdějším období sledování.

Z výsledků je zřejmé, že na stanovištích se pohybuje obsah nitrátů v půdách na poměrně nízké hladině a ani organické hnojení k cukrovce a zelí nepůsobilo jejich nárůst v půdách. Podobné výsledky byly získány i na jiných stanovištích (Petr et al., 1995; Vaněk et al., 1995 aj.). Také hnojení minerálními hnojivými nezvyšuje výrazně obsah NO₃-N v půdách. Ukazuje se, že rozumné dávky N, respektující potřebu rostlin a jejich celkový odběr, nezanechávají výraznější reziduální NO₃-N v půdách a spíše naopak po náročnějších plodinách s delší vegetační dobou (cukrovka a zelí) i při poměrně vysokých dávkách N v minerálních hnojivech (u zelí až 200 kg/ha) i organickém hnojení byly zjištěny nízké obsahy NO₃-N v půdách po sklizni těchto plodin.

Obsahy NO₃-N v zeminách po jejich inkubaci dokumentují ve většině případů výrazný nárůst hodnot, zvláště u vzorků odebraných v jarním období. Trend obsahů je ve sledovaném období u všech plodin sestupný (obr. 1 až 4), což lze vysvětlit vhodnějšími hydrotermickými podmínkami pro mineralizaci v letech 1995 až 1998 (vyšší srážky a stabilnější teplotní podmínky). Po inkubaci byl zaznamenán po cukrovce i ozimých obilninách podobný nárůst obsahu NO₃-N většinou na 30 až 40 ppm N. Vyrovnanější hodnoty jsou po cukrovce, zatímco po ozimých obilninách více kolísají, zvláště v prvních letech sledování (obr. 1 a 3). Vysoké hodnoty na počátku sledovaného období na jaře po ozimých obilninách jsou způsobeny zřejmě organickým hnojením, které proběhlo na podzim po sklizni obilnin (pro cukrovku a zelí). Po jarních obilninách byly stanoveny nižší hodnoty (obr. 2). Je zřejmé, že výraznější nárůst tohoto tzv. mineralizovatelného N je způsoben hlavně organickým

hnojením. Naše předchozí výsledky ukazují, že toto působení je zesíleno současným organickým a minerálním hnojením (Vaněk et al., 1997), případně zařazením jetelovin (Vaněk et al., 1995 aj.), zatímco samotné minerální hnojení jej výrazněji neovlivňuje. I když je známo zabudování N minerálních hnojiv do organických sloučenin v půdě, které se pohybuje v rozmezí 20 až 50 % dávky N (Machet et al., 1987; Vaněk et al., 1989; Lipold, Mouchová, 1995 aj.), nezvyšuje se množství lehce hydrolyzovatelných sloučenin, zřejmě jako důsledek uvolnění většího množství půdního N označovaného jako priming efekt. Je možné předpokládat, že příznivé zvýšení hodnoty potenciálně uvolnitelného N po organickém hnojení souvisí s tím, že část složek těchto hnojiv jej zvyšuje přímo, ale zřejmě také nepřímo rozvojem mikroorganismů a zvýšením jejich aktivity, protože jsou významným zdrojem uhlíku a energie. Dokladem toho je i skutečnost, že se po hnojení hnojem nezvyšuje obsah NO₃-N v půdách, spíše byl zaznamenán imobilizační efekt. Víceleté sledování obsahu NO₃-N v půdách této oblasti ukazuje, že v podorničí jsou obsahy NO₃-N nižší než v ornici a trend změny v jejich obsahu je také většinou podobný jako v ornici.

Ukazuje se také, že sušením vzorků zemin (při 40 °C) se uvolní část lehčejší hydrolyzovatelných frakcí N a C, které se při opětovném ovlhčení během inkubace rychle mineralizují a nitrifikují. Takto uskutečněná inkubace je dobrým ukazatelem mineralizačního potenciálu půd (Barekzai, Mühlhling, 1992; Pavlíková et al., 1992; Vaněk et al., 1995 aj.).

Po přepočtení zjištěného obsahu NO₃-N na celou hmotnost ornice se ve sledovaném profilu nacházelo asi od 35 do 53 kg N. Připočteme-li ještě určité množství N v hlubších vrstvách půdy, je zřejmé, že rostliny měly na sledovaných stanovištích k dispozici okolo 50 až 70 kg N a po inkubaci se toto množství zvýšilo asi na dvojnásobek, což stačí z větší části krýt potřebu i středně náročných plodin na N. Neznamená to však, že sledované půdy nevyžadují hnojení dusíkatými hnojivými. I když půdy poskytují větší část N rostlinám, musí být potřebná hladina N v půdě doplněna hnojením.

Z uvedených skutečností je patrné, že náhodné jednorozhodnutí sledování obsahu minerálního N, případně $\text{NO}_3\text{-N}$ nemůže plně vystihnout skutečný stav N v půdě. K serióznímu posouzení je zapotřebí zjistit i potenciálně uvolnitelný N a dále ověřit řadu dalších faktorů, především hnojení organickými hnojivy, vápnění, průběh hydrotermických podmínek i jeho předpoklady.

LITERATURA

- Appel T., Mengel K. (1998): Prediction of mineralizable nitrogen in soils on the basis of an analysis of extractable organic N. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 161: 433–452.
- Balík J., Černý J., Tlustoš P., Vaněk V. (1999): Změny obsahu extrahovatelného organického dusíku a dusíku mikrobiální biomasy při různém N hnojení ve stacionárním pokusu s kukuřicí. *Rostl. Vyr.*, 45 (7): 317–323.
- Barekzai A., Mühlring K. H. (1992): Einfluß der Trockendauer und Trockenstemperatur von Bodenproben auf ihren Gehalt an CaCl_2 -extrahierbaren N-Fraktionen sowie deren Beziehung zur N-Aufnahme der Pflanze. *Agrobiol. Res.*, 45 (2): 153–158.
- Bizik J., Balogh Z. (1994): Pohyb a akumulácia anorganického dusíka v hnezozemí. *Rostl. Vyr.*, 40 (10): 877–887.
- Fecenko J., Bizik J., Ložek O. (1989): Hnojenie jarného jačmeňa podľa obsahu anorganického dusíka v pôde. *Rostl. Vyr.*, 35 (8): 825–834.
- Haberle J., Svoboda P., Krejčová J. (1997): Obsah minerálního dusíku v půdním profilu a odběr dusíku ozimou pšenicí. *Rostl. Vyr.*, 43 (10): 473–479.
- Lippold H., Mouchová H. (1995): The fate of labelled ammonium nitrate split-applied to winter wheat in spring. *Rostl. Vyr.*, 41 (3): 99–102.
- Ložek O., Bizik J., Fecenko J. (1991): Dynamika anorganického dusíka v půde a jej vplyv na úrodu a kvalitu jarného jačmeňa. *Rostl. Vyr.*, 37 (5): 441–451.
- Machet J. M., Pierre D., Recours S., Remy J. C. (1987): Signification du coefficient réel d'utilisation et conséquences pour la fertilisation azotée des cultures. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 73 (3): 39–55.
- Olfs H. W. (1995): Ermittlung des N-Düngerbedarfs von Winterweizen: Eignung verschiedener N-Fraktionen und Düngerberatungssysteme. *Agrobiol. Res.*, 48: 127–137.
- Pavliková D., Vaněk V., Vlková O. (1992): Hodnocení metod mineralizovatelného dusíku v půdě. *Rostl. Vyr.*, 38 (12): 983–988.
- Petr J., Vaněk V., Procházka J., Najmanová J. (1995): Vliv dlouhodobého hnojení na obsah minerálního dusíku v půdě. *Rostl. Vyr.*, 41 (3): 103–108.
- Rausch H. (1989): Einfluß von Standort, Stallmistdüngung und Fruchtfolge sowie des Zwischentrocknungseffektes auf das Stickstoffmineralisierungspotential (N_{pot}) verschiedener Böden. *Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkd.*, 33: 87–95.
- Stadelmann F. X., Furrer O. J., Gupta S. K., Liescher P. (1983): Einfluß von Bodeneigenschaften, Bodennutzung, und Bodentemperatur auf die N-Mobilisierung von Kulturböden. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 146: 228–242.
- Vaněk V., Němeček R., Najmanová J. (1997): Vliv stanoviště a způsobu hospodaření na obsah minerálního a mineralizovatelného dusíku v půdách. *Rostl. Vyr.*, 43 (10): 463–471.
- Vaněk V., Petr J., Najmanová J., Pavliková D. (1995): Vliv dlouhodobého hnojení na obsah mineralizovatelného dusíku v půdě. *Rostl. Vyr.*, 41 (3): 109–114.
- Vaněk V., Vostal J., Činková D., Vlková O. (1989): Vliv doby aplikace močoviny na odběr a využití dusíku ozimou pšenicí. *Rostl. Vyr.*, 35 (7): 681–688.
- Werhmann J., Scharph H. C. (1986): The N min-method – an aid to integration various objectives of nitrogen fertilization. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 149: 428–440.

Došlo 20. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 27 34, fax: 02/20 92 03 12, e-mail: vaneck@af.czu.cz

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 12 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoli druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selective reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 12 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

OBSAH

Dvořák J., Remešová I.: Citlivost odrůd brambor na postemergentní ošetření metribuzinem a bentazonem	477
Henselová M., Zrůst J., Forišeková K.: Porovnanie vplyvu formulácií benzolinonu na výnos a kvalitu zemiakov (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	487
Hamouz K., Čepl J., Vokál B., Lachman J.: Vliv stanoviště a způsobu pěstování na obsah dusičnanů a glykoalkaloidů v hlízách brambor.....	495
Zrůst J., Hlušek J., Jůzl M., Přichystalová V.: Vztah některých růstových charakteristik a výnosu hlíz u velmi raných odrůd brambor	503
Balík J., Tlustoš P., Száková J., Blahník R., Kaewrahn S.: Sorpce kadmia v půdě po použití vyvápňených čistírenských kalů.....	511
Vaněk V., Němeček R., Balík J.: Změny obsahu nitrátů v hnědozemích	519
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Vokál B.: Z činnosti odboru rostlinné výroby ČAZV	502
RECENZE	
Zahradníček J.: D. Hiršová: Chemické názvosloví	510

PLANT PRODUCTION

CONTENTS

Dvořák J., Remešová I.: Sensitivity of potatoes to post-emergence application of metribuzin and bentazon (in Czech)	477
Henselová M., Zrůst J., Forišeková K.: Comparison of the formulations of benzolinone on the yield and quality of potatoes (<i>Solanum tuberosum</i> L.) (in Slovak)	487
Hamouz K., Čepl J., Vokál B., Lachman J.: Influence of locality and way of cultivation on the nitrate and glycoalkaloid content in potato tubers (in English).....	495
Zrůst J., Hlušek J., Jůzl M., Přichystalová V.: Relationship between some chosen growth characteristics and yield of very early potato varieties (in Czech).....	503
Balík J., Tlustoš P., Száková J., Blahník R., Kaewrahn S.: Sorption of cadmium in soil treated by limed sewage sludges (in Czech).....	511
Vaněk V., Němeček R., Balík J.: The fluctuation of content of nitrate nitrogen in Luvisols (in Czech)	519