

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

12

ROSTLINNÁ VÝROBA
časopis pro zemědělské vědy
Česká akademie věd
ročník 12, číslo 12, prosinec 1998

VOLUME 44
PRAHA
PROSINEC 1998
CS 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 rostlinné 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 Váňová, 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 a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

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 44 vychází v roce 1998.

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, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 je 744 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers, results of research and studies of the branches plant production, pedology, amelioration and related disciplines.

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 44 appearing in 1998.

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, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 is 177 USD (Europe), 195 USD (overseas).

VLIV BENZOLINONU NA TVORBU BRAMBOROVÝCH HLÍZ

THE EFFECT OF BENZOLINON ON POTATO TUBER FORMATION

J. Zrůst¹, M. Henselová²

¹Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic

²Department of Plant Physiology, Comenius University, Bratislava, Slovak Republic

ABSTRACT: Biological efficacy of a preparation Rastim 30 DKV was studied. It is an auxinoid, a plant growth regulator containing benzolinon: 3-[benzyloxycarbonylmethyl]-benzothiazoline-2-on as an active ingredient. Biological efficacy consists in changes in tuber number under the hill, in tuber size and weight and it controls qualitative characteristics – contents of dry matter, starch and nitrates. Experimental treatments of two potato varieties (Karin, Svatava – both varieties were bred in the Czech Republic) involved three ways of regulator application (dipping of seed tubers for 3 s in benzolinon solution two days before planting, foliar application and combination of both treatments), four concentrations (0.0003; 0.0015; 0.0045; 0.003%) and four doses (30; 100; 150; 300 ml in 444 liters per ha) that resulted in applications of 10 ml of solution to every hill. Another objective of these experiments was to determine the best application date in the growing season (two weeks after emergence and/or at the stage of flower buds). An experimental spacing was 75 x 30 cm. The effects on the number of table tubers (4 to 7 cm in size) were positive (Figs 1, 2, Tab. I). There were significant to highly significant differences in the weight of all harvested tubers under the hill, but the preparation itself did not show any significant positive effects (Tab. II). Benzolinon effects on tuber weight were positive mainly in tubers of 4 to 7 cm size category in both varieties in the three experimental years (Tab. III). Applications to the crop were best in comparison with combined treatment (seed tuber dipping and applications to the crop) and with seed tuber dipping (Figs 3, 4, Tab. III). The active ingredient Rastim 30 DKV (benzolinon) did not have any significant effects on tuber quality. Starch content, as well as dry matter percentage, were insignificantly higher in control in the three experimental years (Fig. 5). Nitrate content was higher in some treatments than in control, but the difference was statistically insignificant. Similar results were also obtained in other crops, but the effects on tuber quality were not confirmed (Zahrádníček et al., 1993) like it was the case in sugar beet roots, tomatoes, hot and sweet peppers, spring barley and corn (Henselová, Pohanková, 1992; Henselová, Konečný, 1994).

potato; Rastim 30 DKV; tuber number; tuber weight; starch content; dry matter percentage; nitrate content

ABSTRAKT: V maloparcelkových polních pokusech byly v letech 1991 až 1993 u dvou odrůd brambor (*Solanum tuberosum* L.) studovány biologické účinky auxinoidu a jeho vliv na kvalitu hlíz formou přípravku Rastim 30 DKV (regulátor rostlinného růstu s účinnou látkou 3-[benzyloxykarbonylmethyl]-benzotiazolin-2-on). Prověřovali jsme tři rozdílné způsoby aplikace, resp. osm různých dávek a srovnávali dva nejvhodnější termíny použití přípravku ve vegetaci. Preparát ve všech letech kladně a statisticky průkazně ovlivnil jak počet (o 18 až 25 %), tak hmotnost (o 13 až 24 %) konzumních hlíz velikosti 4 až 7 cm. Nejvhodnější byla aplikace na porost oproti kombinovanému ošetření (sadby i porostu), resp. ošetření pouze sadby (máčení hlíz). Parametry kvality hlíz nebyly účinnou látkou přípravku významně ovlivněny.

brambor; Rastim 30 DKV; počet hlíz; hmotnost hlíz; obsah škrobu; procento sušiny; obsah dusičnanů

ÚVOD

V minulých letech byl studován vliv několika typů růstových regulátorů na brambory. Byla hodnocena tvorba hlíz, resp. jejich kvalita a výnos (Zrůst, Mičá, 1989). U převážné většiny pokusů nebylo zjištěno významné ovlivnění produkčních procesů. Statistická významnost výsledků se měnila jak v letech, tak ve variantách pokusu. Při hodnocení kvality hlíz (sušiny, škrobnatosti, obsahu dusičnanů) byly zaznamenány ještě větší výkyvy v jednotlivých letech i termínech aplikace růstových regulátorů (Zrůst, 1990).

Ověřovali jsme také účinky syntetického regulátoru rostlinného růstu benzolinonu. Tato látka byla použita také u jiných rostlinných druhů k ovlivnění jejich různých fyziologických pochodů. Rychlost stárnutí segmentů listů ovsu po její aplikaci porovnávali s některými jinými růstovými látkami Klíčová et al. (1994). Citovaní autoři zjistili, že auxin brzdí odbourávání chlorofylu sice méně účinně než cytokinin, ale účinněji než benzolinon, projevující i v jiných případech účinky auxinu. Benzolinon ovlivňuje regeneraci pletiv stejným způsobem jako α -naftyloctová kyselina (NAA) a je rovněž vhodný pro regeneraci listových pletiv *in vitro*

(Procházková, 1992). Při sledování pupenu odrůdnuté dělohy z klíčících rostlin hrachu (v koncentracích 50 a 150 mg.l⁻¹) benzonon značně zvyšoval inhibiční účinek auxinu ve formě kyseliny indolyl-3-octové (IAA) (Rauscherová et al., 1991).

V našich pokusech jsme ověřovali biologický účinek benzononu na kvantitativní i kvalitativní charakteristiky brambor. Hodnotili jsme rozdílné aplikace i dávky přípravku a zkoumali nejvhodnější termín jeho použití.

MATERIÁL A METODA

Maloparcelkové polní pokusy jsme zakládali v letech 1991 až 1993 na pokusné stanici Valečov v nadmořské výšce 460 m, v bramborářské oblasti, na půdách lehčích až středně těžkých, se střední až dobrou zásobou fosforu, malou až dobrou zásobou draslíku a malou zásobou hořčiku. Do pokusu byly zařazeny dvě odrůdy brambor: Karin (raná, konzumní salátová) a Svatava (poloraná, konzumní). Pokus byl založen ve čtyřech blocích, do každého bloku byly zařazeny obě odrůdy; počet variant se v jednotlivých letech měnil. V prvních dvou letech pokusů bylo zvoleno sedm variant, ve třetím roce pouze kontrolní a jedna perspektivní varianta, ve které se kombinovaly úspěšné aplikace z předchozích dvou let pokusů. Použití dávky NPK (hlavních živin) bylo ve všech letech stejné: N 80 kg, P 57 kg, K 110 kg v přepočtu na 1 ha. Pokus byl uspořádán v systému kolmo dělených dílců.

Prověřovaným přípravkem byl Rastim 30 DKV, který vyvinul Výzkumný ústav chemické technologie v Bratislavě. Držitelem registrace a výrobcem preparátu je v současné době ISTROCHEM, a. s., Bratislava. Jeho účinná látka je benzonon (3-[benzyloxykarbonylmethyl]-benzotiazolin-2-on) (Varkonda et al., 1985). DKV úprava přípravku znamená dispergovatelný koncentrát pro ředění vodou, obsahující 300 g účinné látky v 1 l.

V pokusu byly uplatněny tyto aplikace přípravku:

- ošetření sadby koncentracemi: 0,0003; 0,0015 a 0,003%

- ošetření porostu:

- dva týdny po vzejití dávkou 100 ml.ha⁻¹
- ve stadiu poupát dávkami: 30; 100; 150 a 300 ml.ha⁻¹

- kombinace obou způsobů:

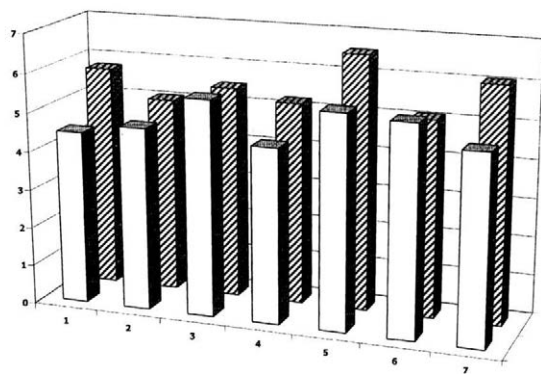
- ošetření sadby 0,003% roztokem a aplikací na list dva týdny po vzejití dávkou 100 ml.ha⁻¹
- ošetření sadby 0,003% roztokem a aplikací na list ve stadiu poupát dávkou 100 ml.ha⁻¹
- ošetření sadby 0,0045% roztokem a aplikací na list ve stadiu poupát dávkou 100 ml.ha⁻¹

Dávky přípravku ve vegetaci se v přepočtu na 1 ha dávaly do 444 l vody, aby bylo možné aplikovat na každý trs 10 ml roztoku. Pokusný spon byl 75 x 30 cm, tj. 44 444 trsů.ha⁻¹. V prvních dvou letech proběhly pokusy ve čtyřech a ve třetím roce v šesti opakováních.

Sadba byla ošetřena dva dny před výsadbou ponořením hlíz po dobu 3 s do příslušného roztoku přípravku. Hlízy pak byly uloženy na lísky, aby roztok oschnul. Po ruční výsadbě do předem vyznačeného sponu byla v pokusech během vegetace zajištěna plná mechanická kultivace a zabezpečena ochrana proti plísni bramborové.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Počet hlíz byl nejvíce ovlivněn směrem k vyšším velikostem konzumních hlíz (4 až 7 cm) ve všech třech letech u obou odrůd. Příznivě se v roce 1991 projevilo ošetření sadby 0,0015% koncentrací přípravku, ve vegetaci pak ošetření dávkami 30 a 150 ml u odrůdy Karin a 30 a 300 ml u odrůdy Svatava (obr. 1). Výsledky byly na hranici statistické průkaznosti vůči kontrole. V následujícím roce byly tyto výsledky potvrzeny. Obě aplikace ve vegetaci (100 ml přípravku dva týdny po vzejití a ve stadiu poupát) byly průkazné, resp. výsoce průkazné lepší než kontrola stříkaná vodou (tab. I). Kombinace (máčení sadby 0,003% roztokem a postřik 100 ml přípravku na porost ve stadiu poupát) také pozitivně ovlivnila počet hlíz ve velikostní kategorii 4 až 7 cm, ale i u hlíz malých (pod 4 cm) u obou odrůd v roce 1993 (obr. 2).



1. Počet hlíz na trs ve velikostní kategorii 4 až 7 cm ovlivněný Rastimem 30 DKV v roce 1991 (popis variant viz tab. II) – Tuber number per hill in a 4 to 7 cm size category as influenced by Rastim 30 DKV applications in 1991 (treatments see Tab. II)

osa x: varianty – x axis: treatments

□ Karin

▨ Svatava

I. Analýza rozptylu počtu hlíz velikosti 4 až 7 cm u kontroly a šesti pokusných variant u dvou odrůd v roce 1992 (zahrnuto 30 trsů) – Analysis of variance of tuber number of the size 4 to 7 cm in control and in six experimental treatments of two varieties in 1992 (30 hills involved)

Zdroj proměnlivosti ¹	N ²	Součet čtverců odchylek ³	F-hodnoty ⁴	Významnost ⁵
Opakování ⁶	3	899,196	1,510	
Variety ⁷ (A)	6	4 531,357	3,804	**
Odrůdy ⁸ (B)	1	23 247,875	117,109	**
A x B	6	2 710,500	2,276	*
Zbytek ⁹	39	7 742,054		
Celkem ¹⁰	55	39 130,982		

* statisticky průkazný rozdíl¹¹ ($P < 0,05$)

** statisticky vysoce průkazný rozdíl¹² ($P < 0,01$)

Průkazné rozdíly ¹³					
Variety	Průměr ¹⁴	Tukey	Odrůdy	Průměr	Tukey
7	177,00	5% 21,90	Svatava	183,11	5% 7,62
6	171,25	1% 26,27	Karin	142,36	1% 10,19
4	164,13				
2	160,50				
5	160,25				
3	159,63				
1	146,38				

Variety:

1 – kontrola¹⁵

2 – ošetření sadby roztokem¹⁶ 0,0015%

3 – ošetření sadby roztokem 0,003%

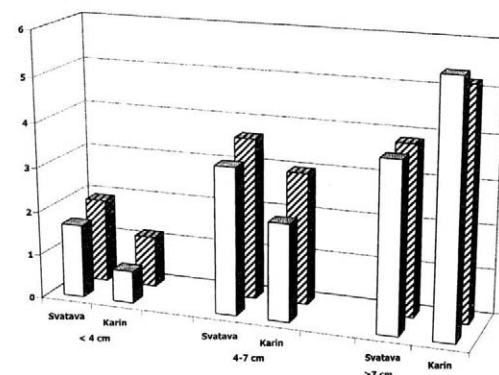
4 – kombinované¹⁷: sadba 0,003% + porost 100 ml dva týdny po vzejití¹⁸

5 – kombinované: sadba 0,0045% + porost 100 ml ve stadiu poupát¹⁹

6 – aplikace na porost²⁰ 100 ml dva týdny po vzejití

7 – aplikace na porost 100 ml ve stadiu poupát

¹source of variability, ²df, ³sum of squares, ⁴F-values, ⁵significance, ⁶replication, ⁷treatments, ⁸varieties, ⁹residuum, ¹⁰total, ¹¹statistically significant difference, ¹²statistically highly significant difference, ¹³significant differences, ¹⁴mean, ¹⁵control, ¹⁶seed treatment with solution, ¹⁷combined, ¹⁸seed + crop two weeks after emergence, ¹⁹seed + crop at the stage of flower buds, ²⁰application to the crop



2. Počet hlíz na trs u kontrolní a kombinované varianty s aplikací Rastimu 30 DKV v roce 1993 – Tuber number per hill in control and in combined treatment with Rastim 30 DKV applications in 1993

□ kontrola – control

▨ kombinovaná varianta – combined treatment

Analýza rozptylu hmotnosti všech hlíz ukázala rovněž mezi variantami průkazné až vysoce průkazné rozdíly, ale vliv přípravku se pozitivně neprojevil (např. výsledky z roku 1991, tab. II). Hmotnost hlíz byla benzononem kladně ovlivněna především u kategorie hlíz

velikosti 4 až 7 cm ve všech třech letech u obou odrůd. V prvním roce pokusů se v této kategorii uplatnily lépe varianty s aplikací na porost ve vegetaci (v období tvorby poupát) oproti variantám s ošetřením sadby. O rok později se tyto difference ještě zvýraznily (tab. III).

II. Analýza rozptylu hmotnosti všech hlíz v kg u kontroly a šesti pokusných variant u dvou odrůd v roce 1991 (zahrnuto 30 trsů) – Analysis of variance of weight in kg of all tubers in control and in six experimental treatments of two varieties in 1991 (30 hills involved)

Zdroj proměnlivosti ¹	N ²	Součet čtverců odchylek ³	F-hodnoty ⁴	Významnost ⁵
Opakování ⁶	3	10 324,419	1,929	
Variety ⁷	6	159 656,160	14,915	**
Odrůdy ⁸	1	424 325,401	237,846	**
A x B	6	16 808,660	1,570	
Zbytek ⁹	39	69 577,455		
Celkem ¹⁰	55	680 692,095		

** statisticky vysoce průkazný rozdíl¹² ($P < 0,01$)

Průkazné rozdíly ¹³					
Variety	Průměr ¹⁴	Tukey	Odrůdy	Průměr	Tukey
1	43,00	5% 2,08	Karin	44,01	5% 0,72
2	42,85	1% 2,49	Svatava	38,51	1% 0,97
7	42,53				
3	41,98				
4	40,86				
5	39,01				
6	38,60				

Variety:

1 – kontrola¹⁵

2 – ošetření sadby roztokem¹⁶ 0,0003%

3 – ošetření sadby roztokem 0,0015%

4 – ošetření sadby roztokem 0,003%

5 – aplikace na porost ve stadiu poupát²¹ 30 ml

6 – aplikace na porost ve stadiu poupát 150 ml

7 – aplikace na porost ve stadiu poupát 300 ml

For 1–16 see Tab. I, ²¹ application to the crop at the stage of flower buds

III. Analýza rozptylu hmotnosti hlíz v kg velikosti 4 až 7 cm u kontroly a šesti pokusných variant u dvou odrůd v roce 1992 (zahrnuto 30 trsů) – Analysis of variance of tuber weight in kg of 4 to 7 cm size in control and in six experimental treatments of two varieties in 1992 (30 hills involved)

Zdroj proměnlivosti ¹	N ²	Součet čtverců odchylek ³	F-hodnoty ⁴	Významnost ⁵
Opakování ⁶	3	774,091	0,376	
Variety ⁷ (A)	6	24 138,571	5,861	**
Odrůdy ⁸ (B)	1	70 537,901	102,758	**
A x B	6	22 533,035	5,471	**
Zbytek ⁹	39	26 771,383		
Celkem ¹⁰	55	144 754,983		

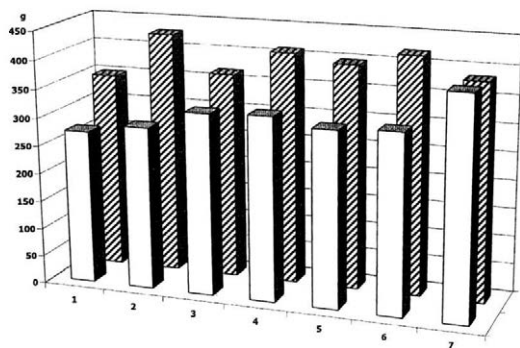
** statisticky vysoce průkazný rozdíl¹² ($P < 0,01$)

Průkazné rozdíly ¹³					
Variety	Průměr ¹⁴	Tukey	Odrůdy	Průměr	Tukey
7	11,63	5% 1,29	Svatava	11,82	5% 0,45
6	11,06	1% 1,54	Karin	9,57	1% 0,60
4	11,05				
2	10,78				
5	10,64				
3	10,34				
1	9,37				

Variety viz tab. I

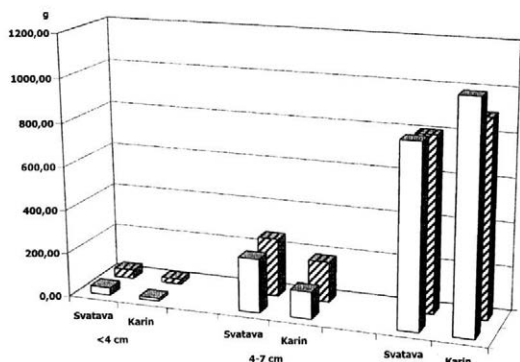
Treatments see Tab. I

For 1–14 see Tab. I



3. Hmotnost hlíz (g) ve velikostní kategorii 4 až 7 cm ovlivněná Rastimem 30 DKV v roce 1992 (popis variant viz tab. I) – Tuber weight (g) in a 4 to 7 cm size category as influenced by Rastim 30 DKV applications in 1992 (treatments see Tab. I)

osa x: varianty – x axis: treatments
 □ Karin
 ▨ Svatava



4. Hmotnost hlíz (g) na trs u kontrolní a kombinované varianty s aplikací Rastimu 30 DKV v roce 1993 – Tuber weight (g) per hill in control and in combined treatment with Rastim 30 DKV applications in 1993

□ kontrola – control
 ▨ kombinovaná varianta – combined treatment

Obě varianty s aplikací na porost v období dvou týdnů po vzejití a tvorby poupát spolu s variantou kombinovanou (máčení hlíz v 0,003% roztoku s následným postříkem v dávce 100 ml přípravku dva týdny po vzejití) měly výsoce průkazně vyšší hmotnost hlíz než kontrola. Varianty rozdílné jen statisticky nevýznamně jsou seřazené od nejvyšších k nejnižším hodnotám v tomto pořadí: varianty s aplikací na porost; varianty s kombinovaným ošetřením (sadby a porostu); varianty s ošetřením sadby máčením hlíz (obr. 3). Z obr. 3 není uvedené pořadí variant na první pohled patrné. Vezmou-li se průměrné hodnoty ze součtu obou odrůd, tyto tendence se zvýrazní (tab. III). Rovněž v roce 1993 byla kladně, avšak neprůkazně ovlivněna kombinovaná varianta (máčení hlíz s následnou foliární aplikací ve stadiu tvorby poupát) u obou odrůd v kategoriích hlíz velikosti 4 až 7 cm a do 4 cm (obr. 4). V kategorii velkých hlíz nad 7 cm byly výsledky opačné.

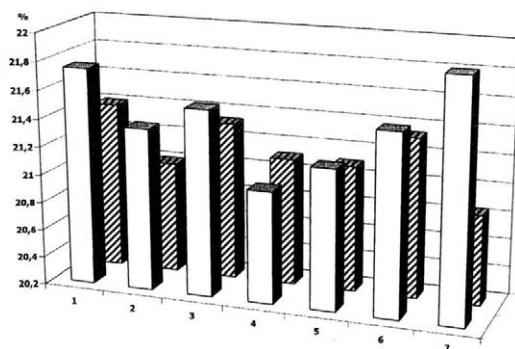
Podobné zvýšení výnosů, které zjistili někteří autoři u dalších plodin, jako jsou např. rajčata, kořeninové a konzumní papriky, cukrovka, jarní ječmen, kukuřice (Henselová, Pohanková, 1992; Henselová, Konečný, 1994), cukrovka pěstovaná na provozních plochách (Zahrádníček et al., 1993), jsme

zaznamenali též u brambor, především v určité velikostní kategorii (u konzumních hlíz).

Při ovlivnění výnosu brambor jde zřejmě též o regulaci metabolických procesů biologicky aktivní látkou. Jak uvádějí Henselová, Konečný (1994), ovlivňuje tento přípravek nativní hormonální systém ošetřených plodin a jejich metabolismus, zvyšuje aktivitu a obsah nativních fytohormonů. Z hlediska růstové biologické aktivity jde o účinný auxinoid.

Tvorba hlíz je u brambor hormonálně regulována (např. Ewing, 1995). Zakládání hlíz je proces spojený s potlačováním vegetativního růstu a přeměrováním sinku (uložného prostoru pro fotosyntáty) z nadzemní do podzemní části rostlin (Ewing, 1990). Z publikovaných prací vyplývá, že důležitější než hladiny jednotlivých fytohormonů jsou jejich vzájemné koncentrační vztahy, zejména poměr kyseliny abscisové ku giberelinům. Auxiny stimulují dlouhý růst, tvorbu kořenů, resp. dělení buněk. (Jsou důležité rovněž pro vyvíjející se plody.) Některé publikace uvádějí mírný vzestup endogenní kyseliny indolyl-3-octové v době iniciace hlíz (např. Procházka, Šebánek, 1997).

Kvalitativní charakteristiky hlíz nebyly účinnou látkou Rastimu 30 DKV průkazně ovlivněny. Co se týká



5. Obsah sušiny (%) u kontroly a šesti variant s aplikací Rastimu 30 DKV v roce 1992 – Dry matter content (%) in control and in six treatments with Rastim 30 DKV applications in 1992

osa x: varianty – x axis: treatments
 □ Karin
 ▨ Svatava

obsahu škrobu, měly hlízy z kontrolní varianty ve všech třech letech neprůkazně vyšší hodnoty a obdobně vykazovaly vyšší procento sušiny než varianty ošetřené (obr. 5). Obsah dusičnanů měly hlízy z některých variant (při ošetření sadby i aplikací na porost) vyšší oproti jiným variantám, u nichž byly použity odlišné koncentrace sledovaného přípravku, vůči kontrole však neprůkazně. U brambor se tak nepotvrdily výsledky, které publikovali Zahradníček et al. (1993) u cukrovky, nebo Henselová, Pohanková (1992) a Henselová, Konečný (1994) u dalších plodin, u nichž byl sledován mnohem větší počet kvalitativních charakteristik i dalších parametrů výnosu pěstovaných rostlin než v našich pokusech.

LITERATURA

- EWING, E. E.: Induction of tuberization in potato. In: VAYDA, M. E. – PARK, W. D. (eds): The molecular and cellular biology of the potato. Melksham, CAB Int. Redwood Press 1990: 25–41.
- EWING, E. E.: 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. 1995: 698–724.
- HENSELOVÁ, M. – KONEČNÝ, V.: RASTIM 30 DKV – regulátor rastu zvyšující úrodu a zlepšující kvalitu ošetřených plodin. *Agrochémia*, 34, 1994: 50–54.
- HENSELOVÁ, M. – POHANKOVÁ, M.: Rastim 30 DKV – nový originální přípravek zvyšující úrodu poľnohospodárskych plodín. *Agrochémia*, 32, 1992: 89–91.
- KLÍČOVÁ, Š. – ŠEBÁNEK, J. – VÍTKOVÁ, H.: 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, 1994: 119–123.
- PROCHÁZKA, S.: 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 1992.
- PROCHÁZKA, S. – ŠEBÁNEK, J. a kol.: Regulátory rostlinného růstu. Praha, Academia 1997. 396 s.
- RAUSCHEROVÁ, L. – BIČ, J. – KRÁLÍK, J.: Poznatky z aplikace přípravku Rastim 30 DKV. *Agrochémia*, 31, 1991: 234–236.
- VARKONDA, Š. – HÝBLOVÁ, O. – SUTORIS, V. – KONEČNÝ, V. – MIKULÁŠEK, S.: Prostriedok na reguláciu rastu rastlín. [Autorské osvědčení.] 1985.
- ZAHRADNÍČEK, J. – KADLÍK, A. – HENSELOVÁ, M. – KONEČNÝ, V.: Vliv biostimulátoru Rastim 30 DKV na výnos a technologickou jakost cukrovky pěstované na provozních plochách. *Listy cukrov. a řep.*, 109, 1993 (5): 98–103.
- ZRÚST, J.: Využití regulátorů růstu v bramborářství. Výzkum bramborářské praxe. *Bull. Oseva VŠÚB*, 9, 1990: 23–32.
- ZRÚST, J. – MÍČA, B.: Jsou regulátory růstu při pěstování brambor perspektivní? *Zeměd. Nov. Zemědělec*, 39, 24. 5. 1989 (20).

Došlo 29. 5. 1998

Kontaktní adresa:

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

ELIMINACE VIRU S BRAMBORU CHEMOTERAPIÍ IN VITRO ZA POUŽITÍ RIBAVIRINU

POTATO VIRUS S ERADICATION BY CHEMOTHERAPY IN VITRO USING RIBAVIRIN

V. Horácková

Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic

ABSTRACT: Potato virus S (PVS) was eradicated from systemically infected plants of eight potato hybrids and four potato varieties in culture *in vitro*: cultivation in a nutrient medium containing ribavirin, a synthetic riboside, was used. Virus concentration decreased gradually, after repeated subcultures of the top parts of plants to a ribavirin-containing medium. Effects of the concentration used, subculture number and treated variety were manifested. The highest number of virus S free regenerants was determined in media with ribavirin concentrations 0.002 and 0.003%. Positive sanitation effects were observed from the second subculture in the separate varieties, the proportion of virus-free clones ranged from 55 to 100% following the third subculture. No virus was detected by ELISA after regenerants were transplanted into greenhouse conditions. This method provides results comparable with those obtained by usual procedures of virus S eradication.

potatoes; PVS; eradication; chemotherapy; ribavirin; ELISA

ABSTRAKT: Virus S bramboru (PVS) byl eliminován ze systémově infikovaných rostlin osmi kříženců a čtyř odrůd bramboru v kultuře *in vitro* kultivací na živné půdě obsahující syntetický ribosid ribavirin. Ke snižování koncentrace viru docházelo postupně, po opakovaném pasážování horních částí rostlin na médium s ribavirinem. Projevil se vliv použité koncentrace, počtu pasáží a ozdravované odrůdy. Nejvyšší podíly regenerantů prostých viru S byly zjištěny na půdách o 0,002 a 0,003% koncentraci ribavirinu. V závislosti na odrůdě byl od druhé pasáže zaznamenán pozitivní ozdravovací efekt, po třetí subkultuře se podíl ozdravených klonů pohyboval od 55 do 100 %. Pomocí ELISA nebyl detekován virus ani po přesazení regenerantů do skleníkových podmínek. Tato metoda poskytuje srovnatelné výsledky s obvyklými postupy eliminace viru S.

brambory; PVS; eradikace; chemoterapie; ribavirin; ELISA

ÚVOD

V komplexu virů napadajících brambory má specifické místo virus S (PVS). Jde o virus převážně latentní povahy, vizuální diagnostikou prakticky nepostihnutelný. U nás je výskyt tohoto viru v sadbě brambor při uznávacím řízení dosud tolerován, je proto jeho rozšíření ve šlechtitelských a semenářských porostech značné. Prakticky nemožné je tedy vyhledání klonů bez viru S pomocí laboratorní diagnostiky.

Obecným trendem ve světě se stává produkce zcela bezvirózních sadbových materiálů a množení zdravé sadby i mimo technické izoláty. Zcela bezvirózní stav sadbových materiálů brambor je v současnosti plně vyžadován při jejich mezinárodní výměně.

Z uvedených důvodů je nutné zařadit do šlechtitelského a množitelského cyklu postupy, umožňující odstranění viru S a dosažení zdravých jedinců i z materiálu zcela infikovaného.

Práce na ozdravení výchozích materiálů bramboru byly zprvu řešeny pro celý komplex virů cestou aktivního vyhledávání zdravých jedinců pomocí laborator-

ních diagnostických metod. Zavedení techniky meristémových kultur, doplněné o termoterapii (Morel et al., 1968), vedlo k rozvoji aktivních ozdravovacích postupů, umožňujících získání bezvirózních klonů cestou eliminace virů z infikovaných rostlin v kultuře *in vitro*. Tyto techniky našly uplatnění i u nás (Svobodová, 1964; Šíp, 1972; Horácková, 1981; Zádina et al., 1985). Spolu s rychlým množením ozdravených regenerantů *in vitro* a systémem diagnózy ELISA jsou využívány k tvorbě viruprostých šlechtitelských a množitelských materiálů (Dědič, 1989; Novák et al., 1992; Kostřica et al., 1994).

Nejběžněji používaná metoda ozdravování za použití termoterapie rostlinného materiálu, následovaná odběrem meristémů, bývá zdlouhavá a není vždy úspěšná. Proto jsou pro zvýšení pravděpodobnosti získání bezvirózních rostlin využívány postupy *in vitro* i další, které tvorbu virů potlačují rozdílnými mechanismy. Jedním z nich je aplikace chemických preparátů, které vykazují virostatické účinky a zároveň minimálně poškozují ovlivňovaný rostlinný materiál. Nejlepší účinek širokého spektra těchto látek byl zjiš-

těn především u syntetických analogů pyrimidinových a purinových bázi (Lerch, 1979; Schuster, 1988; Bittner et al., 1989; Bittner, 1990; Conrad, 1991).

K neúčinnějším přípravkům, které se používají k inhibici virů bramboru v kultuře *in vitro*, náleží ribavirin, což je syntetický ribosid na bázi purinu. Osvědčil se i při eliminaci obtížně odstranitelných virů PVS, PVX, PVM (Sanchez et al., 1991; Bittner et al., 1987; Bittner, 1990).

Provéřili jsme praktické využití ribavirinu k ozdravování bramboru od viru S (PVS). Sledovali jsme účinnost ribavirinu na inhibici reprodukce viru S a zhodnotili faktory, které eliminaci viru ovlivňují.

MATERIÁL A METODA

Do pokusu na prověření preparátu ribavirin při odstraňování viru S v kultuře bramboru *in vitro* byly zařazeny čtyři odrůdy bramboru (Kamýk, Karin, Kobra, Koruna) a osm kříženců (KE 110/8, KE 115/94, KE 113/21, HR 37/35, KE 77/76, HR 14/8, HR 51/40, HR 37/84), šlo o odrůdy a křížence českého šlechtění.

V kultuře *in vitro* bylo namnoženo potřebné množství výchozích rostlin, systémově infikovaných virem S (PVS). Bylo připraveno agarové živné médium (Murashige, Skoog, 1962) bez růstových regulatorů a doplněno ribavirinem v 0,001, 0,002 a 0,003% koncentracích. Roztok ribavirinu byl do média přidán po sterilizaci přes membránové filtry, aby nedošlo k jeho odbourání horkem. Ribavirin byl získán od firmy Pharmacia Inc. z USA pod obchodním názvem Virazole.

Pasážování na půdy s jednotlivými koncentracemi ribavirinu proběhlo celkem ve třech opakováních v rozmezí čtyř týdnů. U první pasáže na půdy s ribavirinem byly použity stonkové řízků se dvěma nody, odebrané vždy ze stejné části rostliny ve fázi osmi až deseti listů. Segmenty tvořené druhým a třetím listovým patrem pod vrcholem byly umístěny po jednom ve zkumavce.

Při opakovaných pasážích byly k další kultivaci odebrány z regenerovaných rostlin vrcholové řízků. Pro každý hodnocený genotyp a koncentraci byla založena varianta o čtyřiceti rostlinách a jako neošetřená kontrola byl použit geneticky identický materiál, shodným způsobem pasážovaný a kultivovaný na živném médiu bez virostatika. Kultivace probíhala při 16h fotoperiodě, s osvětlením 3000 lx a teplotě 20 až 22 °C.

Po třech týdnech kultivace byl u jednotlivých koncentrací ribavirinu zhodnocen fyto toxický účinek podle vzrůstu rostlin a intenzity kořenění v porovnání s kontrolou.

Virostatický účinek ribavirinu byl hodnocen pomocí ELISA, vždy po ukončení jednotlivých pasáží. Obsah viru byl při první a druhé pasáži stanoven vždy u deseti rostlin, rozdělených na vrchní a spodní segment, a rovněž ve spodních segmentech, zbývajících po opakovaném pasážování horních částí rostliny na nové médium. Vrchní segment představoval vrcholový řízek o dvou

nodech včetně listů a spodní segment tvořila zbývající část stonku s listy po oddělení vrcholového řízku. Po tomto testování se snížil počet rostlin v každé variantě na dvacet.

Po třetí subkultivaci na půdách s ribavirinem byly vrcholové segmenty přepasážovány na běžné živné médium a po třech týdnech vysazeny do skleníku. Poté byl opakován pomocí ELISA u skleníkových rostlin stanoven obsah viru.

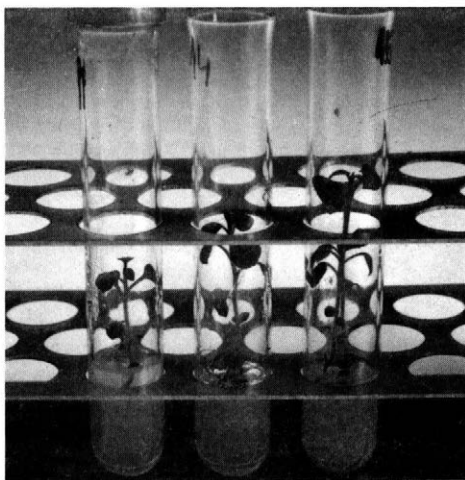
VÝSLEDKY A DISKUSE

V pokuse se projevil vliv různé koncentrace ribavirinu na vzrůst rostlin a jejich kořenění. Fyto toxický účinek se zvyšoval s koncentrací a všechny sledované odrůdy vykazovaly od 0,002% koncentrace ribavirinu lehké až střední poškození vzrůstu. Výška rostlin byla v průměru o 40 až 60 % nižší v porovnání s kontrolní neošetřenou pasáží.

Účinek ribavirinu se projevil rovněž na zakořeňování rostlin v agarovém médiu. Kořenění bylo inhibováno především v důsledku tvorby kalusu na řezných plochách, u některých segmentů bez kořenů došlo i k zasychnutí. U žádné z provedených koncentrací však nebyly negativně ovlivněny všechny rostliny tak, aby bylo znemožněno další pasážování varianty a pokračování pokusu (obr. 1).

Při hodnocení účinku ribavirinu na inhibici reprodukce viru S byl zjištěn vliv použité koncentrace, počtu pasáží a ozdravované odrůdy.

V případě 0,001% koncentrace ribavirinu se projevil pouze velmi malý, případně žádný ozdravovací efekt. Po třetí pasáží byly u této koncentrace zjištěny zdravé



1. Vzrůst a kořenění rostlin odrůdy Kobra na půdě s ribavirinem o 0,003, 0,002 a 0,001% koncentraci – Plant growth and root formation in Kobra variety in a medium with ribavirin concentrations 0,003, 0,002 and 0,001%

I. Eliminace viru S bramboru v procentech zdravých rostlin při 0,002% koncentraci ribavirinu podle pasáží u různých zkoušených odrůd (kříženců) bramboru – Potato virus S eradication expressed as a per cent of virus-free plants at ribavirin concentration 0.002% in the separate subcultures of tested potato varieties (hybrids)

Odrůda ¹ (křížec ²)	Pasáž ³				
	1.		2.		3.
	V	S	V	S	
KE 110/8	40	0	80	60	100
HR 37/35	60	0	100	70	100
KE 115/94	40	0	60	10	80
KE 113/21	40	10	60	20	88
HR 51/40	40	0	40	0	46
KE 77/76	0	0	0	0	12
HR 14/8	0	0	0	0	15
HR 37/84	60	10	80	80	100
Kobra	0	0	20	20	68
Kamýk	0	0	0	0	9
Karin	0	0	0	0	5
Koruna	0	0	0	0	45

V = vrcholový segment se dvěma nody – top segment with two nodes

S = spodní část rostliny po oddělení vrcholového segmentu – plant part remaining after the top segment was cut off

¹variety, ²hybrid, ³subculture

rostliny pouze u tří kříženců (HR 37/35, HR 51/40, HR 37/84), a to v rozmezí 12 až 20 %. U ostatních nebyly detekovány žádné regeneranty bez virové infekce.

Se zvyšováním koncentrace ribavirinu v médiu lze zaznamenat zvyšující se podíl regenerantů prostých viru S. Účinek 0,002% koncentrace ribavirinu na eliminaci viru S je zřejmý z tab. I. V případě této koncentrace byly již od druhé pasáže prokázány vyšší podíly regenerantů prostých viru S. Jednotlivé odrůdy reagovaly na terapii odlišně a počet ozdravených klonů se pohyboval od 5 do 100 %. K plné inhibici viru došlo po třetí subkultuře u tří z dvanácti kříženců (KE 110/8, HR 37/35, HR 37/84).

K výraznému nárůstu počtu regenerantů prostých viru S došlo po opakované subkultivaci rostlin na médium obsahující ribavirin o 0,003% koncentraci (tab. II). Od druhé pasáže lze zaznamenat odrůdy prosté viru S jak ve vrchní, tak ve spodní části rostliny. Po třetí pasáži jsou u sedmi odrůd veškeré regeneranty vysázené ve skleníku prosté viru S i po opakovaném testování. Při vyšší koncentraci ribavirinu se již neprojevují tak výrazné genotypové rozdíly v eliminaci viru S. Určitou závislost rychlosti eliminace viru S na genotypu uvádějí při této koncentraci ribavirinu rovněž Bittner et al. (1989) a Bittner (1990), a to především v prvních dvou subkultivacích.

K doložení virostatického účinku ribavirinu bylo použito hodnot relativní koncentrace viru stanovené metodou ELISA. Srovnání extinkčních hodnot pro 0,003% koncentraci ribavirinu je zachyceno na obr. 2.

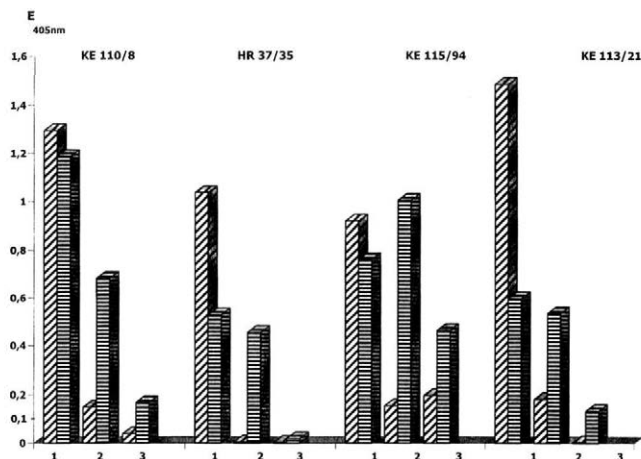
II. Eliminace viru S bramboru v procentech zdravých rostlin při 0,003% koncentraci ribavirinu podle pasáží u různých zkoušených odrůd (kříženců) bramboru – Potato virus S eradication expressed as a per cent of virus-free plants at ribavirin concentration 0.003% in the separate subcultures of tested potato varieties (hybrids)

Odrůda ¹ (křížec ²)	Pasáž ³				
	1.		2.		3.
	V	S	V	S	
KE 110/8	60	0	100	70	100
HR 37/35	100	30	100	100	100
KE 115/94	70	0	80	50	82
KE 113/21	60	10	100	80	100
HR 51/40	40	20	100	100	100
KE 77/76	20	0	60	40	85
HR 14/8	60	10	80	70	66
HR 37/84	100	60	100	100	100
Kobra	30	0	60	40	100
Kamýk	60	10	90	60	100
Karin	20	0	20	10	55
Koruna	0	0	40	20	85

Relativní koncentrace viru v hodnotách extinkce a její úbytek v horním a spodním segmentu při první a druhé subkultuře *in vitro* jsou záznamně graficky. Z porovnání extinkčních hodnot ovlivněného materiálu s neovlivněnou kontrolou je zřejmé, že opakované pasážování postupně redukovalo koncentraci viru. Koncentrace viru se průkazně snižovala především v horních segmentech rostlin, ve spodních úsecích rostlin došlo ve většině případů rovněž k poklesu relativní koncentrace viru a ke snížení oproti kontrole. V neošetřených kontrolách byla koncentrace viru v rostlině rozložena v opačném směru, s výjimkou odrůd Kamýk a Karin.

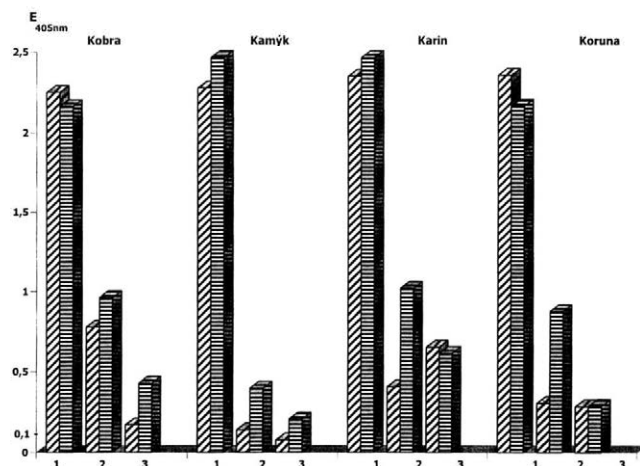
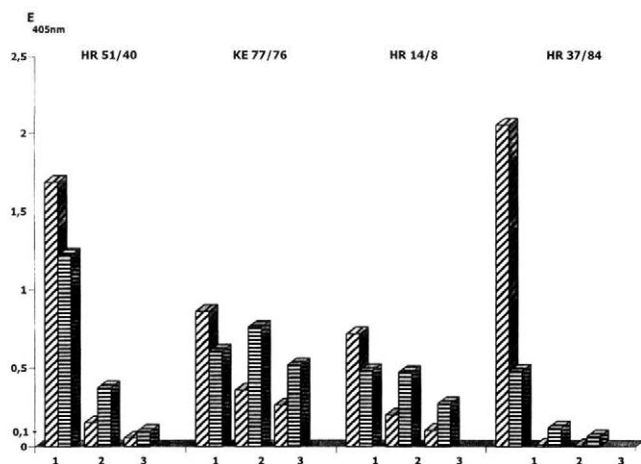
V tab. III jsou uvedeny výsledky testování zdravotního stavu po šesti týdnech od výsadby ve skleníku u materiálu po třetí subkultivaci na půdě o 0,003% koncentraci ribavirinu a rovněž průměrné hodnoty relativní koncentrace viru S u kontrolních odrůd.

Z tab. III jsou zřejmé i konečné údaje o počtech zdravých i neozdravených rostlin u jednotlivých odrůd. K úbytku rostlin v pokuse došlo výhradně v důsledku negativní reakce jednotlivých odrůd na působení ribavirinu (zasychání, nekořenění apod.). V závěru pokusu měl plný počet rostlin dané varianty činit dvacet. Jako kontrola bylo vysazeno deset rostlin, ve všech případech s pozitivní reakcí na virus S. Nejvýraznější se fyto toxická reakce projevila na konečném počtu rostlin u křížence HR 37/84, jistý úbytek počtu rostlin byl zaznamenán rovněž u kříženců HR 14/8, KE 115/94 a KE 113/21. I přes zjištěnou redukci počtu výchozích rostlin je v konečném výsledku tento postup velmi efek-



2. Relativní koncentrace viru S ve vrchních a spodních částech infikovaných rostlin po subkultivaci na půdě s ribavirinem o 0,003% koncentraci u různých odrůd (kříženců) bramboru – Relative virus S concentrations in top parts and under the top of infected plants after subculture in a medium with ribavirin concentration 0.003% in different potato varieties (hybrids)

1 = kontrola – control
 2 = 1. pasáž – 1st subculture
 3 = 2. pasáž – 2nd subculture
 ▨ vrchní část – top part
 ■ spodní část – part under the top



III. Průměrná relativní koncentrace viru S bramboru (E_{405nm}) u rostlin různých odrůd (kříženců) bramboru ze skleníku, získaných po třetí subkulturaci na půdě s 0,003% koncentrací ribavirinu, a porovnání s kontrolou – Average relative concentrations of potato virus S (E_{405nm}) in plants of different potato varieties (hybrids) from a greenhouse, produced after the third subculture in medium with ribavirin concentration 0.003%, and a comparison with control

Odrůda ¹ (kříženc ²)	Kontrola ³ $\bar{x}$	Počet ⁴	Zdravé rostliny ⁵
KE 110/8	0,731	19*/0**	0,0018
HR 37/35	0,756	17/0	0,0016
KE 115/94	1,419	13/3	0,0045
KE 113/21	0,727	16/0	0,0031
HR 51/40	1,156	19/0	0,0056
KE 77/76	0,781	16/3	0,0055
HR 14/8	1,248	10/5	0,0036
HR 37/84	0,771	7/0	0,0038
Kobra	1,944	18/0	0,0025
Kamýk	1,623	18/0	0,0035
Karin	1,880	11/9	0,0053
Koruna	1,792	17/3	0,0052

* testované zdravé rostliny – tested virus-free plants

** testované nemocné rostliny – tested infected plants

For 1–2 see Tab. I, ³ control, ⁴ number, ⁵ virus-free plants

tivní, zejména co se týká množství získaných ozdravených klonů i pracovní náročnosti.

Průměrné hodnoty relativní koncentrace viru S zjištěné v prostředí *in vivo* u rostlin po třetí pasáži (tab. III) dokumentují další snížení obsahu viru v regenerantech a v porovnání s hodnotami kontrolních rostlin lze konstatovat výrazný ozdravovací vliv ribavirinu.

Uvedené výsledky potvrzují účinek ribavirinu, který neeliminuje již syntetizovaný viru, ale inhibuje replikaci viru. Lerch (1979) uvádí vedle omezeného množení viru rovněž výrazné zpomalení systémového šíření viru v rostlině.

Bezviróvé regeneranty lze očekávat až po opakovaném pasážování vrcholových segmentů nově regenerovaných rostlin. Obdobné závěry uvádějí také Bittner et al. (1989), v jejichž pokusech bylo po třech pasážích na půdě s ribavirinem získáno 100 % regenerantů bez viru S u pěti ozdravovaných odrůd. Větší rozptýlení v počtu dosažených bezvirózních materiálů po opakovaném pasážování (5 až 100 %) udává Conrad (1991).

ZÁVĚR

Virus S (PVS) byl eliminován z infikovaných odrůd a kříženců bramboru kultivací na živných půdách obsahujících ribavirin. Jako optimální pro ošetření rostlin v kultivačním médiu se ukázal ribavirin v 0,003% koncentraci a opakované pasážování, které postupně snižo-

valo koncentraci viru. K detekci viru S bylo použito testu ELISA.

V závislosti na genotypu bylo již po první pasáži zjištěno malé procento regenerantů prostých viru S, podíl ozdravených rostlin vzrostl po druhé subkulturaci (10 až 100 %) a zejména po třetím přenosu vrcholů rostlin na médium s virostatikem (55 až 100 %). Virus S nebyl detekován u ozdravených rostlin ani po přesazení do prostředí *in vivo* ve skleníku.

Metodu eliminace viru S (PVS) pomocí ribavirinu v živném médiu *in vitro* lze považovat za rovnocenný postup v porovnání s klasickým ozdravováním pomocí meristémových kultur a termoterapie. Časová náročnost obou způsobů je srovnatelná, u uvedeného postupu chemoterapie odpadá odborně a pracovní obtížná fáze odběru a regenerace meristémových explantátů.

V současné době byl již tento postup využit k ozdravení od viru S u dalších patnácti odrůd, u sedmi materiálů včetně dihaploidních ozdravovací cyklus probíhá.

Práce byla řešena za podpory grantového projektu GA ČR č. j. 521/096/1308.

LITERATURA

- BITTNER, H.: Chemotherapeutische Methode zur komplex Eliminierung der Viren PVX, PVS und PVM aus *in vitro* Stengelschnittlingen von Kartoffelfeltypen. In: Kartoffelforsch. Akt. Gross Lusewitz, Ifk 1990: 29–35.
- BITTNER, H. – SCHENK, G. – SCHUSTER, G.: Chemotherapeutical elimination of potato virus X from potato stem cuttings. J. Phytopathol., 120, 1987: 90–92.
- BITTNER, H. – SCHENK, G. – SCHUSTER, G. – KLUGE, S.: Elimination by chemotherapy of potato virus S from potato plants grown *in vitro*. Potato Res., 32, 1998: 175–179.
- CONRAD, P. L.: Potato virus S free plants obtained using antiviral compounds and nodal segment culture of potato. Amer. Potato J., 68, 1991: 507–513.
- DĚDIČ, P.: Detection of potato viruses X, M, S, A, Y and Leafroll by ELISA with artificial polyvalent antibodies. Proc. X. Conf. Cz. Pl. Virol. Praha, 1989: 61–62.
- HORÁČKOVÁ, V.: Studium využití rostlinných explantátů ve šlechtění brambor. In: Nové šlechtitelské metody u brambor. [Závěrečná zpráva.] Havlíkův Brod, VŠÚB 1981: 28–69.
- KOSTŘICA, P. – KONRÁD, J. – MOHL, J. – KOPAČKA, V.: Spolupráce VÚB a šlechtitelů při ozdravování a množení šlechtitelských materiálů technikami *in vitro*. Bramborářství, 11, 1994: 9–10.
- LERCH, B.: Chemotherapie gegen Pflanzenviren. Ber. Landwirtschaft., 57, 1979: 555–558.
- MOREL, G. – MARTIN, C. – MULLER, J. F.: La guérison des pommes de terre atteintes de maladies a virus. Ann. Phytiol. Veg., 10, 1968: 113–139.
- MURASHIGE, T. – SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 1962: 473–497.

- NOVÁK, F. – KOSTŘICA, P. – KRPÁLKOVÁ, A.: Uplatnění tkáňových kultur v udržovacím šlechtění a intenzivním množení brambor. *Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe*, 1992.
- SANCHEZ, G. E. – SLACK, S. A. – DODDS, J. H.: Response of selected *Solanum* species to virus eradication therapy. *Amer. Potato J.*, 68, 1991: 299–315.
- SCHUSTER, G.: Synthetic antiphytoviral substances. *Appl. Virol. Res.*, 1, 1988: 265–284.
- SVOBODOVÁ, J.: Kultivace bezvirózních brambor z meristémových tkáňových kultur. In: *Sbor. Konf. Praha, Havlíčkův Brod*, 1964: 123–127.
- ŠÍP, V.: Eradication of potato virus A and S by thermotherapy and sprout tip culture. *Potato Res.*, 15, 1972: 270–275.
- ZADINA, J. – KOSTŘICA, P. – RASOCHOVÁ, M.: Tkáňové kultury ve šlechtění brambor. [Závěrečná zpráva.] Havlíčkův Brod, VŠUB 1985.

Došlo 21. 5. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Vendulka Horáčková, CSc., Výzkumný ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod, Česká republika, tel.: 0451/231 28, fax: 0451/215 78, e-mail: vubhb@hba.czn.cz

MOŽNOSTI DIFERENCIACE KMENOVÉHO SPEKTRA VIRU Y BRAMBORU (PVY) TECHNIKAMI POLYMERÁZOVÉ ŘETĚZOVÉ REAKCE (RT-PCR)

POSSIBILITIES TO DIFFERENTIATE THE POTATO VIRUS Y (PVY) STRAINS BY MEANS OF POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR)

P. Dědič, J. Ptáček

Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic

ABSTRACT: Thirty-eight isolates of PVY originating from different European countries and from Canada were examined with respect to their strain group differentiation. The biological tests on tobacco (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun) plants, PVY-N specific monoclonal antibodies (Bioreba) and molecular diagnosis by RT-PCR were used for this purpose. According to the necrotic symptoms on tobacco, thirty isolates could be inserted into PVY-N strain group. Surprisingly, three isolates from this group did not react with PVY-N specific monoclonal antibodies, and on the contrary, one isolate producing mosaic symptoms only was showing weak positive reactions in ELISA. In the course of RT-PCR evaluation five methods for nucleic acid preparation from tobacco leaf tissue were compared. Two methods (extraction of total RNA by QIAGEN kit and immunocapture technique) yielded the most reliable and best reproducible results and were also suitable for large-scale application. Utilizing specific primer combinations devised by Glais et al. (1996) and Weidemann, Maiss (1996), it was possible to detect either all the isolates tested without further differentiation, or with selection of appropriate primer combination to discriminate between common (PVY-O) and necrotic (PVY-N) strain groups of PVY. Using specific pairs of primers for PVY-O detection, the amplification product was observed in sixteen PVY isolates. However, nine isolates of this strain group parallelly, with other pairs of primers, displayed the specific product of PVY-N strain group. Details are summarised in Tab. I. The problems of possible double infections and prospect to discriminate isolates of PVY-NTN sub-group are discussed.

potatoes; potato virus Y; detection; strain differentiation; biotest; serotyping; molecular diagnosis

ABSTRAKT: V pokusech s 38 izoláty viru Y bramboru (PVY), pocházejících z různých zemí Evropy a z Kanady, byla ověřována možnost jejich diferenciace do příslušných kmenových skupin pomocí biologického testu na rostlinách tabáku (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun), sérotypizací kmenově specifickými protilátkami (Bioreba) a molekulární diagnostikou pomocí RT-PCR. Současně bylo porovnáno pět metod separace RNA, z nichž dva postupy (extrakce celkové RNA a imunovazebná technika) poskytly spolehlivé a reprodukovatelné výsledky, vhodné též pro sériové aplikace vlastní RT-PCR. Příslušnými kombinacemi primerů, které navrhli Glais et al. (1996) a Weidemann, Maiss (1996), byly detekovány buď všechny izoláty PVY bez jejich další diferenciace, nebo při výběru vhodných kombinací primerů bylo možné další rozlišení izolátů do kmenových skupin (PVY-O a PVY-N). Je diskutována problematika směsných infekcí a odlišení izolátů z podskupiny PVY-NTN.

brambory; virus Y bramboru; detekce; kmenová diferenciace; biotest; sérotypizace; molekulární diagnóza

ÚVOD

Virus Y bramboru (PVY) patří, co se týká geografického rozšíření i hospodářského významu a škodlivosti, k nejvýznamnějším virům bramborů. Izoláty tohoto viru infikující brambory jsou dále členěny do kmenových skupin, z nichž nejdůležitější jsou Y-O, Y-N a Y-C (Boksa, Huttinga, 1981). Kritériem pro tuto diferenciaci jsou lokální a systémové příznaky na okruhu indikátorových rostlin a odrůdách bramboru, které specificky indikují možnou kmenovou příslušnost

sledovaného izolátu. Některé izoláty však do uvedených skupin jednoznačně zařadit nelze ani pomocí tohoto pracovního a zdoluhavého systému (Richter et al., 1979). Z praktického hlediska jsou kmenové charakteristiky významné zvláště ve vztahu ke specifické vnímavosti či rezistenci odrůd bramboru k jednotlivým kmenovým skupinám PVY a proměnlivosti izolátového spektra tohoto viru v přírodě (Chrzanowska, 1991; Heuvel et al., 1994). Údaje o možné diskriminační analýze izolátů PVY se v posledních letech opírají zejména o výsledky na úseku přípravy kmenově

specifických monoklonálních protilátek (Mab) a jejich aplikace v postupu ELISA (Gugerli, Fries, 1983; Rose et al., 1987; Oshima et al., 1990) a zvláště o údaje ze sekvenčních analýz aminokyselin a nukleových kyselin virového genomu (Thole et al., 1993; Tordo et al., 1995; Singh, Singh, 1996). Navržení vhodných sond pro molekulární hybridizace nukleových kyselin a oligonukleotidových primerů pro RT-PCR přináší nové možnosti exaktní diagnózy i diferenciace na požadované úrovni specifity.

Problematickou diferenciace kmenů PVY v postupech RT-PCR se v poslední době, zejména v souvislosti s výskytem izolátů tohoto viru, vyvolávajících povrchové nekrózy na hlízách některých odrůd bramboru (Beczner et al., 1984), zabývali Weidemann, Maiss (1996) a Glais et al. (1996). Oba autorské kolektivy vybraly pro diferenciaci izolátů primery z oblasti 5'NTR a genu pro P1 protein, kde byly prokázány významné sekvenční difference. Weidemann, Maiss (1996) detekovali dvojici primerů z oblasti P1 genomu všechny zkoušené izoláty z kmenových skupin O, N i C a dvojici primerů z oblasti 5'NTR-P1 specificky všech 13 evropských izolátů indukujících nekrózy hlíz bramboru. Glais et al. (1996) pomocí čtyř vybraných primerů v závislosti na jejich kombinaci buď detekovali izoláty PVY bez rozlišení kmenové příslušnosti, nebo izoláty skupiny PVY-N, případně PVY-O. Odlišné izoláty podskupiny Y-NTN bylo možné rozlišit pouze pomocí navazující restrikční analýzy (RFLP).

Cílem této práce bylo ověřit možnosti diferenciální diagnózy u kolekce našich vybraných izolátů viru Y bramboru pomocí vhodných aplikací RT-PCR.

MATERIÁL A METODA

Izoláty viru

Pro pokusy byly vybrány vlastní izoláty PVY (udržované v kolekci izolátů VÚB *in vitro*) a dále zahraniční izoláty tohoto viru, získané buď ve formě konzervovaných preparátů (lyofilizované nebo desikované nad CaCl_2), nebo jako rostlinky bramboru *in vitro*. Přehled izolátů, jejich originální značení i provenience shrnuje tab. I. Pro vlastní experimenty byly všechny izoláty mechanicky přefikovány na rostliny tabáku (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun) vedené ve skleníkových podmínkách. V postupných termínech byl hodnocen projev vizuálních příznaků infekce a vlastní laboratorní diagnóza byla prováděna za 2 až 4 týdny po inokulaci rostlin.

Sérologická detekce a diferenciace

Pro sérologickou detekci PVY a diferenciaci sérotypů skupiny PVY-N byla používána imunodiagnostika získaná z IPO Wageningen (Holandsko) a z komerčních zdrojů od firmy Bioreba (Švýcarsko). Postup DAS-ELISA (Clark, Adams, 1977) byl částečně

modifikován podle našich dřívějších zkušeností (Dědič et al., 1992). Izoláty PVY, které reagovaly negativně s kmenově specifickými protilátkami PVY-N, byly v naší práci řazené do skupiny PVY-O a nebyla provedena další charakterizace.

Oligonukleotidové primery

Byly porovnávány různé sady primerů, navržené pro detekci jak celého spektra kmenů PVY, tak jednotlivých kmenových skupin, včetně podskupiny PVY-NTN (Glais et al., 1996; Weidemann, Maiss, 1996). Autoři obou prací vycházeli ze sekvence genomu PVY-NTN (H) (Thole et al., 1993), oligonukleotidové primery navrhli z oblasti 5'NTR a z oblasti kódující P1 protein, kde se nacházejí též signifikantní rozdíly mezi jednotlivými izoláty PVY (Tordo et al., 1995). Primery, jak uvádějí Glais et al. (1996), měly tuto sekvenci nukleotidů:

Primer A: 5'AAC ACT CAC AAA AGC TTT CA

Primer B: 5'T(CT)A (CT)AA AC(AG) CT(CT) ATT (CT)TC AC

Primer C: 5'ATG TAA AAC AAC TCA ATA CA

Primer D: 5'TG(CT) GA(CTA) CCA CGC ACT ATG AA

Primery, které doporučili Weidemann, Maiss (1996), tvořila tato sekvence:

Primer 1: 5'TTC CAA AGT GTC CTT TGA G

Primer 2: 5'TCA TCA AAC AAA CTC TTT C

Primer 3: 5'CAA GAC TGA TGC CCA GAT

V naší práci používané primery syntetizovala firma IDT (Integrated DNA Technologies, USA).

Extrakce RNA a imunovazebná technika

Byly prověřovány tři postupy extrakce RNA:

Metoda A. Tradiční fenol-chloroformová extrakce (Barker et al., 1993). Pletivo bylo homogenizováno s pufrem (směs 1 : 1 objem/objem fenolu, 0,1M LiCl, 10mM EDTA, 1% SDS, 0,1M Tris-HCl, pH 8,0) zahřátým na 80 °C a homogenát byl míchán a inkubován při této teplotě 5 min. Po ochlazení na pokojovou teplotu byla směs extrahována směsí chloroform/izomylalkohol (24 : 1) a RNA precipitována z vodní fáze pomocí 4M LiCl při 4 °C. Po centrifugaci byla RNA rozpouštěna ve vodě a precipitována etanolem (-20 °C/12 h).

Metoda B. Extrakce pomocí RNAzol B (Gibco, BRL). Vzorek (cca 100 mg) byl homogenizován v 1 ml RNAzolu B, promíchán a po přidání 125 µl chloroformu znova promíchán. Tato směs byla centrifugována 4 min při 21 000 g. Vodní fáze (cca 600 µl) byla precipitována stejným objemem izopropanolu v ledové lázni. Sediment po centrifugaci (4 min/21 000 g) byl opláchnut 70% etanolem a po oschnutí rozpuštěn v 50 µl vody.

Metoda C. Extrakce RNA pomocí RNeasy Plant Total RNA Kit (QIAGEN). Vzorek (cca 100 mg) byl rozetřen v kapalném dusíku, extrahován v lyzačním pufru

I. Biologické, sérologické a molekulárně genetické hodnocení izolátů PVY – Biological, serological and molecular genetic evaluation of PVY isolates

				RT-PCR s kombinací primerů dle ³						
				Glais et al. (1996)			Weidemann, Maiss (1996)			
	Původ ²	Biostat	ELISA	c-d *	a-d *	b-d *	1-3 *	1-2 *	1-3 **	1-2 **
Izolát ¹				PVY	PVY-N	PVY-O	PVY	Y-NTN	PVY	Y-NTN
Lukava	CR	N	N	+	+	-	+	+	+	+
Nicola Čak.	CR	N	N	+	+	-	+	+	+	+
Vital	CR	N!	N	+	+	+	+	+	+	+
Amandine	CR	N!	N	+	+	+	+	+	+	(+)
Sahel	CR	N!	N	+	+	+	+	+	+	(+)
Irlande O	FR	M	O	+	-	+	+	-	+	-
Irlande N	FR	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
Orleans	FR	N!	N	+	+	-	+	+	+	+
Nord 242	FR	(N)	O	+	+	+	+	+	+	+
YII	GE	M	O	+	-	+	+	-	+	-
T6	CA	M	O	+	+	-	+	-	(+)	-
Yo12 orig.	CA	(M)	O	+	-	+	+	-	+	-
252-F/1	CA	M	O	+	-	+	+	-	+	-
97-F/2	CA	M	O	+	-	+	+	-	+	-
SYN 1-Skot.	CA	N	N	+	+	-	+	-	+	-
266-9F	CA	M	(N)	+	-	+	+	-	+	-
181-F	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
290-F	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
216-F	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
252-F/2	CA	(N)	N	+	+	+	+	-	+	-
664	CA	N	N	+	+	-	+	-	+	-
97-F/1	CA	N	N	+	+	+	+	-	+	-
217-3F	CA	N	N	+	+	-	+	-	+	-
253-F	CA	(N)	N	+	+	+	+	-	+	-
YoT1	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
T3A	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
YN5	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
T8A	CA	N	N	+	+	(+)	+	-	+	-
TU 93-4F	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
TU 619-1 CAL	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
TU 619-4	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
TU 619-4 CAL	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
TU 660 CAL	CA	N!	N	+	+	-	+	-	+	-
TU 64-8	CA	N!	N	+	+	+	+	+	+	+
TU 64-8	CA	N!	N	+	+	+	+	+	+	+
IL 56 orig.	CA	(N)	O	+	+	(+)	+	+	+	+
YWi Kerl.	CA	N!	O	+	-	+	+	+	+	+
Igor	SL	N!	N	+	+	-	+	+	+	+
Ranka	SL	N!	N	+	+	-	+	+	+	+

Původ²: CR (Česká republika), FR (Francie), GE (Německo), CA (Kanada), SL (Slovensko)

Biostat: reakce rostlin tabáku¹, N, N!, (N) = nekrotické příznaky⁵, M = mozaikové příznaky⁶

ELISA: reakce s PVY-N specifickými protilátkami⁷ (Bioreba), N = pozitivní⁸, O = negativní⁹

Metoda přípravy RNA¹⁰: * souprava¹¹ QIAGEN (C), ** imunovazebná technika¹² (E)

¹isolate, ²origin, ³RT-PCR with primer combinations according to, ⁴biological assay: tobacco plant reactions, ⁵nekrotic symptoms, ⁶mosaic symptoms, ⁷reactions with PVY-N specific antibodies, ⁸positive, ⁹negative, ¹⁰method of RNA preparation, ¹¹kit, ¹²immunocapture technique

(450 µl) a inkubován 2 min při 56 °C. Lyzát byl aplikován na QIA Shredder, centrifugován 2 min při 21 000 g, eluát byl přenesen na RNeasy spin column a centrifugován 15 s při 8000 g. Následovalo promytí promývacím pufrem RW1 (700 µl) a dvojnásobné promytí pufrem RPE (500 µl). Zachycená RNA byla extrahována z kolonky vodou (50 µl).

Souběžně byly též zkoušeny dva imunovazebné postupy:

Metoda D. Postup podle Weidemann, Maiss (1996). Polypropylenové mikrozkuřavky (0,2 ml) byly inkubovány se 100 µl polyklonálních protilátek PVY (IPO Wageningen) v ředění 1 : 500 v uhličitavém potahovacím pufru (pH 9,6) a po promytí sterilním PBS-T bylo aplikováno 50 µl extraktu z rostlinného materiálu (200 mg rostlinného materiálu/2 ml PBS-T). Po další inkubaci přes noc v chladničce byly mikrozkuřavky opět třikrát promyty sterilním PBS-T.

Metoda E. Postup podle Glais et al. (1996). Mikrotitrační ELISA destičky se zvýšenou vazebnou kapacitou (např. Nunc-MaxiSorp) byly inkubovány přes noc v chladničce s 50 µl polyklonálních protilátek PVY (IPO Wageningen) v ředění 1 : 500 v uhličitavém potahovacím pufru (pH 9,6). ELISA destička byla třikrát promyta sterilním PBS-T, do potažených ELISA destiček bylo aplikováno 50 µl extraktu z rostlinného materiálu (200 mg rostlinného materiálu/2 ml PBS-T) a byly inkubovány přes noc v chladničce. ELISA destička byla opět třikrát promyta sterilním PBS-T a navázaná virová RNA byla využita k reverzní transkripci přímo v ELISA destičce.

Všech pět metod bylo porovnáno v předběžných pokusech s osmi izoláty PVY a s listovými vzorky ze zdravých rostlin tabáku.

Vlastní RT-PCR

Pro vlastní reverzní transkripci a PCR byl používán GeneAmp RNA PCR Kit (Perkin Elmer). Reverzní transkripcie u postupů extrakce RNA A–D probíhala v 0,2 ml PCR zkuřavkách 30 min při 42 °C, následovala 3 min denaturace při 97 °C a 5 min ochlazení při 5 °C. V postupu extrakce E probíhala reverzní transkripcie přímo v ELISA destičce 60 min při 42 °C.

Vlastní PCR s primery podle Glais et al. (1996) probíhala opět v 0,2 ml PCR zkuřavkách. Reakční směs obsahovala 32,75 µl vody, po 2 µl primerů (ad nebo bd nebo cd) (10 µmol/l), 4 µl 25 mM MgCl₂, 4 µl 10xPCR pufru, 0,25 µl Taq polymerázy (5U/µl) a 5 µl cDNA. Po 5 min denaturaci při 94 °C následovalo 30 cyklů 60 s při 94 °C, 60 s při 57 °C, 60 s při 72 °C s finální extenzí 5 min při 72 °C.

Rovněž v 0,2 ml zkuřavkách probíhala PCR s primery navrženými podle Weidemann, Maiss (1996). Reakční směs obsahovala 30,75 µl vody, po 2 µl primerů 1, 2 a 3 (20 µmol/l), 4 µl 25 mM MgCl₂, 4 µl 10xPCR pufru, 0,25 µl Taq polymerázy (5U/µl)

a 5 µl cDNA. Po 5 min denaturaci při 94 °C následovalo 30 cyklů 45 s při 94 °C, 45 s při 51 °C, 60 s při 72 °C s finální extenzí 5 min při 72 °C.

PCR produkty byly analyzovány v 1% agarovém gelu s etidiumbromidem. Pro RT-PCR byl používán termocykler PTC-100 (MJ Research), pro horizontální elektroforézu VN zdroj 2kV 200mA (Vývojové dílny ČSAV) a aparatury firmy Omni-Bio. Gely byly vyhodnoceny dokumentačním systémem KS-3000 (Ultralum) bezprostředně po ukončení elektroforézy.

VÝSLEDKY

Hodnocení metod extrakce RNA

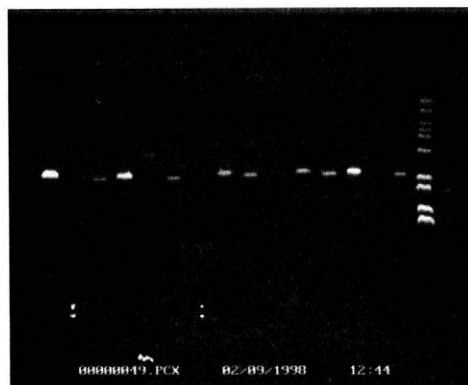
Z výsledků porovnání pěti metod separace RNA v předběžných pokusech vyplynuly tyto závěry pro jejich využívání pro RT-PCR: Metoda A se skládá z velkého počtu operací a je též poměrně zdlouhavá (zpracování vzorků trvá 2 až 3 dny). Pro tyto nevýhody je i přes odpovídající kvalitu produktu méně vhodná pro sériovou práci. Metody B i C poskytovaly plně vyhovující výsledky z hlediska jak kvality produktu, tak i snadnosti a rychlosti vlastního provedení separace. Metoda C byla proto využívána i v dalších diferenciacích pokusech.

Imunovazebné techniky (metoda D a E) byly zejména v počátečních experimentech mnohem méně citlivé a též méně spolehlivé než metody extrakční. Výrazného zlepšení citlivosti a spolehlivosti testování bylo dosaženo až po optimalizaci vlastního postupu, spočívající zejména ve zvýšení koncentrace vazebných protilátek a používání destiček pro ELISA se zvýšenou vazebnou kapacitou (např. Nunc-MaxiSorp). Kromě menší náročnosti pracovní, časové i finanční je výhodná i možnost provedení RT přímo na ELISA destičce (metoda E), která byla proto též používána v dalších pokusech. Obě separační metody (celková RNA v postupu C a virový nukleoprotein v postupu E) dávaly v následné RT-PCR plně srovnatelné výsledky.

Porovnání postupů kmenové diferenciace izolátů PVY

Přehledně jsou výsledky vizuálního hodnocení reakce rostlin tabáku (biotestu), výsledky sérotypizace izolátů i výsledky diferenciace pomocí RT-PCR uvedeny v tab. I.

Na základě reakce rostlin tabáku lze z 38 hodnocených izolátů zařadit do kmenové skupiny PVY-O osm izolátů (reagovaly pouze mozaikovitými příznaky) a do kmenové skupiny PVY-N 30 izolátů (nekrotické příznaky na listech, zejména nekroza žilek, později též zasychání a odumírání listů). S těmito vizuálními příznaky na tabácích ve značné míře korespondují i výsledky sérotypového určení pomocí specifických monoklonálních protilátek (Mab), kde jejich pozitivní reakce byla charakteristická pro nekrotické (PVY-N) izoláty. Rozdílné výsledky byly zjištěny pouze u izolátů Nord 242, IL 56 orig. a YW1 Kerl., u nichž slabě až



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
a b c a b c a b c a b c a b c
I II III IV V

1. Elektroforeogram RT-PCR produktů s primery a, b, c pro rozlišení kmenových skupin PVY (Glaiss et al., 1996) – RT-PCR electrophoregram of products with primers a, b, c for discrimination of strain groups of PVY (Glaiss et al., 1996)

Dráhy zleva: 1 až 15 – izoláty PVY I až V s primerem a, b, c – Paths from left: 1 to 15 – isolates of PVY I to V with primers a, b, c
Dráha 16: marker molekulové hmotnosti VI (Boehringer) – Path 16: molecular weight marker VI (Boehringer)

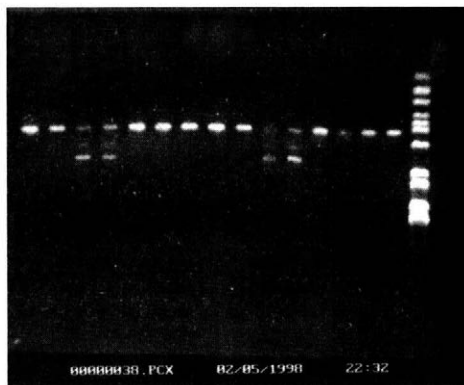
Izolát – Isolate: I – TU 64-8 (N)
II – TU 660 CAL (N)
III – 266-9F (O)
IV – Yo12 orig. (O)
V – Nicola Čak. (N)

silně nekroticky reagující rostliny tabáku nedávaly pozitivní reakci s N-specifickými protilátkami a naopak izolát 266-9F s mozaikovitým typem příznaků na tabácích vykazoval s těmito protilátkami slabě pozitivní reakci.

Při výběru vhodných dvojic primerů (c-d nebo 1-3) byly v našich pokusech pomocí RT-PCR pozitivně detekovány všechny zkoušené izoláty PVY. Tyto výsledky byly shodné u primerů, které navrhli Glaiss et al., (1996) i Weidemann, Maiss (1996). Všechny izoláty byly shodně detekovány též při použití obou izolacních technik (C a E).

Diferenciaci izolátů kmenové skupiny PVY-O umožnilo v našich pokusech pouze použití dvojice primerů b-d (Glaiss et al., 1996), produkujících v pozitivním případě amplifikační produkt 926 bp. Tomu odpovídalo 16 zkoušených izolátů, tj. dvojnásobek oproti biotestu na tabácích a při sérotypizaci. V této skupině izolátů však byla u devíti prokázána též přítomnost amplifikačního produktu o délce 931 bp (kombinace primerů a-d), který je specifický pro kmenovou skupinu PVY-N. Na elektroforeogramu (obr. 1) je dokumentována diferenciace u pěti izolátů PVY.

Kombinace primerů 1-2, které navrhli Weidemann, Maiss (1996), byla autory směřována ke



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

2. Elektroforeogram RT-PCR produktů pro diferenciaci PVY (Weidemann, Maiss, 1996) – RT-PCR electrophoregram of products for PVY differentiation (Weidemann, Maiss, 1996)
Dráhy zleva: 1 až 15 – izoláty PVY – Paths from left: 1 to 15 – isolates of PVY

Dráha 16: marker molekulové hmotnosti VI (Boehringer) – Path 16: molecular weight marker VI (Boehringer)

Izolát – Isolate: 1 – 266-9F
2 – Yo12 orig.
3 – Nicola Čak. (NTN)
4 – Orleans (NTN)
5 – Irlande N
6 – 290-F
7 – TU 619-4 CAL
8 – 216-F
9 – SYN 1-Skot.
10 – Lukava (NTN)
11 – IL 56 orig. (NTN)
12 – YoTI
13 – T6
14 – T3A
15 – TU 93-4F

specifické detekci izolátů podskupiny PVY-NTN, vyvolávajících u bramborů nekrotické změny na povrchu hlíz (PTNRD). Z našich výsledků vyplývá několik závěrů: 1) celková RNA izolovaná elucí i virová RNA připravená imunovazebnou technikou reagují v RT-PCR shodně; 2) tyto specifické amplifikační produkty o délce 835 bp byly pozorovány pouze u izolátů přiřazených alespoň některým z diferenciálních postupů do kmenové skupiny PVY-N; 3) amplifikační produkt 835 bp vytvářely všechny izoláty, reprezentující v našich experimentech skupinu ověřených původců nekrotických změn na hlízách citlivých odrůd bramboru (obr. 2).

DISKUSE

Bylo porovnáno a optimalizováno pět metod přípravy RNA, z nichž tradiční fenol-chloroformová metoda

(A) poskytovala uspokojivé výsledky z hlediska kvality získaného produktu. Byla však v porovnání s dalšími metodami, používajícími komerční premixy extrakčních pufrů (B) nebo využívajícími pro izolaci celkové RNA silikagelové membrány (C), poměrně pracná a časově náročná. Metoda C je rovněž vhodná pro sériovou práci a stejně jako některé další postupy (Singh, Singh, 1995) nevyžaduje práci s fenolem.

Metody používající před vlastní RT-PCR imunitní vazby antigenu jsou pracovně i finančně méně náročné, na rozdíl od literárních údajů (např. Koenig et al., 1995; Weidemann, Maiss, 1996) jsme však zpočátku pozorovali jejich nepříjemně nízkou citlivost. Teprve dodatečnými úpravami vlastního postupu (výběr a koncentrace protilátek, inkubace, vazebná kapacita destiček) došlo ke zlepšení až na požadovanou úroveň (Ptáček, Dědič, 1997). Po optimalizaci postupu neměla na detekci viru pomocí RT-PCR výchozí RNA (celková v metodě C, virová v metodě E) výrazný vliv.

Přestože biologické testy na rostlinách tabáku (*N. tabacum* cv. Samsun) umožňují základní rozdělení izolátů do dvou skupin PVY-O a PVY-N (Bokx, Huttinga, 1981), nelze podle nových údajů jednoznačně všechny izoláty PVY, vyvolávající nekrózu na tabáku, zařadit do skupiny PVY-N (McDonald, Singh, 1996a). Např. PVYmn a PVYnn izolované z tabáků a některých dalších druhů rostlin čeledě *Solanaceae* mohou tyto nekrózy na tabáku vyvolávat, ale nejsou infekční pro brambory (McDonald, Kristjansson, 1993). Tyto izoláty též nemusí reagovat s některými PVY-N specifickými protilátkami. Izoláty podobného typu se však vyskytly též u brambor pěstovaných v Polsku (Chrzanowska, 1991, 1994) a pravděpodobně se vyskytují též ve Francii (Kerlan, osobní sdělení). V našich pokusech jsou reprezentovány kontrolními izoláty IL 56 orig., YWi Kerl., Nord 242 a jejich reakce odpovídá popisům ze zahraničí. Kontrolní izoláty PVY-NTN, o kterých je známo, že vyvolávají nekrózy na hlízách bramboru PTNRD (Lukava, Nicola, Vital, Igor, Ranka), ve všech případech reagovaly jak nekrozami na tabáku, tak pozitivně s PVY-N specifickými protilátkami. Shodně reagovaly též izoláty řazené do skupiny PVY-N a přes určité rozdíly v síle nekrotické reakce byla další diferenciace izolátů neúspěšná.

Positivní detekci všech izolátů, které je možné biotestem na tabáku a reakci s PVY-N specifickými protilátkami zařadit do skupiny PVY-N (včetně podskupiny PVY-NTN), umožňovala RT-PCR (Glais et al., 1996) s kombinací primerů a-d, kde byl pozorován specifický amplifikační produkt 931 bp. Výjimkou byly pouze blíže nespecifikovaný izolát T6 a odchýlný izolát patřící do skupiny Wilga. Pro výskyt amplifikačních produktů obou kmenových skupin viru Y bramboru u řady izolátů lze nalézt vysvětlení buď ve skutečné přítomnosti smíšených infekcí, nebo v nedostatečné specifitě navržených primerů. Z biotestu na tabácích, kde dochází k překrytí mozaikovitých příznaků nekro-

tickou reakcí, ani z výsledku sérotypizace s jedním druhem protilátek nelze vyvozovat přesnější závěry. RT-PCR s primery (Weidemann, Maiss, 1996) byly detekovány všechny izoláty PVY bez bližší specifikace a také byly pozitivně detekovány známé kontrolní izoláty z podskupiny PVY-NTN. Shodně s výsledky citovaných autorů bylo též prokázáno, že kontrolní kalifornské izoláty, indukující nekrózu hlíz bramborů (TU 619 a TU 660) (McDonald, Singh, 1996b), nedávají specifický amplifikační produkt, a jsou tedy odlišné od evropských izolátů tohoto typu.

Poděkování

Izoláty viru Y bramboru laskavě poskytli P. Doničar (Slovensko), C. Kerlan (Francie), F. Rabenstein (Německo) a J. McDonald (Kanada).

Práce byla řešena v rámci výzkumného projektu NAZV ČR č. EP0960996561.

LITERATURA

- BARKER, H. – WEBSTER, K. D. – REAVY, B.: Detection of potato virus Y in potato tubers: a comparison of polymerase chain reaction and enzyme-linked immunosorbent assay. *Potato Res.*, 36, 1993: 13–20.
- BECZNER, L. – HORVATH, J. – ROMHANYI, I. – FORSTER, H.: Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. *Potato Res.*, 27, 1984: 339–352.
- BOKX, J. A. DE – HUTTINGA, H.: Potato virus Y. *CMV/AAB, Descr. Pl. Vir. No.* 242, 1981.
- CLARK, M. F. – ADAMS, A. N.: Characteristic of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, 34, 1977: 475–483.
- DĚDIČ, P. – NAVRÁTIL, M. – CIKÁNEK, D.: Utilization of Mabs for the detection of potato viruses in Czechoslovakia. *Proc. Virol. Sect. EAPR, Vitoria-Spain, June–July, 1992*: 31–35.
- GLAIS, L. – KERLAN, C. – TRIBODET, M. – MARIE-JEANNE TORDO, V. – ROBAGLIA, C. – ASTIER-MANIFACIER, S.: Molecular characterization of potato virus Y-N isolates by PCR-RFLP. *Eur. J. Pl. Path.*, 102, 1996: 655–662.
- GUGERLI, P. – FRIES, P.: Characterization of monoclonal antibodies to potato virus Y and their use for virus detection. *J. Gen. Virol.*, 64, 1983: 2471–2477.
- HEUVEL, J. F. J. M. VAN DEN – VLUGT, R. A. A. VAN DER – VERBEEK, M. – HAAN, P. T. DE – HUTTINGA, H.: Characteristics of a resistance-breaking isolate of potato virus Y causing potato tuber necrotic ringspot disease. *Eur. J. Pl. Path.*, 100, 1994: 347–356.
- CHRZANOWSKA, M.: New isolates of the necrotic strain of potato virus Y (PVY-N) found recently in Poland. *Potato Res.*, 34, 1991: 179–182.
- CHRZANOWSKA, M.: Differentiation of potato virus Y (PVY) isolates. *Phytopath. Pol.*, 8, 1994: 15–20.
- KOENIG, R. – LUDDECKE, P. – HAEBERLE, A. M.: Detection of beet necrotic yellow vein virus strains, variants and mixed infections by examining single-strand conformation

- polymorphism of immunocapture RT-PCR products. *J. Gen. Virol.*, 76, 1995: 2051–2055.
- MARIE-JEANNE TORDO, V. – CHACHULSKA, A. M. – FAKHFAKH, H. – LE ROMANCER, M. – ROBAGLIA, C. – ASTIER-MANIFACIER: Sequence polymorphism in the 5'NTR and in the P1 coding region of Potato virus Y genomic RNA. *J. Gen. Virol.*, 76, 1995: 939–949.
- MCDONALD, J. G. – KRISTJANSSON, G. T.: Properties of strains of potato virus Y-N in North America. *Pl. Dis.*, 77, 1993: 87–89.
- MCDONALD, J. G. – SINGH, R. P.: Host range symptomology and serology of isolates of potato virus Y (PVY) that share properties with both the PVY-N and PVY-O strain groups. *Amer. Potato J.*, 73, 1996a: 309–315.
- MCDONALD, J. G. – SINGH, R. P.: Response of potato cultivars to North American isolates of PVY-NTN. *Amer. Potato J.*, 73, 1996b: 317–323.
- OSHIMA, K. – INOUE, A. K. – ISHIKAWA, Y. – SHIKATA, E. – TAKASHI, H.: Production and application of monoclonal antibodies specific to ordinary strain and necrotic strain of potato virus Y. *Ann. Phytopath. Soc. Jap.*, 56, 1990: 508–514.
- PTÁČEK, J. – DĚDIČ, P.: Detekce izolátů viru Y bramboru (PVY) pomocí polymerázové řetězové reakce (RT-PCR). *Sbor. Ref. XIV. Slov. Čes. Konf. Ochr. Rostl.*, 1997: 40–41.
- RICHTER, J. – LEISER, R. M. – PROLL, E. – DORING, U.: Experiments on the differentiation of strains of the PVX, PVS, PVM and PVY by their immunogenicity. *Arch. Phytopath. u. Pfl.-Schutz. (Berlin)*, 15, 1979: 13–20.
- ROSE, D. G. – McCARRA, S. – MITCHELL, D. H.: Diagnosis of potato virus Y-N: a comparison between polyclonal and monoclonal antibodies and biological assay. *Pl. Path.*, 36, 1987: 95–99.
- SINGH, M. – SINGH, R. P.: Digoxigenin-labelled cDNA probes for the detection of potato virus Y in dormant potato tubers. *J. Virol. Meth.*, 52, 1995: 133–143.
- SINGH, M. – SINGH, R. P.: Nucleotide sequence and genome organization of a Canadian isolate of the common strain of potato virus Y (PVY-O). *Can. J. Pl. Path.*, 18, 1996: 209–224.
- THOLE, V. – DALMAY, T. – BURGYAN, J. – BALASZ, E.: Cloning and sequencing of Potato virus Y (Hungarian isolate) genomic RNA. *Genes*, 123, 1993: 149–156.
- WEIDEMANN, H. L. – MAISS, E.: Detection of the potato tuber necrotic ringspot strain of potato virus Y (PVY-NTN) by reverse transcription and immunocapture polymerase chain reaction (1996). *J. Pl. Dis. Protec.*, 103, 1996: 337–345.

Došlo 5. 6. 1998

Kontaktní adresa:

RNDr. Jiří Ptáček, CSc., Výzkumný ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod, Česká republika, tel.: 0451/323, fax: 0451/215 78, e-mail: virol@hba.czn.cz

75 let bramborářského výzkumu

Podnět založit Státní výzkumný ústav bramborářský se objevil v říjnu 1921. Je zajímavé, že jej přijala kladně celá tehdejší bramborářská veřejnost, která očekávala od tohoto kroku „povznese-li pěstování bramborů, bramborářského průmyslu a hospodářského zužitkování brambor“. Připomeňme si rozhodující podíl Ústředního svazu pěstitelů zemáků a ministerstva zemědělství na uvedení této myšlenky ve skutečnost. Nutno dodat, že nešlo pouze o podporu morální, ale významný byl též finanční příspěvek na výstavbu a vybavení pracoviště. V roce 1923 byly založeny Státní výzkumné ústavy bramborářské, čímž byly vytvořeny sice velmi skromné, nicméně alespoň základní podmínky pro výzkumnou práci. Až po roce 1938 se postupně zlepšovala personální situace a ústavy (pro pěstování a zužitkování brambor, pro ochranu rostlin, lihovarský a pro škrobářství a sušárenství) dosáhly účelného uspořádání jejich výzkumné, poradenské a kontrolní činnosti.

Organizační struktura Státních výzkumných ústavů bramborářských z let 1938 a 1939 a jejich pracovní zaměření zůstaly nezměněny až do roku 1951, kdy došlo k reorganizaci zemědělského výzkumnictví, jejímž účelem bylo oddělení kontroly od výzkumu. V tomto roce vznikl Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský a v dalších letech následovala celá řada různých reorganizačních změn, které vesměs znamenaly hluboké zásahy do vnitřní struktury ústavu, ale i do jeho personálního obsazení. V roce 1951 byla k ústavu přičleněna Státní výzkumná stanice zemědělská ve Valečově, která si v letošním roce připomíná 135 let od svého založení, kdy vznikla jako stanice pro pěstování „zemčat“.

K nejvýznamnějším změnám, které výrazně ovlivnily výsledky práce ústavu, patřila rozhodnutí o přímém propojení výzkumu a šlechtění (1953, 1977), resp. následná opačná rozhodnutí, vedoucí opět k organizačnímu odloučení výzkumu a šlechtění (1956, 1990). Zásahy separující výzkum a šlechtění vesměs však nevedly ke skutečnému oddělení výzkumné a šlechtitelské práce a určitý stupeň spolupráce a vzájemné návaznosti zůstal zachován.

Hlavní náplní práce ústavu v minulosti byla vědeckovýzkumná činnost, která pokrývala prakticky celou bramborářskou problematiku. Při řešení výzkumných úkolů byla samozřejmějším spolupráce s řadou dalších tuzemských institucí, ale i se zahraničními pracovišti. Součástí bylo rozsáhlé poradenství, které se v ucelené podobě představovalo v tzv. modelových závodech. Šlo nejen o pěstitelskou technologii, ale i o vybudování odpovídajících a na svou dobu velmi moderních skladovacích kapacit.

V 75leté historii ústavu byla jistě řada velmi významných změn, které by si zasloužily podrobný rozbor, není však účelem tohoto krátkého zamyšlení se jimi podrobně zabývat. Přesto je třeba si ještě připomenout jedno datum, a sice srpen 1994, kdy došlo na základě rozhodnutí MZe ČR k privatizaci, a tak vlastně poprvé od založení přestal být ústav státní institucí, ale stal se soukromým pracovištěm. Privatizace zcela pochopitelně měla a má vliv na činnost ústavu, ovlivňuje jeho výsledky a do určité míry i charakter jednotlivých pracovišť. Výzkumný ústav bramborářský si ale i tak ponechal původní název, se snahou navázat na to nejlepší, co bylo v uplynulých 75 letech dosaženo. Hlavní zůstává výzkumná činnost, jejíž rozsah závisí především na úspěšnosti řešitelů při veřejných soutěžích u Grantové agentury ČR, Národní agentury zemědělského výzkumu apod. Podpora MZe ČR umožňuje nejen výzkumnou činnost u jednotlivých oborů zachovat, ale vytváří i podmínky pro návrat ke koncepční výzkumné práci i pro rozvoj poradenského systému, který je rovněž nedílnou součástí našeho pracoviště.

Vedle výzkumné činnosti je však třeba nalézat též aktivity, které přinášejí určité zdroje pro rozvoj ústavu, i když zdánlivě s jeho hlavním posláním nesouvisí.

Připomínáme-li si naše jubileum, je třeba při této příležitosti poděkovat všem, kteří se o prosperitu ústavu zasloužili v minulých letech, ale i těm, kteří zde působí v současné době. Poděkování patří i spolupracovníkům z ostatních institucí a pracovišť, napomáhajících při rozvoji celého odvětví.

Ing. Bohumil Voškál, CSc.

VLIV MULČOVÁNÍ NA BOTANICKÉ SLOŽENÍ A POKRYVNOST LUČNÍHO POROSTU, EVAPOTRANSPIRACI A VLHKOST PŮDY

THE EFFECT OF MULCHING ON BOTANICAL COMPOSITION AND SPECIES REPRESENTATION IN GRASSLAND, EVAPOTRANSPIRATION AND SOIL MOISTURE CONTENT

T. Kvítek, P. Klímová, J. Šonka

Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: A field trial was conducted in 1995 to 1997 to study the effect of different systems of grassland use on moisture content and water reserve in soil, on evapotranspiration (ET, determined on the basis of water balance), herbage yield and botanical composition. The trial was established in 1982 and 1986. Grassland management involved a one-cut system; a two-cut system; a one-cut system + mulching with mown grass after the cut since 1995; the trial had two replications on plots 5 x 3 m in size (without any fertilization) (variants and dates of cuts are shown in Tab. I). An experimental field lies in the administrative unit of Klečaty village, in the geomorphologic area of the Třeboň Basin, at a height of 423 m above sea level. Soil type is Cambisol, sandy-loam. Precipitation standard is 588 mm, temperature standard is 7.3 °C, the respective values for the growing season are 378 mm and 13.5 °C. Meteorological data from a Borkovice lysimetric station were used for Klečaty locality (Tabs II and III). Lysimeters 0.5 m² in area and 0.6 m in depth were installed on experimental plots, containing the site soil and herbage stand consistent with the relevant variant and a device for percolating water interception and sampling. One month is a balance period to determine soil moisture content and evapotranspiration on the basis of water balance (profile of 0.6 m), botanical analyses were made before cuts. Changes in stand composition and percentage representation of the particular plant species were variable (Tabs IV to VI) as a result of different number of cuts and mulch application in addition to the potential effect of the year, while fertilization of the stand previously subject to high applications was fully abandoned. A trend of decreasing representation of grasses and increasing representation of dicotyledonous weeds was observed in both cut systems; the one-cut system led to a steep fall of leguminose representation and finally to their complete disappearance from the stand in the third experimental year. A large expansion of *Dactylis glomerata* (L.) (maybe as a result of nutrient release from mulching material) was observed on mulched plots while leguminosae started to disappear. A decrease in herbage yield was larger in a one-cut system and in a one-cut + mulch system than in a two-cut system after three-year extensive management (Tabs VII to IX). Taking into account the variability of soil moisture content, water reserve (Tab. X) and evapotranspiration values (Tab. XI), the differences resulting from different systems of grassland management are statistically insignificant.

land use; grassland; mulching; soil moisture content; evapotranspiration; changes in botanical composition and species representation; herbage yield

ABSTRAKT: V letech 1995 až 1997 byl v polním pokusu s lyzimetry (hnědá půda písčitohlinitá) sledován vliv odlišného využití lučního porostu (jednosečný; dvousečný; jednosečný, jedenkrát mulčovaný posečenou travní hmotou po seči) na vlhkost a zásobu vody v půdě, evapotranspiraci, výnos a botanické složení porostu. Při velké variabilitě těchto hodnot, sledovaných v krátkém časovém úseku, jsou nejvýznamnějším poznatkem změny v botanické skladbě a pokryvnosti rostlin, způsobené vedle možného vlivu rozdílného počtu sečí a především mulčování, a to v podmínkách úplného vyloučení hnojení porostu dříve intenzivně hnojeného. Na obou sečených variantách byla zaznamenána tendence ústupu trav a vzestupu dvouděložných plevelných rostlin a na jednosečných variantách ještě výrazný pokles pokryvnosti leguminóz až jejich úplné vymizení z porostu ve třetím roce sledování. Na mulčované variantě při zvětšení rozlohy prázdných míst došlo k výraznému rozšíření *Dactylis glomerata* (L.) na úkor leguminóz. U ostatních sledovaných ukazatelů, tj. vlhkosti, zásoby vody v půdě a evapotranspirace, nebyly zjištěné rozdíly, způsobené vlivem různého obhospodařování, statisticky průkazné.

využití půdy; luční porost; mulčování; vlhkost půdy; evapotranspirace; změny botanického složení a pokryvnosti; výnos píce

ÚVOD

Po roce 1990 nastal v mnoha oblastech ČR útlum zemědělské výroby, přičemž mnoho pozemků přestalo být zemědělsky intenzivně využíváno. Jejich zvýšené zaplevelení si vyžádalo nové přístupy k údržbě trvalých porostů. V mnoha oblastech je běžně používáno mulčování trvalých travních porostů, a to bez základních vědomostí o tom, jaký bude dlouhodobý dopad na jednotlivé složky přírodního prostředí. Zcela převažující zahraniční výzkum problematiky mulčování (při mnoha druhích mulčovacích médií) se týká jeho praktického využití v zelinářství, sadovnictví a vinařství, ale i u polních plodin. V literatuře (včetně zahraniční) se výzkumné řešení mulčování trávou na trvalých travních porostech téměř neobjevuje, resp. omezuje se na trvalé výsadby, jako jsou ovocné sady, vinice. Výzkum je zaměřen na vhodnost použití travního mulče a na jeho účinek v podmínkách daného stanoviště (Blasse, 1990; Mervin et al., 1994; Hoffmann et al., 1995), resp. na technologii mulčování obecně (např. Kromer, Reloe, 1991). Mulčování je doporučováno jako vhodné opatření pro půdy uvedené do klidu nebo ponechané ladem i v rámci útlumu zemědělské výroby (Kromer, Reloe, 1988). V současné světové zemědělské praxi je mulčováním uskutečňován zájem zlepšit zejména hydrotermické podmínky stanoviště pro pěstování plodin, a to vedle dalších požadavků, jako je např. omezení erozních jevů a zaplevelení nebo stav živin v půdě (Blasse, 1990; Struzina, 1990; Merwin et al., 1994; Mohler, Callaway, 1995).

MATERIÁL A METODA

Pro posouzení vlivu mulčování na jednotlivé složky přírodního prostředí byly sledovány tyto varianty využití trvalého travního porostu: jednosečný porost; dvousečný porost; jednosečný porost jedenkrát mulčovaný (s ponecháním posečené hmoty na pokose), a to ve dvou opakováních na plochách o rozměrech 5 x 3 m. Pokusný pozemek se nachází v katastru obce Klečaty, ve výrobním typu bramborářsko-žitném (IIIc/3), v geomorfologické oblasti Třeboňská pánev, v nadmořské výšce 423 m n. m. Geologicky jde o písčité a jílovité třetihorní sedimenty. Půdním typem je hnědá půda písčitohlinitá. Klimatická oblast je v okrsku B₃. Srážkový normál činí 588 mm, normál teploty je 7,3 °C, ve ve-

getačním období 378 mm a 13,5 °C. (Hodnoty normálu srážek byly převzaty z dlouhodobě sledovaných stanic ČHMÚ Soběslav a normálu teplot z Tábora. Pro lokalitu Klečaty byly použity meteorologické údaje z lyzimetrické stanice Borkovice.)

Plocha byla založena v roce 1976. Za účelem sledování vodní bilance půdního profilu 0 až 0,6 m a jakosti prosáklé vody byly do hloubky 0,6 m zakopány lyzimetry z novoduru o rozměrech 0,71 x 0,71 m (0,5 m²) a naplněny stanovištní půdou. Vrstvení zeminy bylo ve shodě s půdními horizonty stanoviště. Perkolující voda byla odvedena z nejnižšího místa pod lyzimetrem do PVC nádoby, napojené na potrubí. Nádoby byly přístupny ve studních 1,5 m hlubokých. Na půdním povrchu lyzimetrů byl v roce 1982 a 1986 založen jetelotrávní porost (Havelka, Šonka, 1990a, b). Ve vegetačním období let 1995 až 1997 byly pravidelně v měsíčních intervalech odebrány vzorky na vlhkost půdy do hloubky 0,6 m, byla zaznamenána prosáklá voda a vypočítána evapotranspirace travního porostu a sledováno botanické složení porostu včetně pokrývnosti jednotlivými druhy rostlin (metodou projektivní dominance). Botanické sledování proběhla vždy těsně před prvními sečmi. Termíny seči u sledovaných variant v letech 1995 až 1997 jsou uvedeny v tab. I. S mulčováním se započalo až v roce 1996 a bylo prováděno posečenou travní hmotou jednou ročně.

Ke statistickému testování významnosti rozdílů byla použita analýza rozptylu s testem podle Scheffeho.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Povětrnostní podmínky sledovaných let 1995 až 1997 jsou uvedeny v tab. II a III. Rok 1995 byl jak v celoročním, tak i ve vegetačním úhrnu srážek ve srovnání s normálem mírně nadprůměrný (121,2, resp. 111,7 %), stejně tak teplota vzduchu (+0,5, resp. +0,4 °C). Rok 1996 z hlediska úhrnů srážek byl podobný předchozímu roku, ne však z hlediska rozložení srážek (119,7, resp. 115,8 %). Teplotně byl tento rok ve srovnání s normálem podprůměrný (-0,9, resp. -0,2 °C). Rok 1997 byl ve vegetačním období málo odlišný od normálu, a to jak úhrnem srážek (103,4, resp. 97,1 %), tak i průměrnou teplotou vzduchu (0,0, resp. -0,2 °C).

Pro posouzení vlivu jednotlivých zásahů na vlhkost půdy při různých zásazích jsou důležité především poznatky o **botanickém složení porostu**, které uvádějí tab. IV až VI. Vzhledem k tomu, že porosty byly zalo-

I. Termíny seči na jednotlivých variantách (Klečaty, 1995 až 1997) – Dates of cuts in different variants (Klečaty, 1995 to 1997)

Varianta ¹ (počet sečí ²)	1995		1996		1997	
	1	2	1	2	1	2
Jednosečná ³	10. 7.		17. 7.		15. 7.	
Dvousečná ⁴	9. 6.	11. 9.	5. 6.	17. 9.	17. 6.	10. 9.
Jednosečná, mulčovaná ⁵	9. 6.	11. 9.	17. 7.		15. 7.	

¹ variant, ² number of cuts, ³ one cut, ⁴ two cuts, ⁵ one cut, mulching

II. Měsíční úhrny srážek (mm); lyzimetrická stanice Borkovice, 1995 až 1997 – Monthly precipitation sums (mm); Borkovice lysimetric station, 1995 to 1997

Měsíc ¹	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Σ I.–XII.	Σ IV.–IX.
1995	32,5	26,7	51,6	62,1	75,9	87,8	22,2	82,3	91,9	12,8	57,4	50,5	675,8	422,2
1996	25,5	17,4	33,8	52,0	108,8	71,5	104,1	70,2	31,0	74,7	45,9	27,1	668,1	437,8
1997	12,0	25,3	72,9	64,0	33,8	67,9	141,0	43,1	17,1	31,1	33,4	35,6	577,2	366,9

¹ month

III. Průměrná roční teplota (°C); lyzimetrická stanice Borkovice, 1995 až 1997 – Average monthly air temperatures (°C); Borkovice lysimetric station, 1995 to 1997

Měsíc ¹	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	$\bar{x}$ I.–XII.	$\bar{x}$ IV.–IX.
1995	-1,9	3,0	1,9	8,4	12,3	14,8	19,8	16,4	11,7	9,6	0,5	-1,9	7,8	13,9
1996	-4,3	-4,5	-0,7	7,3	13,1	16,5	15,9	16,3	10,1	8,4	3,4	-5,4	6,4	13,2
1997	-5,1	1,0	3,8	4,9	12,5	16,2	16,9	17,7	11,5	5,6	2,0	0,3	7,3	13,3

¹ month

IV. Botanické složení porostu a pokryvnost jednotlivých druhů rostlin (% projektivní dominance); jednosečná varianta; Klečaty, 1995 až 1997 – Botanical composition and plant species representation in permanent grassland (% of projective dominance); one-cut system; Klečaty, 1995 to 1997

Botanický druh ¹		I. opakování ²			II. opakování		
		1995	1996	1997	1995	1996	1997
Trávy ³	<i>Festuca pratensis</i>			+		+	
	<i>Festuca rubra</i>	95		20		+	15
	<i>Poa pratensis</i>				2		
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+		3	2	11	17
	<i>Agrostis tenuis</i>		1				
	<i>Dactylis glomerata</i>	+	+				
trávy celkem ⁴		95	9	23	4	11	32
Leguminózy ⁵	<i>Chrysopsis dubia</i>		88		92	87	0
	leguminózy celkem	0	88	0	92	87	0
Ostatní ⁶ dvouděložné ⁷	<i>Plantago lanceolata</i>			15	2		
	<i>Leontodon autumnalis</i>		2				
	<i>Convolvulus arvensis</i>			46			
	<i>Cerastium arvense</i>		1			1	+
	<i>Bellis perennis</i>				+	+	
	<i>Taraxacum officinale</i>				2	1	
	<i>Galium mollugo</i>						15
	<i>Rumex acetosa</i>					+	
	<i>Hypericum perforatum</i>					+	
ostatní celkem		0	3	61	4	2	15
Prázdná místa ⁸		5	0	16	0	0	53

+ pokryvnost⁹ < 1%

¹botanical species, ²replication, ³grasses, ⁴total, ⁵leguminosae, ⁶other, ⁷dicotyledons, ⁸interspace, ⁹representation

ženy v roce 1982 (na některých variantách v roce 1986) a byly na nich provedeny různé experimentální zásahy, bylo na základě výsledků rozhodnuto údaje a data z obou variant prvního a druhého opakování neprůměrovat, ale přistupovat k nim jako k jednotlivým variantám.

U jednosečné varianty prvního opakování převažovaly v prvním roce sledování trávy, především *Festuca rubra* (L.), která v následujících letech ustoupila a její místo obsadil *Amorpha repens* (L.) C. B. Presl (původní název *Trifolium repens* L.), později pak *Convolvulus arvensis* (L.) a *Plantago lanceolata* (L.). U varianty

V. Botanické složení porostu a pokryvnost jednotlivých druhů rostlin (% projektivní dominance); dvousečná varianta; Klečaty, 1995 až 1997 – Botanical composition and plant species representation in permanent grassland (% of projective dominance); two-cut system; Klečaty, 1995 to 1997

Botanický druh ¹		I. opakování ²			II. opakování		
		1995	1996	1997	1995	1996	1997
Trávy ³	<i>Festuca pratensis</i>		2	2			15
	<i>Festuca rubra</i>	10	38	35	10	6	27
	<i>Poa pratensis</i>	65	51		81	89	
	<i>Arrhenatherum elatius</i>		1	3		1	2
	<i>Alopecurus pratensis</i>	+					
	<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	3	+	+	+
	trávy celkem ⁴	75	92	43	91	96	44
Leguminózy ⁵	<i>Amoria repens</i>				3		
	<i>Chrysopsis dubia</i>	15		5	4		23
	leguminózy celkem	15	0	5	7	0	23
Ostatní ⁶ dvouděložné ⁷	<i>Plantago lanceolata</i>	+		49	1	+	33
	<i>Cerastium arvense</i>		+			+	+
	<i>Achillea millefolium</i>	+					
	<i>Bellis perennis</i>				+	+	
	<i>Taraxacum officinale</i>	1			1	4	+
	<i>Galium mollugo</i>	1	8	3			+
	ostatní celkem	2	8	52	2	4	33
Prázdná místa ⁸		8	0	0	0	+	0

+ pokryvnost⁹ < 1%

For 1–9 see Tab. IV

VI. Botanické složení porostu a pokryvnost jednotlivých druhů rostlin (% projektivní dominance); varianta mulčování; Klečaty, 1995 až 1997 – Botanical composition and plant species representation in permanent grassland (% of projective dominance); mulching; Klečaty, 1995 to 1997

Botanický druh ¹		I. opakování ²			II. opakování		
		1995	1996	1997	1995	1996	1997
Trávy ³	<i>Poa pratensis</i>				56		
	<i>Agrostis tenuis</i>		3	5		7	+
	<i>Dactylis glomerata</i>	35	67	60	8	84	67
	trávy celkem ⁴	35	70	65	64	91	67
Leguminózy ⁵	<i>Amoria repens</i>				5		
	<i>Chrysopsis dubia</i>	62			30		
	<i>Vicia tenuifolia</i>			+			
	leguminózy celkem	62	0	+	35	0	0
Ostatní ⁶ dvouděložné ⁷	<i>Sambucus nigra</i>				1		
	<i>Plantago lanceolata</i>	1					
	<i>Leontodon autumnalis</i>		5				
	<i>Cerastium arvense</i>	+					
	<i>Veronica chamaedrys</i>	1					
	<i>Bellis perennis</i>	+					
	<i>Taraxacum officinale</i>		8			4	
	ostatní celkem	2	13	0	1	4	
Stařina ¹⁰							3
Prázdná místa ⁸		1	17	35	0	5	30

+ pokryvnost⁹ < 1%

For 1–9 see Tab. IV, ¹⁰ dead plant residues

druhého opakování byl v průběhu let zaznamenán rozvoj trav, mírný pokles v zastoupení jetelovin, stoupal výskyt *Galium mollugo* (L.) a výrazně se šířila v porostu i prázdná místa. Velká variabilita porostu, ovlivněná i ročníkem, je zřejmě reakcí na extenzivní způsob využívání, které následuje po téměř 20 letech intenzivního využívání porostu. Zobecnění však nelze po tak krátkém časovém úseku sledování provést.

U dvousečné varianty je patrná větší shoda výsledků u obou opakování: přechodný rozvoj trav v druhém roce sledování, především *Poa pratensis* (L.), a její následný ústup, přičemž uvolněné místo zaujal především *Plantago lanceolata* (L.).

Varianta mulčovaná měla odlišné výchozí podmínky v zastoupení jak trav, především *Dactylis glomerata* (L.), tak i *Chrysopsis dubia* (Sibth.) Desv. (původní název *Trifolium dubium* Sibth.), který v porostu, tak jako na ostatních variantách, nevytrval. V druhém roce začala v porostu převažovat *Dactylis glomerata* (L.), která ve třetím roce dosáhla zastoupení 60 až 67 % dominance. Jeteloviny zcela ustoupily a výrazně se rozšířila prázdná místa. Rozvoj *Dactylis glomerata* (L.)

s touto dynamikou zastoupení je znám především u intenzivně hnojených porostů minerálním dusíkem nebo kejdou a lze jej vysvětlit rozkladem mulčované organické hmoty, která do porostu uvolnila živiny na nehněném stanovišti.

Pro posouzení vlivu jednotlivých zásahů na dynamiku vody v půdě byly sledovány **výnosy zelené hmoty píce** (tab. VII). Z výsledků je zřejmý pokles výnosnosti porostu na všech variantách při absenci hnojení, a to v roce 1997 na třetinu až čtvrtinu stavu roku 1995. Výnosnost porostu je ovlivňována především průběhem povětrnostních podmínek. Ponechání zelené hmoty na pokose u mulčované varianty způsobilo ve třetím roce nárůst vyleželých míst i míst zcela zakrytých mulčem, v nichž byla zjišťována vlhkost půdy.

Obsah sušiny (tab. VIII) píce jednosečných variant vypovídá o velmi pozdním termínu seči a se změnou botanického složení se velmi mění. Varianta dvousečná měla v letech 1995 až 1997 v první seči velmi vyrovnané obsahy sušiny, v druhé seči se projevuje vyšší variabilita porostu a pozdnější seč. Zvýšený obsah sušiny měl jednoznačný vliv na zpomalení rozkladu organické hmoty.

VII. Výnos zelené hmoty píce ($t \cdot ha^{-1}$) rozdílně obhospodařovaného travního porostu sečením a mulčováním travní hmotou; Klečaty, 1995 až 1997 – Green matter yield of herbage ($t \cdot ha^{-1}$) under different grassland management systems by cuts and grass mulching; Klečaty, 1995 to 1997

Varianta ¹	Opakování ⁵	1995			1996			1997		
		1	2	Σ	1	2	Σ	1	2	Σ
Jednosečná ²	I.	14,2		14,2	6,8		6,8	5,5		5,5
	II.	14,7		14,7	8,6		8,6	4,6		4,6
	$\bar{x}$	14,5		14,5	7,7		7,7	5,1		5,1
Dvousečná ³	I.	11,9	1,8	13,7	11,8	4,6	16,4	5,8	3,7	9,5
	II.	14,3	3,1	17,4	6,8	4,4	11,2	5,4	4,5	9,9
	$\bar{x}$	13,1	2,5	15,6	9,3	4,5	13,8	5,6	4,1	9,7
Mulčovaná ⁴	I.	15,8	0,8	16,6	10,0		10,0	4,7		4,7
	II.	21,7	1,7	23,4	12,8		12,8	5,0		5,0
	$\bar{x}$	18,8	1,3	20,0	11,4		11,4	4,9		4,9

¹variant, ²one cut, ³two cuts, ⁴mulching, ⁵replication

VIII. Obsah sušiny v píci (%) rozdílně obhospodařovaného travního porostu sečením a mulčováním travní hmotou; Klečaty, 1995 až 1997 – Dry matter content in herbage (%) under different grassland management systems by cuts and grass mulching; Klečaty, 1995 to 1997

Varianta ¹	Opakování ⁵	1995		1996		1997	
		1	2	1	2	1	2
Jednosečná ²	I.	40,18		37,24		29,82	
	II.	49,29		37,95		37,43	
	$\bar{x}$	44,74		37,60		33,63	
Dvousečná ³	I.	19,11	44,53	22,19	28,12	25,16	27,20
	II.	21,42	37,35	22,46	30,50	24,62	30,65
	$\bar{x}$	20,27	40,94	22,33	29,31	24,89	28,93
Mulčovaná ⁴	I.	18,60	45,41	40,76		37,06	
	II.	15,95	41,35	39,56		33,39	
	$\bar{x}$	17,28	43,38	40,16		35,23	

For 1–5 see Tab. VII

Výnos píce v sušině (tab. IX) potvrdil klesající výnosnost porostu na všech variantách. Pouze u mulčované varianty došlo v roce 1996 k mírnému nárůstu výnosu v sušině, což lze vysvětlit vyšším zastoupením *Dactylis glomerata* (L.) v porostu.

Z celkové **vodní bilance** stanoviště v půdním profilu 0 až 0,6 m (tab. XI) lze odvodit, že ve vegetačním období došlo jen k minimálním odtokům do hladiny podzemní vody, bez ohledu na celkový úhrn srážek v jednotlivých letech. Při porovnání chodu evapotranspirace (ET), resp. zásoby vody v půdě v jednotlivých

letech (tab. X) jsou zřejmé určité rozdíly v hodnotách mezi jednotlivými variantami, ale pokles úrovně ET v roce 1996 je zřetelný na všech variantách a nárůst hodnot ET v roce 1997 též na všech variantách. Rozdíly v ET mezi jednotlivými variantami jsou však statisticky neprůkazné, a to jak v jednotlivých letech, tak za celé období. Statisticky významný rozdíl (při dosažené hladině významnosti $\alpha = 0,0001$) byl zjištěn pouze při vzájemném porovnání ET všech variant souhrnně v jednotlivém roce s hodnotami ET v ostatních letech, tj. vlivem ročníku na úroveň ET, kdy hodnoty ET v ro-

IX. Výnos píce ($t \cdot ha^{-1}$) rozdílně obhospodařovaného travního porostu sečením a mulčováním travní hmotou; Klečaty, 1995 až 1997 – Herbage yield ($t \cdot ha^{-1}$) under different grassland management systems by cuts and grass mulching; Klečaty, 1995 to 1997

Varianta ¹	Opakování ⁵	1995			1996			1997		
		I	2	Σ	I	2	Σ	I	2	Σ
Jednosečná ²	I.	5,7		5,7	2,5		2,5	1,6		1,6
	II.	7,2		7,2	3,3		3,3	1,7		1,7
	$\bar{x}$	6,5		6,5	2,9		2,9	1,7		1,7
Dvousečná ³	I.	2,3	0,8	3,1	2,4	1,2	3,6	1,5	1,0	2,5
	II.	3,1	1,1	4,2	1,5	1,4	2,9	1,3	1,4	2,7
	$\bar{x}$	2,7	1,0	3,7	2,0	1,3	3,3	1,4	1,2	2,6
Mulčovaná ⁴	I.	2,9	0,4	3,3	4,1		4,1	1,7		1,7
	II.	3,5	0,7	4,2	5,0		5,0	1,7		1,7
	$\bar{x}$	3,2	0,6	3,8	4,6		4,6	1,7		1,7

For 1–5 see Tab. VII

X. Obsah vody (mm) v půdním profilu 0 až 0,6 m rozdílně obhospodařovaného travního porostu sečením a mulčováním travní hmotou; Klečaty, 1995 až 1997 – Moisture content (mm) in the soil profile 0 to 0.6 m under different grassland management systems by cuts and mulching; Klečaty, 1995 to 1997

	Varianta ¹ opakování ⁵	Jednosečná ²		Dvousečná ³		Mulčovaná ⁴	
		I.	II.	I.	II.	I.	II.
1995	5. 4.	146,5	145,5	162,9	128,5	149,0	150,5
	4. 5.	149,1	132,6	138,2	131,3	153,1	132,5
	13. 6.	160,5	154,6	149,6	146,5	152,2	143,5
	2. 7.	102,7	81,8	105,0	92,2	105,6	103,8
	8. 8.	79,4	80,6	66,9	58,1	76,3	95,9
	5. 9.	126,9	106,5	96,8	94,3	106,0	114,2
1996	23. 4.	133,2	129,3	141,6	136,4	128,3	155,6
	23. 5.	141,3	140,3	154,0	166,6	124,9	150,2
	18. 6.	102,3	97,4	122,9	121,2	91,7	98,0
	24. 7.	120,1	119,2	118,5	133,1	112,8	112,4
	22. 9.	135,8	117,5	123,2	124,4	116,1	114,3
	25. 9.	115,5	101,8	118,6	112,8	101,4	118,4
1997	23. 4.	145,1	156,7	144,5	133,5	137,5	145,9
	29. 5.	113,5	100,7	114,0	109,4	107,0	105,2
	25. 6.	94,7	101,8	101,7	107,4	91,6	109,0
	28. 7.	157,3	147,2	155,5	154,0	138,2	143,4
	28. 8.	96,8	119,8	95,7	80,3	111,9	107,2
	26. 9.	83,1	86,3	91,9	87,3	92,9	86,2

For 1–5 see Tab. VII

XI. Vodní bilance (mm) v půdním profilu 0 až 0,6 m rozdílně obhospodařovaného travního porostu sečením a mulčováním travní hmotou; Klečaty, 1995 až 1997 – Water balance (mm) in the soil profile 0 to 0.6 m under different grassland management systems by cuts and grass mulching; Klečaty, 1995 to 1997

	Varianta ¹	Opakování ⁵	Srážky ⁶	Odtok ⁷	Voda z půdní zásoby ⁸	Evapotranspirace ⁹	$\bar{x}$
1995	jednosečná ²	I.	340,7	10,0	19,6	350,3	354,5
		II.	340,7	21,0	39,0	358,7	
	dvousečná ³	I.	340,7	10,0	66,1	396,8	375,9
		II.	340,7	20,0	34,2	354,9	
	mulčovaná ⁴	I.	340,7	0,0	43,0	383,7	375,4
		II.	340,7	10,0	36,3	367,0	
1996	jednosečná	I.	315,2	10,0	17,7	322,9	327,9
		II.	315,2	10,0	27,5	332,7	
	dvousečná	I.	315,2	4,0	23,0	334,2	323,5
		II.	315,2	26,0	23,6	312,8	
	mulčovaná	I.	315,2	4,0	26,9	338,1	340,3
		II.	315,2	10,0	37,2	342,4	
1997	jednosečná	I.	327,5	10,0	62,0	379,5	381,7
		II.	327,5	14,0	70,4	383,9	
	dvousečná	I.	327,5	10,0	52,6	370,1	366,9
		II.	327,5	10,0	46,2	363,7	
	mulčovaná	I.	327,5	10,0	44,6	362,1	371,2
		II.	327,5	7,0	59,7	380,2	
$\bar{x}$ 1995–1997	jednosečná						354,7
	dvousečná						355,4
	mulčovaná						362,3

For 1–5 see Tab. VII, ⁶precipitation, ⁷runoff, ⁸water from soil reserve, ⁹evapotranspiration

ce 1995 a 1997 (průměr 368,6 a 373,3 mm) byly průkazně vyšší ve srovnání s hodnotami ET v roce 1996 (průměr 330,5 mm). Pokles vlhkosti půdy (tab. XI) mezi začátkem a koncem jejího sledování značí, že ET byla částečně hrazena z vodních zásob v půdě. Kromě první varianty jednosečné lokality nebyly rozdíly v zásobě vody v půdě zjevné. Výsledky z jednotlivých variant a roků hodnocených proti sobě navzájem nevykázaly jednoznačný trend. Statistickým hodnocením byly zjištěny jen neprůkazné rozdíly ve vlhkosti půdy sledovaných půdních vrstev i v obsahu vody v celém půdním profilu, a to jak mezi variantami, tak i mezi jednotlivými půdními vrstvami v profilu daných variant (jedinou výjimkou byla významně vyšší vlhkost ve vrstvě 0,2 až 0,4 m na dvousečné variantě druhého opakování ve srovnání s jednosečnou variantou druhého opakování a mulčovanou variantou prvního opakování v roce 1996). Nepotvrdil se předpoklad průkazného významného zvýšení vlhkosti půdy na mulčovaných variantách oproti ostatním nemulčovaným variantám přes značné zakrytí porostu. Rozvoj *Dactylis glomerata* (L.) s mohutným kořenovým systémem a velkou listovou plochou byl pravděpodobně příčinou těchto ne zcela jednoznačných výsledků. Nejednoznačná jsou i zjištěná uváděná v literatuře. Intenzita a délka trvání účinku mulče závisí na klimatických a půdních podmínkách. Zvýšení obsahu vody v půdě a snížení evaporace, resp.

evapotranspirace i efektivnější využití vody uvádějí např. Struzina (1990) a Yunusa et al. (1994), zatímco Barros, Hanks (1993) nezjistili snížení spotřeby vody ani změny v jejím obsahu (Blasse, 1990).

LITERATURA

- BARROS, L. C. G. – HANKS, R. J.: Evapotranspiration and yield of beans as affected by mulch and irrigation. *Agron. J.*, 85, 1993: 692–697.
- BLASSE, W.: Foerderung der Bodenfruchtbarkeit durch Kurzgrasmulch und Dekfruchtanbau. *Obst u. Gtn.*, 109, 1990 (11): 511–513.
- HAVELKA, F. – ŠONKA, J.: Effectiveness of the retention function of meadows swards. *Rostl. Vyr.*, 36, 1990a (5): 471–480.
- HAVELKA, F. – ŠONKA, J.: Ochranná krajinná funkce travních porostů. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚMOP 1990b. 97 s.
- HOFFMANN, U. – KOERPER, P. – WERNER, G. A.: Oekologischer Weinbau. Berlin, 1995.
- KROMER, R. H. – RELOE, H.: Mechanisierte Gruenflaechenspflege. *Landtechnik*, 43, 1988 (12): 490–493.
- KROMER, R. H. – RELOE, H.: Verfahren des mechanischen Offenhaltens. *Techn. Landsch.-Pflege*, 1991 (1): 9–22.

MERWIN, I. A. – STILES, W. C. – VANES, H. M.: Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 119, 1994 (2): 216–222.

MOHLER, C. L. – CALLAWAY, M. B.: Effects of tillage and mulch on weed seed production and seed banks in sweet corn. *J. Appl. Ecol.*, 32, 1995 (3): 627–639.

STRUZINA, A.: Der Einfluss von Mulch auf Bodenphysikalische Wachstums-factoren. [Dizertace.] Bonn, Rheinischer Friedrich-Wilhelms Univ. 1990. 163 s.

YUNUSA, I. A. M. – SEDGLEY, R. H. – SIDDIQUE, K. M. H.: Influence of mulching on the pattern of growth and water use by spring wheat and moisture storage on a fine textured soil. *Pl. Soil*, 160, 1994 (1): 119–130.

Došlo 3. 4. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Tomáš Kvítek, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/57 92 16 40, fax: 02/57 92 21 39, e-mail: brezina@iswc.cz

INDEX NEGATIVNÍHO PŮSOBNÍ FENOLŮ (IANP) A JEHO PREDIKCE V LUČNÍCH ROSTLINÁCH POMOCÍ SPEKTROSKOPIE V BLÍZKÉ INFRAČERVENÉ OBLASTI (NIRS)

INDEX OF NEGATIVE ACTION OF PHENOLS (IANP)
AND ITS PREDICTION IN MEADOW PLANTS USING
SPECTROSCOPY IN NEAR INFRARED REGION (NIRS)

V. Míka¹, A. Kohoutek¹, J. Pozdříšek², F. Smítal¹, P. Nerušil¹

¹Institute of Agricultural and Food Information, Praha, Research Station of Grassland
Ecosystems, Jevíčko, Czech Republic

²Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, Czech Republic

ABSTRACT: The so-called index of negative potential action of phenols (IANP, Seehovic, 1995) was chosen for evaluation of negative action of individual herb species, clover plants and grasses in the course of digestion of meadow forage and other feeds in the rumen. It expresses inhibition action of some secondary metabolites (phenols, terpenoids, volatile carbonyl compounds etc.) in the plant extract on the activity of fungal cellulases. IANP was determined in 69 species of plants from the surroundings of Jevíčko in 1996 (close before anthesis). The highest IANP values of the herbs were recorded in *Hypericum perforatum* (207), out of clovers *Lotus corniculatus* (99) and out of the grasses *Dactylis glomerata* (53). The values in different species were altogether very close to those which were determined by Seehovic (1995) in Switzerland. These data can be used as a useful information on potential ability of individual species of plants or samples of herbage to affect the course of degradation of cell walls in the rumen in these were represented in the grassland by greater proportion. It is interesting that some species exhibit a high digestibility of organic matter despite that they have also a high IANP value, e.g. *Alchemilla vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *Taraxacum officinale*, *Leontodon hispidus*, *Rumex obtusifolius*. Antibiological activity of these species depends on the concentration of active substances as well as on their activity. Summary expression of these effects, though in the form of index, has its foundations, that is minimum to the time, than the level of knowledge of mutual relations allows better specification. Laboratory determination of IANP can be performed in the routine laboratory, nevertheless it is rather demanding for labour. Therefore we tried to do IANP calibration on the device NIRSystems 6500. The first series already showed the possibility to predict relatively precisely and sensitively [SEP (C) was 117, while the limit value was 13.4]. The IANP value of reference determination in validation set amounted to 100.8 $\pm$ 32.7, the predicted value using NIRS was 103.4 $\pm$ 38.2 and coefficient of determination $r^2 = 0.92$. The use of NIRS technique for prediction of IANP seems to be expedient and sufficiently precise for the needs of research of grasslands, breeding of forage crops etc. It is very expedient (one determination lasts about 2 min) and extraordinarily suitable for series evaluation.

meadow plants; plant phenols; forage quality; antinutritive substances; digestion of fibre; NIR spectroscopy

ABSTRAKT: IANP (index negativního potenciálního působení fenolů), který vyvinul a u alpské flóry studoval Seehovic (1995), byl stanoven v roce 1996 na začátku květu u 69 druhů lučních rostlin z okolí Jevíčka. Zjištěné hodnoty u jednotlivých druhů vcelku souhlasí s hodnotami ze Švýcarska. Z bylin měla nejvyšší IANP *Hypericum perforatum* (207), z jetelovin *Lotus corniculatus* (99) a z trav *Dactylis glomerata* (53). Vysoká hodnota IANP byla nalezena též u druhů vyznačujících se poměrně vysokou stravitelností. IANP vyjadřuje působení inhibujících látek v rostlinném extraktu na celulólytickou aktivitu fungálních celuláz, a tedy na průběh trávení, a lze jej využít pro pícninářské a krmivářské hodnocení travních porostů a píce, zvláště při objektivizaci závažnosti výskytu nežádoucích druhů. Pokus o kalibraci tohoto parametru pomocí techniky NIRS (spektroskopie v blízké infračervené oblasti) prokázal reálnou možnost poměrně přesné predikce velice operativním způsobem.

luční rostliny; rostlinné fenoly; kvalita píce; antinutriční látky; trávení vlákniny; spektroskopie NIR

Některé sekundární metabolity obsažené v lučních rostlinách průkazně snižují využití živin v krmné dávce. Celkový účinek závisí nejen na jejich koncentraci, ale podstatnou měrou též na jejich biologické aktivitě. Floristicky pestré travní porosty nemusí mít v tomto ohledu vždy optimální průběh trávení, jak dokládá Scephovic (1988, 1990, 1995), ani nemusí příznivě působit na kvalitu živočišných výrobků, např. sýrů (Jeangros et al., 1997). Pro posouzení těchto účinků vyvinul Scephovic (1995) metodu IANP (l'indice d'action négative potentielle), tj. index negativního potenciálního působení fenolů, a analyzoval nejčastější zástupce alpské flóry. Vývoj metody byl veden potřebou studia chemických struktur v jejich přirozené matici tak, že zvolený postup používá jen slabě agresivního prostředí, blížíciho se podmínkám trávení v zažívacím ústrojí přežvýkavců. IANP vyjadřuje působení inhibujících složek v rostlinném extraktu na celulólytickou aktivitu funkčních celuláz. Jsou postihovány především fenoly (flavony, fenolové kyseliny vázané na buněčné stěny, třísloviny), terpenoidy, těkavé látky karbonylové povahy (aldehydy, ketony) aj. Stanovení IANP přispívá nejen k přesnějšímu hodnocení kvality krmiv (stravitelnost, chuťnost, dobrovolný příjem píce), ale poskytuje též ve fytochemickém a prátotechnickém výzkumu doplňkovou informaci ke složení lučních porostů (zvláště přítomnost nežádoucích druhů) a ke kvalitě živočišných produktů (Mika et al., 1997).

V předložené práci podáváme souhrn výsledků našeho šetření u druhů s největší frekvencí v našich lučních porostech a na ně navazujících rostlinných společenstvech. K překonání závislosti na poměrně náročných rozbořech při laboratorní práci jsme prověřili možnost predikce IANP pomocí NIRS (spektroskopie v blízké infračervené oblasti) s cílem podstatně zvýšit expeditivnost tohoto hodnocení.

MATERIÁL A METODA

V okolí Jevíčka bylo vybráno 69 vzorků rostlin (převážně lučních druhů) ve fázi těsně před začátkem květu. Vzorky byly usušeny při 55 °C a stanoven v nich IANP (Scephovic, 1995).

Extrakce inhibitorů: 1 g suchého vzorku (s jemností ≤ 1 mm) se vaří pod zpětným chladičem 1 h v 50 ml fosfátocitrátovém roztoku (směsný roztok A [39,59 g/l Na₂HPO₄·2 H₂O] a B [21,01 g/l kyseliny citronové monohydrát] v poměru objemů 875 : 1000, s pH 4,6). Po ochlazení a filtraci se ve filtrátu stanoví obsah rozpustných fenolů kolorimetricky (čínidlo Folin-Ciocalteu) podle publikovaného postupu (Scephovic, 1990).

Islace vlákninového substrátu: 30 g vzorku trávy (např. kostřavy rákosovité), připraveného stejně jako v předchozím případě, se vaří 1,5 h v 1,5 l roztoku metanolu a vody (2 : 1 obj./obj.), okyseleného HCl. Ne-

rozpustný zbytek se extrahuje 1 l acetonu (30 min) a následně promývá acetonem do vymizení pigmentů. Nakonec se usuší při 55 °C. Obsah esterifikovaných fenolových kyselin v substrátu se stanoví podle zmíněné metodiky (Scephovic, 1990).

Inhibice celulólytické aktivity extraktem lučních rostlin: 100 mg vlákninového substrátu (připraveného popsáním způsobem) se vpraví do kalibrovaných zkumavek (10 ml), přidá 5 ml extraktu vzorku a 5 ml celulózy roztoku, který se připraví takto: Roztok celuláz z *Aspergillus niger* 0,6 j./mg, Fluka, se smísí s pufrým roztokem A + B tak, aby výsledná aktivita celuláz činila 12,5 j./ml. Každý měřený vzorek (extrakt) je doplněn kontrolním vzorkem (extrakt + enzym – bez substrátu), který slouží ke stanovení koncentrace fenolů obsažených ve složkách. Celulólytická aktivita enzymu (bez inhibice) se stanoví pomocí kontrolních vzorků, v nichž se extrakt nahradí pufrým roztokem (slepý pokus). Měření a kontrolní vzorky se umístí do termostatu při 39 ± 0,1 °C a kontinuálně se protřepávají 24 h. Poté se odstředí (10 min při 7000 ot./min), alikvotní část supernatantu se vpraví do odměrné baňky (100 ml), přidá roztok Na₂CO₃ a čínidlo Folin-Ciocalteu a za 1 h se měří optická hustota při 675 nm (Scephovic, 1990).

Výpočet IANP: Hodnota indexu vyjadřuje významnost inhibičního působení vzorku na degradaci vlákninového substrátu, měřeného pomocí fenolových kyselin uvolněných v průběhu enzymové hydrolýzy. IANP = 100 – (100 PLE/PLT), kde: PLE = fenoly uvolněné za přítomnosti extraktu [(extrakt + enzym + substrát) – (extrakt + enzym)]; PLT = fenoly uvolněné bez extraktu (kontrola) [(pufr + enzym + substrát) – (pufr + enzym)]; číslo 100 = korekční parametr garantující, že IANP ≥ 0.

Hodnoty IANP jsou podmíněny těmito vztahy: PLE = PLT – IANP = 0; PLE < PLT – IANP ≤ 100; PLE ≤ 0 – IANP ≤ 100.

U hodnot IANP převyšujících 100 lze předpokládat, že část aktivních fenolů vytváří vazby nejen s proteiny enzymů, ale také s polymery substrátu, což zvyšuje výrazným způsobem potenciální inhibici a stravitelnost se významně snižuje.

U těchto vzorků byly změřeny spektrální charakteristiky a s použitím analytických hodnot IANP byla provedena kalibrace na přístroji NIRSystems 6500 (Mika, 1997). Přesnost predikce byla ověřena na validačním souboru vzorků (n = 99) s hodnotami IANP stanovenými rovněž laboratorním postupem (RAC Nyon, VÚCHS Rapotín). Ke statistickému vyhodnocení přesnosti predikce byl použit software ISI 3.0, dodaný s přístrojem.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Hodnota IANP v bylinách z okolí Jevíčka z jednoho roku (1996) a v jedné (srovnatelné) růstové fázi se pohybovala od 21 (pryskyřník plazivý) do 207 (třezalka tečkovaná), v jetelovinách od 32 (jetel plazivý) do

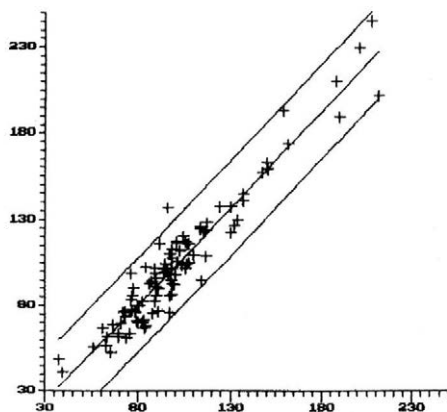
99 (štírovník růžkatý), v travách od 20 (jílek vytrvalý) do 53 (srha říznačka). Výsledky uvádí tab. I. Vysoká hodnota IANP byla stanovena též u několika druhů obecně známých poměrně vysokou stravitelností organické hmoty *in vitro* (OMD), např. kontryhel (224), jitrocel kopinatý (125), smetánka lékařská (134), pampeliška srstnatá (142), šťovík tupolistý (105). Jejich zastoupení v travním společenstvu může mít určité negativní účinky na kvalitu dané krmné píce jako celku, např. na chutnost, dobrovolný příjem píce, resp. výživnou hodnotu. Je třeba připomenout, že hodnotu IANP je třeba chápat jako určitou informaci o potenciální schopnosti jednotlivých druhů rostlin či vzorků píce ovlivňovat průběh degradace buněčných stěn v bachoru, s možností jejího využití pro korekci výživné hodnoty stanovené metodami mokré chemie, jsou-li tyto druhy ve smíšeném porostu (či krmné dávce) zastoupeny větším podílem (Scehovic, 1995). Jde pouze o index, jehož interpretaci je nutné brát s jistou rezervou (vzhledem k významným rozdílům mezi velmi složitým prostředím trávicího traktu zvířat a relativně jednoduchými a standardně používanými analytickými postupy, resp. metodami *in vitro*).

I. Hodnoty IANP vybraných rostlin před květem (Jevíčko, 1996) – IANP values of selected plants before anthesis (Jevíčko, 1996)

	Druh ¹	IANP
Byliny ²	<i>Hypericum perforatum</i> L.	207
	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	192
	<i>Prunella vulgaris</i> L.	165
	<i>Erigeron canadense</i> L.	144
	<i>Leontodon hispidus</i> L.	142
	<i>Geranium pratense</i> L.	141
	<i>Taraxacum officinale</i> Web.	139
	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	132
	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	125
	<i>Achillea millefolium</i> L. emend. Fiori	118
	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Hampe	116
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	111
	<i>Polygonum aviculare</i> L.	109
	<i>Geum urbanum</i> L.	105
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	105
	<i>Lamium album</i> L.	105
	<i>Euphorbia esula</i> L.	104
	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	100
	<i>Polygonum bistorta</i> L.	99
	<i>Senecio erraticus</i> Bertol.	97
	<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	95
	<i>Equisetum arvense</i> L.	95
	<i>Crepis biennis</i> L.	91
	<i>Cerastium arvense</i> L.	91
	<i>Viola arvensis</i> Murr.	90
	<i>Leontodon autumnalis</i> L.	90
	<i>Coronilla varia</i> L.	90

	Druh ¹	IANP
Byliny	<i>Pastinaca sativa</i> L.	87
	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	85
	<i>Glechoma hederacea</i> L.	80
	<i>Lamium purpureum</i> L.	76
	<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.	75
	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	73
	<i>Potentilla anserina</i> L.	73
	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	72
	<i>Stelaria media</i> (L.) Vill.	70
	<i>Cerastium vulgare</i> Hartm.	67
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	67
	<i>Galium mollugo</i> L.	61
	<i>Cichorium intybus</i> L.	60
	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	60
	<i>Plantago major</i> L.	59
	<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.	59
	<i>Lactuca serriola</i> (L.) Torn.	59
	<i>Matricaria discoidea</i> DC.	55
	<i>Galium aparine</i> L.	54
	<i>Jacea vulgaris</i> Godr.	54
Jeteloviny ³	<i>Cirsium canum</i> (L.) All.	54
	<i>Tragopogon pratensis</i> L.	46
	<i>Silene nutans</i> L.	38
	<i>Chenopodium album</i> L.	34
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	33
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	31
	<i>Ranunculus acer</i> L.	27
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	24
	<i>Ranunculus repens</i> L.	21
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	99
Trávy ⁴	<i>Trifolium hybridum</i> L.	58
	<i>Medicago sativa</i> L.	50
	<i>Trifolium pratense</i> L.	47
	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	45
	<i>Trifolium repens</i> L.	32
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	53
	<i>Dactylis polygama</i> (Horv.) Dom.	47
	<i>Festuca rubra</i> L.	45
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	41
	<i>Phleum pratense</i> L.	38
	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	33
	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	30
	<i>Bromus unioloides</i> (W.) Humb. et Kunth.	30
	<i>Poa trivialis</i> L.	30
	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	27
	<i>Poa pratensis</i> L.	25
	<i>Poa palustris</i> L.	23
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	21
	<i>Lolium perenne</i> L.	20

¹species, ²herbs, ³clover plants, ⁴grasses



1. Vztah mezi hodnotami IANP stanovenými laboratorně (osa y) a IANP predikovanými pomocí NIRS (osa x) u validačního souboru lučních rostlin ($n = 99$) – The relation between IANP values determined in the laboratory (y axis) and IANP predicted by means of NIRS (x axis) in the validation set of meadow plants ($n = 99$)
 $Y = -9,25 + 1,12x$

Dosavadní výsledky výzkumu zatím nedovolují identifikovat účinky určité látky v extraktu jako potenciálního inhibitoru trávení, natož vysvětlit její antibiologickou aktivitu, která nemusí být nevyhnutelně úměrná její koncentraci. Lze reálně předpokládat, že tato aktivita i při stejné koncentraci dané látky může kolísat podle botanického druhu, růstové fáze, podmínek růstu, geografického původu atd. Spolu s dalšími autory (Scehovic, 1995; Komprda et al., 1996, 1997; Jeangros et al., 1997) jsme přesvědčeni, že hodnocení antibiologické aktivity chemických struktur obsažených v rostlinných krmivech může významnou měrou přispět ke zlepšení spolehlivosti laboratorních metod a objektivnosti hodnocení kvality píce v uvedených případech, a též k dokonalějšímu pochopení vztahů ve výživě zvířat. Má se za to, že některé fenolové kyseliny vyvolávají významnější pokles stravitelnosti energie píce, než jaká by vyplývala z jejich koncentrací. Je zřejmě způsobena (1) jejich toxicitou vůči bakteriální populaci v bacheru nebo (2) interferencí s průběhem enzymové hydrolýzy kyseliny ferulové, diferulové, cykloamerů kyseliny ferulové apod. (Jung, Fahey, 1984; Míka et al., 1997). Např. trávení hemicelulóz a celulózu souviselo s obsahem kyseliny ferulové u kosteravy rákosovité, ale ne u vojtěšky. Souborné vyjádření těchto účinků, byť i formou indexu, má tedy určité svoje opodstatnění, a to alespoň do doby, než úroveň poznání vzájemných vztahů na tomto poli dovolí detailnější specifikaci.

Kontaktní adresa:

Ing. Václav Míka, DrSc., Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, Výzkumná stanice travních ekosystémů, K. H. Borovského 461, 569 43 Jevíčko, Česká republika, tel.: 0462/32 78 14, fax: 0462/32 78 14

První kalibrace IANP, provedená pro početně omezený soubor vzorků (limitovaný rozsahem referenčních laboratorních stanovení), ukázala možnost poměrně přesné predikce ($SEP_{(C)}$ činila 11,7, zatímco limitní hodnota byla 13,4). Jestliže skutečná hodnota IANP činila $100,8 \pm 32,7$, predikovaná hodnota v průměru validačního souboru ($n = 99$) činila $103,4 \pm 38,2$ a koeficient determinace $r^2 = 0,92$ (obr. 1). Využití techniky NIRS k predikci IANP se v tomto ohledu zdá účelné a dostatečně přesné pro potřeby pratotechnického výzkumu, šlechtění píce apod.

Poděkování

Experimentální práce byly proběhly s finanční podporou GA ČR (503/95/1457 *Vývoj expeditivních metod hodnocení kvality travní biomasy*).

Autoři děkují za významnou kolegiální pomoc Dr. Ján Sčehovičovi z RAC Nyon v diskusi problematiky i zajištění podstatné části analýz IANP referenční metodou.

LITERATURA

- JEANGROS, B. et al.: Relation entre les caractéristiques de l'herbe et celles du fromage. *Présentation et premiers résultats d'une étude pluridisciplinaire. Fourrages*, 152, 1997: 437–443.
- JUNG, H. G. – FAHEY, G. C. jr.: Influence of phenolic acids content on forage structural carbohydrate digestion. *Can. J. Anim. Sci.*, 64, 1984: 50–51.
- KOMPRDA, T. – FRANTIŠEK, J. – ŠTOHANDLOVÁ, M. – FOLTÝN, J.: Dependence of phenolic acids content on vegetative stage of lucerne. *Bk Abstr. 47th Ann. Meet. Eur. Assoc. Anim. Prod. Lillehammer*, 1996. 110 s.
- KOMPRDA, T. – FRANTIŠEK, J. – ŠTOHANDLOVÁ, M. – FOLTÝN, J.: In situ disappearance and content of p-coumaric and ferulic acid in lucerne from various vegetative stages. *Anim. Fd Sci. Technol.*, 67, 1997: 141–150.
- MÍKA, V.: Využití infračervené spektroskopie (NIRS) pro hodnocení kvality rostlinných výrobků. *Met. Závád. Výsl. Výzk. Praxe*, 1997. 28 s.
- MÍKA, V. et al.: Kvalita píce. Praha, ÚZPI 1997. 227 s.
- SCEHOVIC, J.: Métabolites secondaires de quelques plantes de prairies. *Schweiz. Landwirtsch. Forsch.*, 27, 1988 (2): 153–165.
- SCEHOVIC, J.: Tannins et autres polymères phénoliques dans les plantes de prairies: détermination de leur teneur et de leur activité biologique. *Rev. Suisse Agric.*, 22, 1990: 179–184.
- SCEHOVIC, J.: Étude de l'effet de diverses espèces de plantes des prairies permanentes sur l'hydrolyse enzymatique des constituants pariétaux. *Ann. Zoot.*, 44, 1995: 87–96.

Došlo 21. 5. 1998

METHODOLOGICAL ASPECTS OF BIO-INDICATION OF GRASSLAND WATER REGIMEN

METODOLOGICKÉ ASPEKTY BIOINDIKACE VODNÍHO REŽIMU TRAVNÍCH POROSTŮ

F. Klimeš, H. Bošina, M. Ekert, V. Mitas

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: The study of permanent grassland composition at varying water regimen, which was aimed at the relationship between the groundwater table and the calculable median indicator values of the grassland water regimen, was conducted between 1982 and 1990. A close relationship between the two quantifiable variables, which is possible to express by help of the logarithmic regressive function, was established. The applicability of Ellenberg indication values in the South Bohemian conditions was also proven. A process utilizing the marginal analysis method was proposed for the bio-indication method sensitivity verification in the water regimen of grassland locales.

permanent grasslands; grassland water regimen; bio-indication methods; sensitivity of bio-indication methods

ABSTRAKT: Porostová skladba travních porostů je výslednicí působení interakce všech ekologických faktorů i podmínek obhospodařování travních porostů. V rámci tohoto komplexu činitelů však vystupují do popředí vodní a výživný režim, a lze proto právě u těchto faktorů velmi vhodně využít porostovou skladbu trvalých travních porostů pro bioindikaci jejich úrovně (Ellenberg, 1952; Regal, 1964; Rieder, 1983). V uvedených intencích jsme se v Českých Budějovicích (nadmořská výška 395 až 411 m) v letech 1982 až 1990 u souboru trvalých travních porostů s odlišným vláhovým režimem (tab. II) zabývali studiem vztahů mezi hladinou podzemní vody a vypočtenými středními indikačními hodnotami pro vodní režim lučních stanovišť, stanovenými jako vážené aritmetické průměry indikačních hodnot pro vodní režim jednotlivých druhů (Ellenberg, 1952; Regal, 1964; Veselá et al., 1994), přičemž váhy ve výpočtu představovaly procentuální redukované projektivní dominance jednotlivých druhů. Projektivní dominance jednotlivých druhů byla stanovena na kontrolních lokalitách vždy před první sečí. Hladina podzemní vody byla sledována pomocí Northonových trubíc v týdenních intervalech. Na základě korelační a regresní analýzy byl prokázán těsný vztah mezi hloubkou hladiny podzemní vody (tab. III) a vypočtenými středními indikačními hodnotami pro vodní režim ověřovaných lučních stanovišť (tab. IV). Jako neefektivnější forma explanace a predikce vztahu mezi hloubkou průměrné hladiny podzemní vody (x v m) a vypočtenými středními indikačními hodnotami pro vodní režim (y) byla stanovena logaritmická funkce: $y = 3,012259 - 0,568968 \cdot \ln x$ ($r_{yx} = -0,671^{***}$), která pro praktické využití, kdy stanovíme střední indikační hodnotu pro vodní režim a zajímá nás úroveň hloubky hladiny podzemní vody, byla převedena na tvar: $x = e^{0,569 \cdot (3,012 - y)}$. Statistická významnost studovaného vztahu je zároveň i potvrzením vhodnosti Ellenbergových indikačních hodnot pro podmínky jižních Čech (tab. I). Vzhledem k tomu, že využitelnost Ellenbergových indikačních hodnot se s narůstající kontinentalitou snižuje (Rychnovská et al., 1985; Moravec et al., 1994), je účelné ověřit jejich platnost i v dalších oblastech. Na základě středních chyb průměru ($S\bar{x}$, tab. V) bylo stanoveno minimální období pro exaktní posouzení vodního režimu lučních stanovišť s využitím bioindikačních přístupů, které činí alespoň šest, nejlépe však sedm až osm let. S využitím metod marginální analýzy byl navržen postup pro ověření citlivosti bioindikačních metod pro vodní režim lučních stanovišť.

trvalé travní porosty; vodní režim luk; bioindikační metody; citlivost bioindikačních metod

INTRODUCTION

The harmonization of the productive and non-productive permanent grassland use and development of their non-productive functions is not conceivable without the deeper understanding of the level of individual ecological factors. Bio-indication methods represent an important tool in the analysis of ecological conditions of pratoceneses.

The formation of grassland growths is conditioned by a number of abiotic and biotic environmental factors. The specific factors do not influence the composition of pratoceneses to the same extent. Although the grassland composition is the result of interactive influences of ecological factors and conditions of grassland management, some factors, particularly water/air, and nutritional regimen are more important and overshadow other influences to a certain extent (Ellenberg, 1952;

Regal, 1964; Rieder, 1983). Particularly with these factors it is possible to utilize the aerial composition based on the relationship expressed as: $P = f(s)$.

This means that the growth (P) is a function of the locale (s) to their bio-indication level (Klečka et al., 1938). The application of phytocenological methods may significantly contribute to the bio-indication of water regimen, water situation, and various individual prapocenoses types (including other geobiocenoses). These methods also serve as a basis for quantifying some water situation parameters of an area and their differentiation according to the hydroeffectiveness of its vegetation cover and its water farming functions, etc. (Rychnovská et al., 1985; Moravec et al., 1994). Besides the flora-cenological approaches (Zurich-Montpellier orientation), the quantitatively ecological approaches (Ellenberg, 1952; Pronczuk, 1982; Slavíková, 1986; Dykyjová et al., 1989; Moravec et al., 1994; Veselá et al., 1994) are more frequently used for the bio-indication of grassland water regimen.

As we have mentioned, our original intention was to focus on methodological problems of the application of quantitatively ecological approaches to specification of the groundwater table as an important component of the grassland locale water regimen.

I. Mean air temperatures and total atmospheric precipitation in České Budějovice during the period of observation

Year	Mean air temperature (°C)		Total atmospheric precipitation (mm)	
	annual	in the vegetation period	annual	in the vegetation period
1982	8.7	14.9	488.5	312.6
1983	9.1	15.7	438.6	342.2
1984	9.2	14.4	456.1	334.3
1985	8.1	14.9	655.5	480.3
1986	9.5	16.3	506.8	391.2
1987	7.5	14.3	691.5	447.7
1988	11.4	17.8	634.9	418.1
1989	9.0	14.4	522.3	426.2
1990	8.2	13.9	486.7	317.2
$\bar{x}$	9.0	14.9	542.3	385.5

II. Phytocenoses at the evaluated sites

Site	Association	Stand type
I.	Fragmental (order <i>Arrhenatheretalia</i> Pawlowski 1929)	<i>Dactylidetum</i>
II.	<i>Caro-poetum pratensis</i> Blažková 1973	<i>Poetum pratensis</i>
III.	<i>Caricetum caespitosae</i> Steffen 1931	<i>Deschampsietum</i>
IV.	<i>Caro-poetum pratensis</i> Blažková 1973	<i>Alopecuretum</i>
V.	<i>Caricetum caespitosae</i> Steffen 1931	<i>Parvocariceto-Alopecuretum</i>
VI.	<i>Arrhenatheretum elatioris</i> subsp. <i>typicum</i> Oberdorfer 1952	<i>Alopecuretum</i>
VII.	<i>Arrhenatheretum elatioris</i> subsp. <i>typicum</i> Oberdorfer 1952	<i>Alopecuretum</i>
VIII.	<i>Caricetum caespitosae</i> Steffen 1931	<i>Alopecureto-Deschampsietum</i>

MATERIAL AND METHODS

Phytocenological and ecological characteristics and their mutual relationships in permanent grasslands in České Budějovice were studied in 1982 to 1990. The observation took place at localities in the grassland area U Boru, which has a differentiated water/air regimen. The altitude of these localities is 395 to 411 m above sea level. The average gradient of the grasslands is to 1.5%; the exposure is to the north-east. The original soil type of the area is brown acidic soil with prevailing loam-clay soils. The long-term, average air temperature of the area is 7.8 °C. During the vegetation period it increases to 13.8 °C. The long-term average annual atmospheric precipitation amount is 620 mm (427 mm during the vegetation period). The overview of average temperatures and atmospheric precipitation amounts during the period of observation is listed in Tab. I.

In connection with the differentiated water regimen, a number of plant communities which are listed in Tab. II, was observed within the researched grassland area.

All investigated growths were fertilized annually using the rates of 100 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹ and 120 kg K.ha⁻¹. The growths were cut twice per season.

During the vegetation periods of the individual localities the groundwater tables were measured weekly, using Northon tubes (inside diameter 36.1 mm; length 1.8 m). Furthermore, the analysis of the area composition was carried out prior to the first cut, using the reduced projective dominance method (%D).

Based on the results of the area analysis, the median indication water regimen values were calculated for individual localities and years, using the Ellenberg indication values (Veselá et al., 1994). By help of the mathematico-statistical methods, the methodological questions of bio-indication of the groundwater table were also studied. The relationship between the groundwater table and the calculated median indication values was studied by means of correlation and regression analyses. In connection with these analyses, we focused on the study of bio-indication sensitivity reaction of the growth to the differentiated groundwater tables. The marginal analysis was used in this study.

The time period needed for the exact bio-indication assessment of the grassland water regimen was ascertained by help of ongoing averages and standard error

means ($\bar{Sx}$). This was done for the groundwater table as well as for the calculated median indication values.

RESULTS AND DISCUSSION

One of the questions in resolving the methodological aspects of bio-indication utilization of water regimen is the selection of a suitable research period. It is apparent from the data in Tab. III how the values of the established average groundwater table gradually stabilize in the whole research area, eventually reaching minimally fluctuating levels.

Similar relationships are also shown by the ongoing median indication water regimen values (Tab. IV).

As a suitable criterion for assessing the posed questions, the criterion appears to be the values of standard error of the average depth of groundwater table as well as of the calculated median indication values for the grassland localities water regimen (Tab. V).

The values of the standard error of the average for both parameters (h , H) show a corresponding hyperbolic decrease and it is possible to observe only small adjustments starting in the sixth year of observation. It is therefore shown that in view of the water regimen, a one-time assessment of grassland growths has a very small predictive ability and requires a longterm and, with respect to possible water regimen changes and periodicity, repeated observations, particularly in the localities of special hydrological significance.

During the whole period of observation the average groundwater tables fluctuated between 0.550 to 1.060 m at individual localities (Tab. VI), with which is connected a wide spectrum of phytocenoses within the researched number of grassland localities (Tab. II). The greatest groundwater table fluctuation ($Vx = 22.65\%$) was observed at the locality with the deepest situated groundwater table (Tab. VI). At the same time in this locality, and this was probably in connection with the lower level moisture regimen, there was a significant impoverishment of the bio-community; most affected were the sensitive diagnostic types. A high dominant position of orchard grass played a role in this impoverishment.

It is evident from the comparison of the groundwater table coefficients and with regard to the median water regimen indication value (Tab. VI) that the small fluctuation of the median indication values is probably connected with a certain bio-indication reaction delay as a result of the changing ground watertable. At the same time, the influence of other moisture balance factors of individual localities apparently comes into play here.

Studies of the relationship between the depth of groundwater table and the median indication values in the locale water regimen showed that the approximation of this relationship, on the one hand, fulfils certain criteria with the help of polynomials. Nevertheless, the logical verification did not confirm the possibility of the expressed relationship. With the utilization of polynomials, one calculated median indication value may

III. Mean depth (m) of groundwater table at the evaluated sites ($\bar{h}$ – mean value for a year, $\bar{h}_p$ – running mean value for a group of years)

Year	$\bar{h}$	Years	$\bar{h}_p$
1982	0.776	1982	0.776
1983	0.784	1982–1983	0.780
1984	0.816	1982–1984	0.792
1985	0.560	1982–1985	0.734
1986	0.659	1982–1986	0.719
1987	0.596	1982–1987	0.699
1988	0.706	1982–1988	0.700
1989	0.679	1982–1989	0.697
1990	0.746	1982–1990	0.702

IV. Mean median indication values of water regimen at the evaluated sites ($\bar{H}$ – mean value for a year, $\bar{H}_p$ – running mean value for a group of years)

Year	$\bar{H}$	Years	$\bar{H}_p$
1982	3.38	1982	3.38
1983	3.33	1982–1983	3.36
1984	3.18	1982–1984	3.30
1985	3.18	1982–1985	3.27
1986	3.26	1982–1986	3.27
1987	3.19	1982–1987	3.25
1988	3.13	1982–1988	3.24
1989	3.16	1982–1989	3.23
1990	3.23	1982–1990	3.23

V. Values of standard errors ($\bar{Sx}$) for mean groundwater table ($\bar{h}$) and for median indication value of soil moisture regimen ($\bar{H}$)

Year	$\bar{Sx}$	
	$\bar{h}_i$	$\bar{H}_i$
1982	0.098	0.139
1982–1983	0.063	0.088
1982–1984	0.049	0.067
1982–1985	0.042	0.052
1982–1986	0.036	0.047
1982–1987	0.031	0.041
1982–1988	0.028	0.036
1982–1989	0.025	0.033
1982–1990	0.024	0.029

mean various levels of particularly deeply situated underground water table levels.

The study of the suitable expression of median indication value dependency in water regimen (y) on the groundwater table depth (x , m) has shown that the most effective form of explanation of prediction of this relationship is the logarithmic function:

$$y = 3.012259 - 0.568968 \cdot \ln x \quad (I_{yx} = -0.671^{**}) \quad (1)$$

For the practical use of this equation whereby we would establish median indication value (we are interested in the depth of the groundwater table), it is better to convert it into the following form:

VI. Mean values and basic statistical characteristics of groundwater table depth (x , m) and of median indication values of water regimen (y) at the evaluated sites

Site	x				y			
	$\bar{x}$	Sx	$\overline{Sx}$	$Vx(\%)$	$\bar{y}$	Sy	$\overline{Sy}$	$Vy(\%)$
I.	1.060	0.240	0.080	22.65	2.90	0.156	0.052	5.39
II.	0.684	0.105	0.035	15.41	3.18	0.079	0.026	2.50
III.	0.574	0.111	0.037	19.29	3.51	0.110	0.037	3.14
IV.	0.775	0.101	0.034	13.10	3.09	0.052	0.017	1.69
V.	0.550	0.108	0.036	19.65	3.45	0.334	0.111	9.66
VI.	0.670	0.111	0.037	16.52	3.18	0.054	0.018	1.71
VII.	0.695	0.144	0.048	20.66	3.12	0.043	0.014	1.39
VIII.	0.610	0.115	0.038	18.79	3.40	0.231	0.077	6.80

$$x = e^{0.569^{-1}(3.012 - y)} \quad (2)$$

The statistical significance of the relationship studied is also at the same time a confirmation of the applicability of the Ellenberg indication values under the South Bohemian conditions. With respect to the known fact that the utility of the Ellenberg indication values decreases with the increasing continentality (Rychnovská et al., 1985; Moravec et al., 1994), it would also be useful to verify their applicability in other areas.

One of the important aspects when the bio-indication method is used, is the question of their sensitivity (Regal, 1964; Pronczuk, 1982).

It is possible to establish the bio-indication reaction sensitivity while using the stated regressive function (1) in the form of its first derivative:

$$\frac{dy}{dx} = -0.569 \cdot \frac{1}{x} \quad (3)$$

Considering the factual content of the first derivative it is then possible to mark it as a marginal indication value. It follows from the course of the marginal indication value that the sensitivity of the bio-indication reaction becomes relatively small, already from 0.80 to 1.00 m.

From the theoretical point of view it makes sense to pay attention to the bio-indication reaction delay which can be established by the second derivative of bio-indication function (1):

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 0.569 \cdot x^{-2} \quad (4)$$

The process of the stated relationship shows a fast decrease to the groundwater table depth of 0.7 to 0.9 m, which does not significantly change from thereon. From the process of marginal values (3, 4) it is shown that the sensitivity of the method used is 0.7 to 1 m,

with respect to the groundwater table. After that, it readily decreases.

The influence of the groundwater table on the grassland composition is subject to a large extent to capillary lift which depends mainly on the mechanical composition of the soil and also on other moisture balance elements of individual localities. It would therefore be important to pay attention to these studies also in other localities with different ecological conditions.

The research was supported by the Grant Agency of CR, Project GA 507/95/0717, Project GA 206/96/0169, and Project NA AR EP 096000 6208.

REFERENCES

- DYKJJOVÁ, D. et al.: Metody studia ekosystémů. Praha, Academia 1989. 690 pp.
- ELLENBERG, H.: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Stuttgart, Ludwigsburg, 1952. 428 pp.
- KLEČKA, A. – FABIAN, J. – KUNZ, E.: Picinářství v teorii a praxi. Praha, Čs. picin. Spol. 1938. 590 pp.
- MORAVEC, J. et al.: Fytocenologie. Praha, Academia 1994. 403 pp.
- PRONCZUK, J.: Podstawy ekologii rolniczej. Warszawa, Państw. Wydaw. Nauk. 1982. 348 pp.
- REGAL, V.: Příspěvek k ekologii deseti nejdůležitějších lučních trav. Rostl. Výr., 10, 1964 (3): 317–330.
- RIEDER, J.: Dauergrünland. München, BLV Verlagsgesell., Frankfurt am Main, DLG-Verlag, Münster-Hiltrup, Landwirtschaft.-Verlag, Wien, Österr. Agrar-Verlag, Bern, Verbandsdruck. 1983. 192 pp.
- RYCHNOVSKÁ, M. et al.: Ekologie lučních porostů. Praha, Academia 1985. 292 pp.
- SLAVÍKOVÁ, J.: Ekologie rostlin. Praha, SPN 1986. 366 pp.
- VESELÁ, M. et al.: Návod ke cvičení z picinářství. Praha, AF VŠZ 1994. 205 pp.

Received on May 21, 1998

Contact Address:

Doc. Ing. František Klimeš, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 24 56, fax: 038/403 01

Balík J., Tlustoš P., Pavlíková D., Száková J., Blahník R., Kaewrahn S.: Vliv čistírenských kalů na obsah zinku v půdě a rostlinách The effect of sewage sludge on zinc content in soil and plants	457
Balík J., Tlustoš P., Száková J., Blahník R.: Vliv aplikace čistírenských kalů na akumulaci rtuti v rostlinách The effect of sewage sludge application on the accumulation of mercury in plants	267
Balík J., Tlustoš P., Száková J., Pavlíková D., Balíková M., Blahník R.: Změny obsahu kadmia v rostlinách po aplikaci čistírenských kalů Variations of cadmium content in plants after sewage sludge application	449
Barančíková G.: Návrh účelové kategorizace poľnohospodárskych pôd Slovenska z hľadiska ich citlivosti k znečisteniu ťažkými kovmi The proposal of special classification of agricultural soils of Slovakia from a viewpoint of their sensibility to contamination by heavy metals	117
Bláha L., Haberle J., Svoboda P.: Predikce vlivu snížené hladiny živin na výnos odrůd ozimých obilnin Prediction of influence of low level of nutrients on the yield of cultivars of winter cereals	157
Capouchová I., Petr J., Škeřík J.: Zvláštnosti tvorby výnosu hybridních odrůd žita Peculiarities of yield formation of rye varieties	31
Dědič P., Ptáček J.: Možnosti diferenciace kmenového spektra viru Y bramboru (PVY) technikami polymerázové řetězové reakce (RT-PCR) Possibilities to differentiate the potato virus Y (PVY) strains by means of polymerase chain reaction (RT-PCR)	545
Dreiseitl A.: Výnos odrůdových směsí jarního ječmene Yield of variety mixtures of spring barley	149
Fecenko J., Ložek O.: Tvorba úrody zrna kukurice v závislosti od aplikovaných dávek zinku a jeho obsahu v půdě Maize grain yield formation in dependence on applied zinc doses and its content in soil	15
Fídl J., Soukup M.: Podíl odtoku z drenáží na velikosti povodňového průtoku The share of runoff from drainages in the size of flood discharge	237
Gaisler J., Fiala J., Spoustová B.: Změny botanického složení a výnosu v závislosti na typu travního porostu a hnojení The changes of botanical composition and yield in dependence on the type of grassland and fertilization	39
Gálová Z., Smolková H., Michalík I., Gregová E.: Predikcia pečárskej kvality zrna pšenice podľa elektroforetického spektra HMW gluteninových subjednotiek Prediction of breadmaking quality of wheat grain on the base of electrophoretic spectra of HMW glutenin subunits. ...	111
Havlíčková H., Moravcová J.: Sugar metabolism of winter wheat cultivars stressed by cereal aphids Metabolismus cukrů odrůd ozimé pšenice infestované obilními mšicemi	81
Havlíčková H., Šmetánková M.: Effect of potassium and magnesium fertilization on barley preference by the bird cherry oat-aphid <i>Rhopalosiphum padi</i> (L.) Vliv hnojení draslíkem a hořčíkem na potravní preferenci ječmene u mšice stěrmchové <i>Rhopalosiphum padi</i> (L.)	379
Hlušek J., Jůzl M., Zrůst J.: Obsah železa, manganu a mědi v hlízách velmi raných odrůd brambor Iron, manganese and copper content in tubers of very early potato varieties	1
Horáček V.: Eliminace viru S bramboru chemoterapií <i>in vitro</i> za použití ribavirinu Potato virus S eradication by chemotherapy <i>in vitro</i> using ribavirin	539
Jamříška P.: Účinek odrody a medziriadkovej vzdialenosti na úrodu semena láskavca (<i>Amaranthus</i> ssp.) The effect of variety and row spacing on seed yield of amaranth (<i>Amaranthus</i> ssp.)	71
Jamříška P.: Vplyv odrody a založenia porastu na vybrané ukazovatele kvality krmu lucerny The effect of variety and stand establishment on selected indicators of lucerne forage quality	353
Klimeš F., Bošina H., Ekert M., Mitas V.: Methodological aspects of bio-indication of grassland water regimen Metodologické aspekty bioindikace vodního režimu travních porostů	565

Kobes M., Šimek M.: Vliv travní komponenty na uplatnění jetele lučního v jetelotravní směsce The influence of grass species on the enforcement of red clover in mixture swards	177
Kohoutek A., Fojtík A., Horák J., Odstrčilová V., Novosadová P.: Vliv lyofilizovaných půdních výluhů na klíčivost, délku hypocotylu a kořene <i>Trifolium pratense</i> , cv. Vesna a <i>Festuca arundinacea</i> , cv. Kora The effect of lyophilized soil extracts on germination, length of hypocotyl and root of <i>Trifolium pratense</i> , cv. Vesna and <i>Festuca arundinacea</i> , cv. Kora	251
Kolář L., Ledvina R., Kužel S., Pašek J.: Vliv nadbytku dusíku ve výživě <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. na tvorbu jejich účinných látek The effect of nitrogen surplus in fertilizing rates applied to <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. on the production of its active substances	489
Kolář L., Ledvina R., Tichý R.: Omezení mobility kadmia v půdním roztoku selektivním sorbentem Limitation of cadmium mobility in soil solution with a selective sorbent	231
Kolník B., Zubal P.: Vplyv termínu výsevu, dusíkatého hnojenia a výsevu na úrodu jarnej repky (<i>Brassica napus</i> L.) Effect of sowing time, nitrogen fertilization, and sowing rate on yield of spring rape (<i>Brassica napus</i> L.)	163
Kopecký J., Slavík L., Ježek P.: Produkční účinnost kapkové závlahy chmele Production efficiency of trickle irrigation of hop	299
Kováč K.: Vplyv rôzneho obrábania pôdy a hnojenia na úrodu, kvalitu a odber živín pri cukrovej repe The effect of different soil cultivation and fertilization on yield, quality and uptake of nutrients in sugar beet	59
Kováč K.: Vplyv rôznej predplodiny, obrábania pôdy a hnojenia na výšku a štruktúru úrody a efektívnosť pestovania ozimnej pšenice The effect of forecrop, soil tillage and fertilization on the level and structure of yield and efficiency of winter wheat growing	133
Kovář P., Veselý R.: Použití modelů hydrologické bilance při revitalizaci malých povodí Implementation of water balance models when revitalizing small catchments	223
Kozák J., Borůvka L.: Species of Al ions as related to some characteristics of both agricultural and forest soils of the Šumava region Formy Al ionů ve vztahu k vybraným charakteristikám zemědělských a lesních půd Šumavy	419
Kozáková E., Kandrál J.: Štúdium foriem viazania vybraných ťažkých kovov v pôde karbonátového typu Study of selected heavy metals binding forms in carbonate-type soil	331
Králová M., Růžek P.: Denitrifikace v hnědozemi s minimálním zpracováním půdy Denitrification in orthic Luvisols with minimum soil treatment	403
Králová M., Růžek P.: Denitrifikace v hnědozemi v podmínkách omezeného zpracování půdy Denitrification in orthic Luvisols with a restricted tillage	437
Králová M., Růžek P., Krejčová J.: Denitrifikace v hnědozemi Denitrification in orthic Luvisol	25
Krofta K., Nesvadba V., Patzak J.: Utilization of wild hops testate for extension of genetic sources for breeding Využití testace planých chmelů k rozšíření genetických zdrojů pro šlechtění	313
Kubinec S.: Vplyv dusíkatého hnojenia a pesticidov na úrodu jarného jačmeňa Effects of nitrogen fertilization and pesticides on spring barley yield	19
Kučerová J., Kráčmar S., Pelikán M.: Aminokyselínové složení zrna jarního tritikale Amino acid composition of spring triticale grain	497
Kvítek T.: Evapotranspirace trvalých travních porostů v rozdílných pokusných režimech Evapotranspiration of permanent grasslands in different experimental regimes	193

Kvítek T., Klímová P., Šonka J.:	
Vliv mulčování na botanické složení a pokryvnost lučního porostu, evapotranspiraci a vlhkost půdy	
The effect of mulching on botanical composition and species representation in grassland, evapotranspiration and soil moisture content.	553
Lacko - Bartošová M., Košován Š.:	
Validation of EPIC model in prediction of crop yields at Nitra location	
Overenie modelu EPIC pre predikciu úrod poľnohospodárskych plodín v lokalite Nitra	77
Liczner S.E., Hanes J., Libant V.:	
Applications of the scanning electron microscopy and the microanalysis (SEM-EDXRA) in the study of microconcretions in stagnogleyic luvisol (in English)	
Využitie skenovacieho elektrónového mikroskopu a mikrosondy (SEM-EDXRA) pri štúdiu mikrokonkrecií v luvisemi pseudoglejovej	281
Martinková Z., Honěk A.:	
Competition between maize and barnyard grass (<i>Echinochloa crus-galli</i>) at different moisture regime	
Konkurence mezi kukuricí a ježatkou kuří nohou (<i>Echinochloa crus-galli</i>) při různém vláhovém režimu	65
Masarovičová E., Holubová M.:	
Effect of copper on growth and chlorophyll content of some herbs	
Vplyv medi na rast a obsah chlorofylov u niektorých druhov bylín.	261
Menkov N., Kochev Y.:	
Monolayer moisture content of seeds of several tobacco varieties	
Sorpční vlastnosti osiva vybraných odrůd tabáků.	529
Michalová A., Dotlačil L., Čejka L.:	
Evaluation of common buckwheat cultivars	
Hodnocení odrůd pohanky seté	361
Míka V., Kohoutek A., Beran S.:	
Kvalita trav při zastínění porostu	
Grass quality at shading of the stand	431
Míka V., Kohoutek A., Pozdíšek J., Smítal F., Nerušil P.:	
Index negativního působení fenolů (IANP) a jeho predikce v lučních rostlinách pomocí spektroskopie v blízké infračervené oblasti (NIRS)	
Index of negative action of phenols (IANP) and its prediction in meadow plants using spectroscopy in near infrared region (NIRS)	561
Míka V., Kohoutek A., Pozdíšek J., Smrž J., Beran S.:	
Vliv některých fyzikálních vlastností trav a jetelovin na příjem píče zvířetem	
The effect of some physical properties of grasses and clover crops on intake of forage by animal	347
Míka V., Smítal F., Nerušil P.:	
Predikce botanického složení travních porostů pomocí spektroskopie v blízké infračervené oblasti (NIRS)	
Prediction of botanical composition of grasslands using spectroscopy in near infrared region (NIRS)	245
Múdry P., Juráček L., Gáborčík N.:	
Polymorphism of selected isoenzymes in evaluation of identity and homogeneity of chickpea and vetchling genotypes	
Polymorfizmus vybraných izoenzymov v hodnotení identity a homogeneity genotypov cícera a hrachora.	103
Muchová Z., Frančáková H., Slamka P.:	
Vplyv obrábania pôdy a hnojenia na kvalitu cukrovej repy	
Effect of soil cultivation and fertilization on sugar beet root quality	167
Němeček J., Podlešáková E., Macurová H.:	
Indikace zátěží půd rizikovými prvky pomocí mikrobiologických a biochemických metod	
Indication of soil pollution by microbiological and biochemical methods.	409
Němeček J., Podlešáková E., Pastuszková M.:	
Použití sekvenční analýzy ke stanovení vazeb stopových prvků v půdách	
Use of the sequential analysis for the assessment of trace elements bonds in soils	203
Nesvadba V., Beránek F., Krofta K.:	
The evaluation of yield and alpha-bitter acid content in selected hop varieties	
Hodnocení výnosu a obsahu alfa-hořkých kyselin u vybraných odrůd chmele.	305
Novák J.:	
Zmeny trávneho porastu po príseve miešanky s prevahou hodnotných bylín	
Changes in grassland after additional sowing of grass mixture with dominance of valuable herbs	123
Ondříšek P., Gábriš L., Bielek P.:	
Vyplavovanie dusíka z pôdy a hnojiva v poľných lyzimetrických pokusoch	
Leaching of nitrogen from soil and fertilizer in field lysimetric trials	173

Pavlů V., Velich J.:	
Kvalita pastevní píce při rotační a kontinuální pastvě jalovic	
The quality of pasture forage under rotational and continual grazing of heifers	287
Pelikán J.:	
Evaluation of performance in a collection of <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth. varieties	
Zhodnocení výkonnosti sortimentu odrůd svazenky vrtičolisté (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)	275
Pelikán M., Hrubý J., Badalíková B., Kučerová J.:	
Výnos a technologická jakost jarního tritikale	
Yields and technological quality of spring triticale	337
Podlešáková E., Němeček J., Vácha R.:	
Možnosti remediací zemědělských půd	
Remediation needs of agriculturally used soils	209
Pokorný E., Prax A., Denešová O.:	
Bilance makroprvků v zemědělsky intenzivně využívaném povodí řeky Rusavy	
Balance of macroelements in the Rusava river watershed intensively used by agriculture	503
Pospíšilová L., Laštincová J.:	
Stanovení některých mikroelementů v půdě metodou ICP-AES	
Determination of some trace elements in soil using ICP-AES method	427
Rec O., Starý M.:	
Simulační model vodohospodářské soustavy s optimalizací řízení odtoků vody z nádrží ve vztahu ke kvalitě vody v říční síti	
Simulation model of water-management system with optimization of water runoff control from reservoirs in relation to water quality in river system	517
Rímovský K., Bauer F., Boháček Z., Linhartová M., Toul J.:	
Vliv hnojení kejdou prasat na zvýšení biodegradace ropných produktů v půdě	
Effect of pig slurry on increase of biodegradation of petroleum products in soil	325
Slavík L., Kopecký J.:	
Influence of economical irrigation on the yield and quality of hops	
Vliv úsporných závlah na výnos a kvalitu chmele	293
Svobodová M., Santrůček J.:	
Vliv alginátového preparátu S-90 na vzházení vybraných druhů trav	
The effect of alginate preparation S-90 on emergence of selected grass species	525
Šimek M.:	
Denitrifikace v půdě – terminologie a metodologie (studie)	
Denitrification in soil – terminology and methodology (review)	385
Šimek M.:	
Vliv hnojení a půdních vlastností na denitrifikaci ve vybraných orných půdách ČR	
Influence of fertilization and soil properties on denitrification in some arable lands in the Czech Republic	395
Šimon T., Mikanová O., Kubát J.:	
The effect of addition of inorganic Ni and As compounds on the growth of radish and activities of soil microorganisms	
Vliv přidavku anorganických sloučenin Ni a As na růst ředkvičky a aktivitu mikroorganismů v půdě	187
Škoda V., Bureš R.:	
Vliv různých způsobů založení porostu kukuřice na výnos zrna a půdní vlastnosti	
The effect of different ways of maize stand establishment on grain yield and soil properties	51
Škrobáková E.:	
Vplyv preemergentného ošetrenia herbicidmi na úrodu cícera baranieho (<i>Cicer arietinum</i> L.)	
The effect of preemergence treatment with herbicides on yield of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.)	183
Špunarová M., Prokeš J.:	
Jakost sladu v závislosti na odrůdě, ročníku a technologii sladování u jarního ječmene	
Malting quality in dependence on genotype, year and malting technology in spring barley	45
Tlustoš P., Balík J., Száková J., Pavlíková D.:	
Akumulace arzenu v ředkvičce po přidavku vybraných forem As do půdy	
The accumulation of arsenic in radish biomass when different forms of As were applied in the soil	7
Tlustoš P., Pavlíková D., Balík J., Száková J., Hanč A., Balíková M.:	
Příjem a distribuce arzenu a kadmia rostlinami	
The accumulation of arsenic and cadmium in plants and their distribution	463
Trávník K., Vaněk V., Němeček R., Petrášek K.:	
Vliv dlouhodobého hnojení a vápnění na pH půdy a výnosy plodin	
The effect of long-term fertilizing and liming on soil pH and crop yields	471

Vaculová K., Heger J.: Krmná kvalita zrna jarního a ozimého ječmene Feeding value of spring and winter barley grain	369
Ustak S., Váňa J.: Transfer rizikových prvků z kontaminované půdy do vybraných energetických rostlin Hazardous element transfer from contaminated soils to selected energy plants	477
Vokál B., Čepel J., Břečka J., Honzík I.: Reakce vybraných odrůd brambor na krájení sadby Reaction of selected potato varieties to cut the planting material	141
Wittlingerová Z., Kříž L.: The effect of anthropogenic activities on the chemical properties of groundwaters Vliv antropogenní činnosti na chemické složení podzemních vod	321
Zavřil J.: Inundace Labe – zdroj xenobiotických látek v půdě Inundation of the Labe river – a source of xenobiotic substances in soil	217
Zbiral J., Němec P.: Porovnání některých metod pro stanovení mědi, zinku, manganu a železa v půdách Comparison of some methods for determination of copper, zinc, manganese and iron in soils	443
Zrůst J., Henslová M.: Vliv benzolinonu na tvorbu bramborových hlíz The effect of benzolinon on potato tuber formation	533
Zukalová H., Vašák J.: Přírodní antioxidanty v semeni ozimé řepky (<i>Brassica napus</i> L.). Natural antioxidants in winter rape (<i>Brassica napus</i> L.) seed	97
Žalud Z., Rožnovský J.: Parametrizace a verifikace modelu MACROS pro kukurici Parametrizing and verification of the MACROS model for maize	509
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORT	
Tóth Š.: Trend vybraných klimatických charakteristik na Východoslovenskej nížine The trend of selected climatic characteristics in the East Slovak Lowland	89
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Houba M., Královec J., Staňa J.: Poznatky z činnosti VDLUFA – Svazu německých zemědělských zkušebních a výzkumných ústavů	243
Javůrek M.: 14. konference ISTRO	236
Královec J., Ševčíková M.: Mezinárodní sympozium Evropské lůkařské federace v Polsku	70
Michalík I.: Osemdesiatiny akademika Emila Špaldona	266
Míka V.: 8. Mezinárodní konference o NIR spektroskopii	14
Moudrý J.: 16. konference ICC: Obilnářská věda – její příspěvek ke zdraví a prosperitě 16th Conference ICC: Cereal science – its contribution to health and well-being	496
Pelikán J., Zapletalová I.: Nové metody a poznatky využívané při dokumentaci a charakterizaci genetických zdrojů	182
Petr J.: Nedožitých sto let prof. Ing. Dr. Emila Kunze, DrSc.	470
Vokál B.: 75 let bramborářského výzkumu	552
Zahradníček J.: Konference o jakosti rostlinných produktů	242
Zahradníček J.: XIX. xenobiochemické sympozium	378
NEKROLOG	
Křen J. a kol.: Za prof. Ing. Jaroslavem Krejčířem, DrSc.	156

RECENZE – REVIEW

Barták M.:		
S. H. Wittwer: Food, climate, and carbon dioxide. The global environment and world food production		304
Cagaš B.:		
L. E. Moser, D. R. Buxton, M. D. Casler (eds): Cool-season forage grasses		202
Čiamporová M.:		
S. Procházka, J. Šebánek a kol.: Regulátory rostlinného růstu		502
Mikula P.:		
B. Webb (ed.): Freshwater contamination (Znečištění vod)		230
Wittlingerová Z.:		
Sborník ze zasedání vědecké komise I.H.G.C. v Žatci		
Proceedings from the meeting of scientific commission of I.H.G.C. at Žatec		298
Wittlingerová Z.:		
Sborník z mezinárodní konference <i>Odpady Praha '97</i>		
Proceedings from an international conference <i>Wastes Prague '97</i>		486
Zahradníček J.:		
J. A. Cowan (ed.): The biological chemistry of magnesium (Biologie a chemie hořčíku)		384

REJSTŘÍK VĚCNÝ

Abiotické stresy

- selekční ukazatel; predikce výnosu; ozimé obilniny; odrůdy; nízká hladina živin 157

Aleopatie

- půdní výluhy; travní porosty; pásové přesevy; klíčivost; délka hypokotyla a kořenů 251

Alfa-hořké kyseliny

- chmel; genofond; vybrané odrůdy; stáří rostlin 305

Alginátový preparát S-90

- travní druhy; vzcházejivost; vliv 525

Aminokyseliny

- esenciální aminokyseliny; jarní tritikale; zmo 497

Antinutriční látky

- luční rostliny; IANP; trávení vlákniny 561

Arzen

- formy; půda; ředkvička; výnos; distribuce As 7
- koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor; oves; špenát; ředkvička; mrkev; fazol 463
- přídavek As; ředkvička; růst; půdní mikroorganismy; vliv 187

Asteraceae

- *E. purpurea*; účinné látky; hnojení N 489

Atmosférické srážky

- kvalita srážek; průmyslové emise; kvalita podzemních vod; aglomerace Hradec Králové – Pardubice 321

Benzolinon (Rastim 30 DKV)

- bramborové hlízy; tvorba; vliv benzolinonu 533

Bilanční testy in vivo

- krmná kvalita zrna; ječmen; testace; biologické pokusy 369

Biodegradace

- kontaminace půd; ropné produkty; kejda prasat; hnojení; vliv 325

Biochemické metody

- testování zatěží půd; rizikové prvky Cd, Cu, Ni, Zn 409

Bioindikace

- vodní režim; travní porosty; bioindikační metody; citlivost³ metod 565

Biomasa

- celková biomasa; kukuřice; ježatka kuří noha; vláhvový režim 65
- kvalita biomasy; svazka vratičolistá; vliv odrůd 275

Botanické složení

- predikce; spektroskopie; NIRS 245
- travní porost; změny botanického složení 553
- vliv mulčování 39
- závislost; typ porostu a hnojení 39

Brambory

- hlízy; počet; hmotnost; škrob; sušina; dusičnany; vliv benzolinonu 533
- odrůdy; krájení sadby; výnos; počet stonků; sušina hlíz; skládkové choroby 141
- PVS; eradikace; chemoterapie in vitro; ribavirin 539
- PVY; detekce; kmenová diferenciace; biotest; sérotypizace; RT-PCR 545
- velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; obsah Fe, Mn, Cu 1

Cizrna beraní (Cicer arietinum L.)

- genotypy; identita; homogenita; hodnocení 103
- herbicidy; preemergentní ošetření; výnos semene; hmotnost 1000 semen; vliv ošetření 183

Cukernatost

- cukrovka; zpracování půdy; hnojení; vliv 167

Cukrovka

- zpracování půdy; hnojení; výnosy; kvalita; odběr živin 59, 167

Cukry

- cukry ve vodě rozpustné; metabolismus; ozimá pšenice; odrůdy; obilní mšice 81

Česká republika (ČR)

- orné půdy; denitrifikace; denitrifikační kapacita; hnojení; půdní vlastnosti; vliv 395

Čistírenské kaly

- kontaminace půd; fyto-remediace; rizikové prvky; energetické rostliny 477
- vliv aplikace; akumulace prvků
 - Cd; rostliny 449
 - Hg; rostliny 267
 - Zn; půda; rostliny 457

Denitrifikace

- denitrifikace v půdě; redukce dusičnanů; oxid dusný; metody; terminologie; regulační faktory; ekologie 385
- hnědozem; dusičnany; oxid dusný; extrahovatelný Cox; redox potenciál 25, 403, 437
- hnojení; půdní vlastnosti; vliv na denitrifikaci; orné půdy; ČR 395

Dobrovolný příjem sušiny (VI)

- predikce; NIRS; trávy; jeteloviny; fyzikální vlastnosti; vliv 347

Dotace podpovrchových vod

- malé vodní toky; revitalizace; scénářové simulace 223

Draslík

- hnojení; jarní ječmen; potravinová preference; mšice střemchová; vliv hnojení 379

Druhá diverzita

- travní porost; příměs směsi; hodnotné byliny; změny travního porostu 123

Dusičnany

- denitrifikace; hnědozem; oxid dusný; redox potenciál 25, 403, 437
- kejda prasat; hnojení; obsah dusičnanů v půdě 325
- obsah dusičnanů; brambory; hlíza; benzolinon; vliv benzolinonu 533
- redukce dusičnanů; denitrifikace v půdě; metody; terminologie 385

Dusík

- fixace N₂; jetelotrávní směsi 177
- hnojení N 1, 19, 51, 163, 489, 497
- N látky; zmo 497
- jarní tritikale 15
- kukuřice 173
- vyplavování N z půdy a hnojiva; lyzimetry 173

Echinacea purpurea (L.) Moench.

- účinné látky; hnojení N 489

Ekologie

- denitrifikace; redukce dusičnanů; oxid dusný; metody; terminologie 385

Elektroforéza

- analýza polymorfismu; izoenzymy; genotypy; cizrna beraní; hrachor setý 103
- gluteninové bílkoviny; zrna pšenice; pekařská kvalita; predikce 111

ELISA

- eliminace viru S bramboru; chemoterapie in vitro 539

Emise

- průmyslové emise; atmosférické srážky; kvalita podzemních vod; aglomerace Hradec Králové – Pardubice 321

Evapotranspirace (ET)

- luční porost; vliv mulčování 553
- trvalé travní porosty; vláhvový režim; využití půdy; úhor; mulčování; lyzimetry 193

Extrahovatelný Cox

- denitrifikace; hnědozem; dusičnany; oxid dusný; redox potenciál 25, 403

Faktorová analýza

- toxické formy Al; frakcionace Al; obsah Al v půdním výluhu; zemědělské a lesní půdy; Šumava 419

Fazol

- As; Cd; koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor 463

Fenoly

- fenolické sloučeniny; přírodní antioxidanty; stanovení; ozimá řepka; semeno 97
- rostlinné fenoly; IANP; predikce; NIRS; luční rostliny 561

Festuca arundinacea, cv. Kora

- klíčivost; délka hypokotylu; délka kořene; lyofilizované půdní výluhy; vliv 251

Floristická skupina

- travní porost; přívěs směsi; hodnotné byliny; změny travního porostu 123

Fyzikální vlastnosti

- trávy; jeteloviny; příjem píce zvířetím; vliv 347

Genetické zdroje

- pohanka setá; odrůdy; hodnocení 361
- šlechtění chmele; planý chmel; testace; využití 313

Genofond

- chmel; vybrané odrůdy; výnos; alfa-hořké kyseliny 305

Genotypy

- cizma beraní; hrachor setý
- polymorfismus; izoenzymy; identita a homogenita genotypů; hodnocení 103

Glu-hodnocení

- pšenice; odrůdy; pekařská kvalita; elektroforéza 111

Habitus rostlin

- chmel; účinnost závlahové vody 293, 299

Herbicide

- preemergentní ošetření; cizma beraní; výnos semene; vliv 183

Hliník

- toxické formy Al; frakcionace Al; obsah Al v půdním výluhu; zemědělské a lesní půdy; Šumava 419

Hlíza

- brambor; počet a hmotnost hlíz; obsah škrobu; procento sušiny; obsah dusičnanů; vliv benzozinonu 533

Hmotnost 1000 semen (HTS)

- cizma beraní; herbicide; preemergentní ošetření; vliv 183
- laskavec; odrůda; mezifádková vzdálenost; výnos semene; vliv 71

Hnědozem

- denitrifikace; dusičnany; oxid dusný; extrahovatelný Cox; redox potenciál 25, 403, 437

Hnojení

- draslík
- jarní ječmen
- potravní preference; mšice střemchová *Rhopalosiphum padi* (L.); vhodnost; rezistence 379

Dusík

- brambory; velmi rané odrůdy
- hlízy; obsah Fe, Mn, Cu 1
- *E. purpurea*

Účinné látky

- jarní ječmen
- výnosy zrna 19
- jarní řepka

Výnos semene

- výnos semene 163
- jarní tritikale

- výnos zrna; technologická jakost 337
- zrna; aminokyselinové složení 497

Kukuřice

- výnos zrna; půdní vlastnosti 51

Hněj

- různé plodiny

- výnosy; pH půdy 471

Hořčák

- jarní ječmen
- potravní preference; mšice střemchová *Rhopalosiphum padi* (L.); vhodnost; rezistence 379

Kejda prasat

- biodegradace; ropné produkty v půdě; vliv hnojení 325

N + Zn

- kukuřice

- výnos zrna; obsah N látek 15

NPK

- různé plodiny

- výnosy; pH půdy 471

Úroveň hnojení

- ozimá pšenice; výnosy; ekonomická efektivnost 133

- ozimé obilniny; odrůdy; predikce výnosu 157

- travní porosty; botanické složení; výnosy 39

- varianty hnojení

- organické; průmyslové; cukrovka; technologická kvalita 167

- vliv hnojení

- denitrifikace; orné půdy; ČR 395

- dlouhodobé hnojení; pH půdy; výnosy plodin 471

Hnojiva

- průmyslová hnojiva; dlouhodobé hnojení; různé plodiny;

- výnosy; pH půdy; vliv 471

- vyplavování hnojiv; půda; lyzimetrie 173

Hněj

- dlouhodobé hnojení; pH půdy; výnosy plodin; vliv 471

- remediace zemědělských půd; imobilizace stopových prvků 209

Hořčák

- hnojení; jarní ječmen; potravní preference; mšice střemchová; vliv hnojení 379

Hrachor setý

- genotypy; identita; homogenita; hodnocení 103

Humus

- kategorizace půd; kontaminace; těžké kovy; SR 117

Hydrologická bilance

- modely; malé vodní toky; revitalizace 223

Hypokotyl

- délka hypokotylu; *Trifolium pratense*; *Festuca arundinacea*; lyofilizované půdní výluhy; vliv 251

Chemoterapie in vitro

- PVS; eradikace; ribavirin 539

Chlorofyl

- rostliny; tolerantní a citlivé populace; vliv Cu 261

Chmel

- genofond; vybrané odrůdy; výnos; alfa-hořké kyseliny; stabilita; stáří rostlin 305

- šlechtění chmele; žatecký poloraný červeňák; planý chmel;

- testace; morfologický popis; peronospora chmelová 313

- výnos; kvalita; úsporné závlahy; vliv 293, 299

Chmelové pryskyřice

- planý chmel; žatecký poloraný červeňák; testace; šlechtění chmele 313

Chmelové sílice

- planý chmel; žatecký poloraný červeňák; testace; šlechtění chmele 313

Index listové plochy

- kukuřice; model MACROS; verifikace; parametrizace 509

Index negativního působení fenolu (IANP)

- predikce; luční rostliny; NIRS 561

Integrovaná soustava pěstování

- cukrovka; technologická kvalita; vliv 167

Isoenzymy

- genotypy; identita; homogenita; hodnocení; cizma beraní; hrachor setý 103

Jalovice	
– rotační a kontinuální pastva; pastevní píče; kvalita	287
Jarní tritíkale	
– výnos zrna; mlynářská jakost; pekařská jakost; hnojení N; zpracování půdy	337
– zmo; aminokyselinové složení; hnojení N	497
Ječmen	
– jarní ječmen	
– hnojení K a Mg; potravní preference ječmene; mšice střemchová <i>Rhopalosiphum padi</i> (L.)	379
– hnojení N; pesticidy; výnosy zrna; vliv	19
– nutriční složení; krnná kvalita zrna; bilanční testy <i>in vivo</i> ; laboratorní potkan; typy; difference; korelace	369
– odrůdové směsi; padlí travní; specifická odolnost; výnos	149
– sladovníká jakost; odrůda; kvalitativní parametry; ročník; technologie skladování	45
– ozimý ječmen	
– nutriční složení; krnná kvalita zrna; bilanční testy <i>in vivo</i> ; laboratorní potkan; typy; difference; korelace	369
Jetel luční	
– uplatnění; jetelotavní směska; travní komponenta; vliv	177
Jetelotavní směsky	
– agrobotanické rozbor; spektroskopie; NIRS	245
– fyzikální vlastnosti; příjem píče zvířetem; predikce; NIRS; korelace	347
– jetel luční; uplatnění; travní komponenty; vliv	177
Ježatka kuří noha [Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.]	
– kukuřice; zaplevelení; konkurence; různý vláhvový režim; růst rostlin	65
Jilová frakce	
– kategorizace půd; kontaminace; těžké kovy; SR	117
Kadmium	
– čistírenské kaly; aplikace; obsah Cd v rostlinách; půdní výluhy	449
– formy speciace; karbonátová černozem	331
– koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor; oves; špenát; ředkvička; mrkev; fazol	463
– půdní roztok; omezení mobility Cd; selektivní sorbent	231
– testování zátěží půd; mikrobiologické metody; biochemické metody	409
Kapková závlaha	
– chmel; výnos a kvalita; účinnost závlahové vody	293, 299
Karbonátová černozem	
– těžké kovy Cu, Pb, Cd, Ni; formy speciace	331
Kejda prasat	
– hnojení; kontaminace půdy; ropné produkty; biodegradace	325
Klíčivost	
– <i>Trifolium pratense</i> ; <i>Festuca arundinacea</i> ; lyofilizované půdní výluhy; vliv	251
Klimatické charakteristiky	
– průměrná teplota vzduchu; suma teplot; úhrn a intenzita srážek; hydrotermický koeficient; Východoslovenská nížina; SR	89
Kmenová diferenciac	
– virus Y bramboru; detekce; sérotypizace; RT-PCR	545
Kompost	
– remediace zemědělských půd; imobilizace stopových prvků	209
Kontaminace	
– půdy	
– inundace Labe; xenobiotické látky v půdě; rizikové prvky	217
– kejda prasat; hnojení; ropné produkty; biodegradace	325
– remediace; imobilizace stopových prvků; vápnění; organické látky	209
– rizikové prvky; transfer; energetické rostliny	477
– zemědělské půdy; těžké kovy; půdní pH; humus; kategorizace půd; SR	117
Kořenový systém	
– biomasa kořenů; jetelotavní směsi; jetel luční; uplatnění ve směsích; fixace N ₂ ; množství hlízek	177

– délka kořene; <i>Trifolium pratense</i> ; <i>Festuca arundinacea</i> ; lyofilizované půdní výluhy; vliv	251
– hmotnost kořenů; podíl hmoty přidělované do kořenů; kukuřice; ježatka kuří noha	65
– selekční ukazatel; predikce výnosu; ozimé obilniny; odrůdy; nízká hladina živin	157
Krájení sadby	
– brambory; odrůdy; výnos; počet stonků; sušina hlíz; skládkové choroby	141
Krnná kvalita zrna	
– ječmen; nutriční složení; bilanční testy <i>in vivo</i> ; laboratorní potkan; typy; difference; korelace	369
Kukuřice	
– ježatka kuří noha; zaplevelení; konkurence; různý vláhvový režim; růst rostlin	65
– výnosy zrna	
– model MACROS; verifikace; parametrizace	509
– N látky; resorpce živin; dávky Zn; obsah Zn v půdě	15
– orba; kypření; bez zpracování půdy; hnojení N; vliv	51
Kvalita vody	
– říční síť; vodohospodářská soustava; simulační model; nádrže; přítoky a odtoky vody	517
Laboratorní potkan	
– krnná kvalita zrna; ječmen; testace; biologické pokusy	369
Laskavec (<i>Amaranthus</i> ssp.)	
– druhy; odrůdy; mezirádková vzdálenost; výnos semene; hustota a výška porostu; hmotnost 1000 semen	71
Latentní viroid chmele (HLVD)	
– chmel; šlechtění; genetické zdroje; testace planých chmelů	313
Lesní půdy	
– toxické formy Al; frakcionace Al; faktorová analýza; Šumava	419
Luční rostliny	
– IANP; predikce; spektroskopie NIR; kvalita píče; antinutriční látky	561
Luvizem pseudoglejová	
– skanovací elektronový mikroskop; mikrosonda; mikrokonkrece	281
Lyofilizace	
– půdní výluhy; travní druhy; klíčivost; délka hypokotylu a kořenů	251
Lyzimetry	
– evapotranspirace; trvalé travní porosty; vláhvový režim; úhor; mulčování	193, 553
– vyplavování N; půda; hnojivo	173
Makroprvky	
– srážkové vody; sezonní dynamika; trendy koncentrace; plošný odnos; feka Rusava; povodí; zemědělské využití	503
Malé vodní toky	
– revitalizace; hydrologická bilance; scénářové simulace; model WBCM	223
Mangan	
– brambory; velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; obsah Mn	1
– celkový obsah v půdě; stanovení	
– metoda DTPA	443
– metoda ICP-AES	427
– metoda Mehlich III	443
Měď	
– brambory; velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; obsah Cu	1
– celkový obsah v půdě; stanovení	
– metoda DTPA	443
– metoda ICP-AES	427
– metoda Mehlich III	443
– formy speciace; karbonátová černozem	331
– rostliny; toleranci a citlivé populace; obsah chlorofylu; vliv Cu	261
– testování zátěží půd; mikrobiologické metody; biochemické metody	409

Melasotvorné složky	
– cukrovka; zpracování půdy; hnojení; vliv	167
Metodologie	
– denitrifikace v půdě; studie; soudobé poznatky	385
– metodologické aspekty; bioindikace; vodní režim; travní porosty	565
Metody	
– stanovení mikroelementů v půdě	
– DTPA; Cu; Zn; Mn; Fe	443
– ICP-AES; Cu; Zn; Mn; Mo; V	427
– Mehlich III; Cu; Zn; Mn; Fe	443
– testování zátěží půd; rizikové prvky	
– biochemické metody	409
– mikrobiologické metody	409
Meziřádková vzdálenost	
– laskavec; výnos semen; vliv	71
Mikrobiologické metody	
– testování zátěží půd; rizikové prvky Cd, Cu, Ni, Zn	409
Mikrokonkrece	
– luviem pseudoglejová; skanovací elektronový mikroskop; mikrosonda; využití	281
Mikrosonda	
– využití; luviem pseudoglejová; mikrokonkrece	281
Mlýnářská jakost	
– jarní tritikale; hnojení N; zpracování půdy; vliv	337
Model EPIC	
– simulace výnosů plodin; verifikace modelu; lokalita Nitra; SR	77
Model MACROS	
– kukuřice; verifikace; parametrizace; výnos; index listové plochy	509
Molybden	
– celkový obsah v půdě; stanovení; metoda ICP-AES	427
Morfologie rostliny	
– trávy; zastínění porostu	431
Mrkev	
– As; Cd; koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor	463
Mšice střemchová [<i>Rhopalosiphum padi</i> (L.)]	
– jarní ječmen; potravní preference; hnojení K a Mg; vliv	379
Mulčování	
– luční porost; botanické složení; pokryvnost; evapotranspirace; vlhkost půdy	553
– trvalé travní porosty; evapotranspirace; vláhvový režim	193
Náhodná amplifikace polymorfni DNA (RAPD)	
– chmel; šlechtění; genetické zdroje; testace planých chmelů	313
Nikl	
– formy speciace; karbonátová černozem	331
– přísadka Ni; ředkvička; růst; půdní mikroorganismy; vliv Ni	187
– testování zátěží půd; mikrobiologické metody; biochemické metody	409
Obilniny	
– hnojení	15, 19, 51, 133, 157, 337, 379, 497
– jakostní ukazatele	45, 111, 337, 369
– jarní tritikale	337, 497
– ječmen	19, 45, 149, 369, 379
– kukuřice	15, 51, 509
– model MACROS	509
– odrůdy	31, 45, 81, 111, 149, 157, 369
– ozimé obilniny	157
– pšenice	81, 111, 133
– škůdci	81, 379
– výnosy	15, 19, 31, 51, 133, 149, 337, 509
– zpracování půdy	337
– zrna; aminokyselinové složení	497
– žito	31
Obilní mšice (<i>Metopolophium dirhodum</i>, <i>Rhopalosiphum padi</i>, <i>Sitobion avenae</i>)	
– odrůdy ozimé pšenice; napadení; metabolismus cukrů	81

Odrůdy	
– brambory	
– velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; obsah Fe, Mn, Cu	1
– vybrané odrůdy; krájení sadby; reakce	141
– chmel	
– vybrané odrůdy; výnos; alfa-hořké kyseliny	305
– ječmen	
– jarní	
– nutriční složení; krmná kvalita zrna	369
– odrůdové směsi; výnos	149
– sladovnická jakost; kvalitativní parametry	45
– ozimý	
– nutriční složení; krmná kvalita zrna	369
– laskavec	
– výnos semene; vliv odrůd	71
– ozimá pšenice	
– obilní mšice; metabolismus cukrů; vliv mšic	81
– pekařská kvalita zrna; hodnocení	111
– ozimé obilniny	
– nízká hladina živin; predikce výnosu	157
– pohanka setá	
– hodnocení odrůd; genetické zdroje; variabilita; kvalita	361
– svazanka vratičolistá	
– výnos zelené hmoty, sušiny, semen; počátek kvetení; kvalita biomasy; vliv odrůd	275
– tabák	
– osivo; vlhkost semen; rovnice BET; rovnice GAB	529
– vojtěška	
– kvalita píce; vliv odrůd	353
– žito	
– hybridní odrůdy; populační odrůdy; tvorba výnosu	31
Odvodnění	
– specifický drenážní odtok; maximální specifický povrchový odtok; povodňový průtok	237
Olovo	
– formy speciace; karbonátová černozem	331
Organické xenobiotické látky (OXL)	
– kontaminace půd; inundovaná a neinundovaná půda; řeka Labe	217
Orné půdy	
– denitrifikace; denitrifikační kapacita; hnojení; půdní vlastnosti; vliv; CR	395
Osivo	
– tabák; odrůdy; vlhkost semen; rovnice BET; rovnice GAB	529
– travní druhy; vzcháživost; alginátový preparát S-90; vliv	525
Oves	
– As; Cd; koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor	463
Oxid dusný	
– denitrifikace	
– denitrifikace v půdě; metody; terminologie	385
– hnědozem; dusičnany	25, 403, 437
– hnojení; půdní vlastnosti; vliv na denitrifikaci	395
Ozimé obilniny	
– odrůdy; nízká hladina živin; predikce výnosu; selekce; kořenový systém; abiotické stresy	157
Padlí travní	
– <i>Hordeum vulgare</i> ; <i>Erysiphe (Blumeria) graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ; specifická odolnost; jarní ječmen; odrůdy; výnos	149
Pastevní systém	
– rotační; kontinuální; jalovice; pastevní píce; kvalita	287
Pekařská jakost	
– jarní tritikale; hnojení N; zpracování půdy; vliv	337
– zrna pšenice; gluteninové bílkoviny; predikce	111
Peronospora chmelová	
– žatecký poloraný červeňák; planý chmel; výskyt	313
Pesticidy	
– zaplevelení; jarní ječmen; výnosy; vliv pesticidů	19
Picinny	
– agrobotanické rozborby; spektroskopie; NIRS	245

Planý chmel	
– testace; morfologický popis; chmelové pryskyřice; chmelové silice; peronospora chmelová; šlechtění chmele	313
Počátek kvetení	
– svazanka vratičolistá; odrůdy; vliv	275
Počet stonků	
– brambory; odrůdy; krájení sadby; vliv	141
Podzemní vody	
– chemické složení; emise; atmosférické srážky; aglomerace Hradec Králové – Pardubice	321
Pohanka setá	
– odrůdy; hodnocení; genetické zdroje; variabilita; kvalita	361
Pokryvnost	
– luční porost; změny pokryvnosti; vliv mulčování	553
Polní vzházivost	
– ozimá pšenice; výnos; vliv vzházivosti	133
– travní druhy; alginátový preparát S-90; vliv na vzházivost	525
Polymerázová řetězová reakce (RT-PCR)	
– brambory; PVY; detekce; kmenová diferenciace; biotest	545
– chmel; šlechtění; genetické zdroje; testace planých chmelů	313
Polymorfismus	
– genotypy; identita; homogenita; hodnocení; cizma beraní; hrachor setý	103
Porost	
– hustota a výška porostu; laskavec; odrůdy; mezirádková vzdálenost; vliv	71
– založení porostu; vojtěška; kvalita píče; vliv založení porostu	353
– zastínění porostu; trávy; výnos; kvalita píče; morfologie rostliny	431
Povodňový průtok	
– specifický drenážní odtok; podíl na velikosti povodňového průtoku	237
Povrchový odtok	
– malé vodní toky; revitalizace; scénářové simulace	223
Předplodina	
– ozimá pšenice; výnosy; ekonomická efektivnost; vliv předplodiny	133
Přírodní antioxidanty	
– ozimá řepka; semeno; tokoferoly; fenolické sloučeniny	97
Přísev	
– bezorebné přísevy; travní porost; botanické složení; změny pásové přísevy; travní porosty; lyofilizované půdní výluhy; alelopatie; délka hypokotylu a kořenů; klíčivost	251
– směska; hodnotné byliny; druhová diverzita; změny travního porostu	123
Pšenice	
– ozimá	
– metabolismus cukrů; obilní mšice; vliv	81
– pekařská kvalita zrna; predikce; elektroforéza	111
– předplodina; zpracování půdy; hnojení; ekonomická efektivnost; vliv	133
Půda	
– denitrifikace v půdě	5, 385, 395, 403, 437
– kontaminace půd	117, 209, 217, 325, 477
– půdní kyselost	117, 395, 471
– půdní mikroorganismy	187
– půdní precipitáty	281
– půdní typy	25, 331, 403, 437
– půdní vlastnosti	51, 395
– půdní výluhy	251, 267, 419, 443, 449, 457
– remediací půd	209, 477
– rizikové prvky	1, 7, 15, 117, 187, 203, 209, 217, 231, 261, 331, 409, 419, 427, 457, 477
– vlhkost půdy	553
– vyplavování N z půdy	173
– využití půdy	193, 553
– zátěž půd	203, 409, 427
– zpracování půdy	51, 59, 133, 167, 337, 403, 437
– zranitelnost půdy	203

Půdní kyselost	
– denitrifikace; nové půdy; ČR; hnojení; půdní vlastnosti; vliv	395
– dlouhodobé hnojení; vápnění; vliv	471
– kategorizace půd; kontaminace; těžké kovy; SR	117
Půdní mikroorganismy	
– aktivita; přísadky Ni a As; ředkvička; vliv přísadky	187
Půdní výluhy	
– metody; stanovení mikroelementů	443
– obsah Al; zemědělské a lesní půdy; Šumava	419
– obsah Cd; rostliny; čistírenské kaly; vliv aplikace	449
– obsah Hg; čistírenské kaly; vliv aplikace	267
– obsah Zn; půda; rostliny; čistírenské kaly; vliv aplikace	457
– travní porosty; pásové přísevy; alelopatie; lyofilizace; klíčivost; délka hypokotylu a kořenů	251
Redox potenciál	
– denitrifikace; hnědozem; nitráty; oxid dusný; extrahovatelný C_{ox}	25, 403, 437
Regulační faktory	
– respirační denitrifikace; půda; terminologie; metodologie	385
Remediací půd	
– fytoemediací; kontaminované půdy; čistírenské kaly; energetické rostliny	477
– zemědělské půdy; tvrdé, měkké remediací půd; imobilizace stopových prvků; vápnění; organické látky	209
Resorpce živin	
– cukrovka; zpracování půdy; hnojení; vliv na resorpci	59
– kukuřice; zrna; dávky Zn; obsah Zn v půdě; vliv na resorpci	15
Revitalizace	
– malé vodní toky; hydrologická bilance; scénářové simulace	223
Ribavirin	
– PVS; eradikace; chemoterapie <i>in vitro</i>	539
Rizikové prvky	
– půda	1, 7, 15, 117, 187, 203, 209, 217, 231, 261, 331, 409, 419, 427, 457, 477
– rostliny	1, 7, 15, 187, 261, 267, 449, 457, 477
Ropné produkty	
– kontaminace půd; biodegradace; kejda prasat; hnojení; vliv	325
Rostliny	
– As; Cd; příjem; distribuce; transferfaktor	463
– energetické rostliny; rizikové prvky; transfer; kontaminované půdy	477
– obsah prvků v rostlinách; aplikace čistírenských kalů; vliv	
– Cd	449
– Hg	267
– Zn	457
– rostlinné druhy; tolerantní a citlivé populace; růst; obsah chlorofylu; vliv Cu	261
Rovnice BET	
– tabák; odrůdy; osivo; vlhkost semen	529
Rovnice GAB	
– tabák; odrůdy; osivo; vlhkost semen	529
Rtuf	
– čistírenské kaly; aplikace; obsah Hg; rostliny; půdní výluhy	267
Růst	
– kukuřice; ježatka kuří noha; vláhvový režim; kořeny; nadzemní části	65
– rostliny; tolerantní a citlivé populace; vliv Cu	261
Ředkvička	
– akumulace As; formy As; půda; výnos	7
– As; Cd; koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor	463
– přísadky Ni a As; růst; půdní mikroorganismy; vliv přísadky	187
Řepka	
– jarní řepka (<i>Brassica napus</i> L.)	
– hnojení N; výsev; termín výsevu; výnos semene; vliv	163
– ozimá řepka	
– semeno; přírodní antioxidanty; tokoferoly; fenolické sloučeniny	97

Sekvenční analýza

- stopové prvky; půda; vazby prvků v půdě; zranitelnost půdy; použití sekvenční analýzy 203, 209

Selekce

- selekční ukazatele; ozimé obilniny; odrůdy; nízká hladina živin; predikce výnosu 157

Selektivní sorbent

- Cd; sorpce; půda 231

Semeno

- cizma beraní; výnos semena; hmotnost 1000 semen; herbicidy; preemergentní ošetření; vliv 183
- jarní řepka; výnos semena; hnojení N; výsevek; termín výsevu; vliv 163
- laskavec; výnos semena; hmotnost 1000 semen; odrůda; mezirádková vzdálenost; vliv 71
- ozimá řepka; přírodní antioxidanty 97
- svazanka vřetolistá; odrůdy; výnos semen 275
- tabák; odrůdy; vlhkost vzduchu 529

Serotypizace

- virus Y bramboru; detekce; kmenové diferenciace; RT-PCR 545

Simulační model

- vodohospodářská soustava; nádrže; přítoky a odtoky vody; kvalita vody; říční síť 517

Skanovací elektronový mikroskop

- využití; luviszem pseudoglejová; mikrokonkrece 281

Skládkové choroby

- brambory; odrůdy; krájení sadby; vliv 141

Sladovníká jakost

- jarní ječmen; odrůdy; ročník; technologie sladování 45

Slatina

- remediací zemědělských půd; imobilizace stopových prvků 209

Slovenská republika (SR)

- kategorizace zemědělských půd; kontaminace; těžké kovy 117
- lokalita Nitra; model EPIC; simulace výnosů plodin; ověření modelu 77
- Východoslovenská nížina; klimatické charakteristiky 89

Sorpce

- Cd; půda; selektivní sorbent 231
- sorpční vlastnosti; osivo; tabák; odrůdy 529

Speciace

- formy; těžké kovy Cu, Pb, Cd, Ni; karbonátová černozem 331

Spektroskopie v blízké infračervené oblasti (NIRS)

- luční rostliny; rostlinné fenoly; kvalita píce; trávení vlákniny 561
- pícniny; travní a ječelové porosty; agrobotanické rozbor 245
- trávy; ječeloviny; fyzikální vlastnosti; příjem píce zvířetem 347

Srážkové vody

- makroprvky; řeka Rusava; povodí; zemědělské využití 503

Stanoviště

- brambory; velmi rané odrůdy; výživa N; obsah Fe, Mn, Cu 1

Stopové prvky

- půda
- potenciálně rizikové prvky; inundovaná a neinundovaná půda; řeka Labe 217
- remediací půd; imobilizace prvků; vápnění; organické látky 209
- vazby prvků v půdě a v půdních jednotkách; použití sekvenční analýzy 203

Sušina

- bramborové hlízy; obsah sušiny
- benzonon (Rastim 30 DKV); vliv 533
- odrůdy; krájení sadby; vliv 141
- dobrovolný příjem sušiny (VI) 347
- svazanka vřetolistá; odrůdy; výnos sušiny 275

Svazanka vřetolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

- odrůdy; zelená hmota; sušina; semeno; počátek kvetení; kvalita biomasy 275

Světový sortiment chmelových odrůd

- výnos; alfa-hořké kyseliny; stabilita; stáří rostlin 305

Škrob

- obsah škrobu; brambory; hlíza; benzonon; vliv benzononu 533

Šlechtění

- chmel; testace planých chmelů; genetické zdroje 313

Špenát

- As; Cd; koncentrace; distribuce; odběr; transferfaktor 463

Šumava

- zemědělské a lesní půdy; toxická forma Al; frakcionace Al 419

Tabák

- odrůdy; osivo; sorpční vlastnosti osiva 529

Terminologie

- denitrifikace v půdě; studie; soudobé poznatky 385

Termín výsevu

- jarní řepka; výnos semene; vliv termínu výsevu 163

Těžké kovy

- Cu, Pb, Cd, Ni; formy speciace; karbonátová černozem 331
- kontaminace půd; kategorizace půd; SR 117
- přídavek Ni a As; ředkvička; růst; půdní mikroorganismy; práh tolerance 187

Tokoferoly

- přírodní antioxidanty; ozimá řepka; semeno 97

Travní porosty

- agrobotanické rozbor; spektroskopie; NIRS 245
- botanické složení; výnos; obnova; bezorebné přisevy; hnojení 39
- fyzikální vlastnosti; příjem píce zvířetem; predikce; NIRS; korelace 347
- pastvina; kvalita píce; pastevní systém; jalovice 287
- přísav směsky; floristická skupina; hodnotné byliny; hodnocení porostu 123
- travní druhy
- pásové přisevy; lyofilizované půdní výluhy; klíčivost; délka hypokotylu a kořene; vliv výluhu 251
- vzházivost; alginátový preparát S-90; vliv 525
- trvalé travní porosty
- vodní režim; bioindikční metody; citlivost metod; metodologické aspekty 565
- využití půdy; úhor; mulčování; vláhový režim; evapotranspirace 193
- vlhkost půdy; evapotranspirace; změny botanického složení a pokryvnosti; výnos píce; vliv mulčování 553
- zastínění porostu; výnos; kvalita píce; morfologie rostliny 431

Travní směsky

- přísav; floristická skupina; hodnotné byliny; druhová diverzita; změna travního porostu 123

Trifolium pratense, cv. Vesna

- klíčivost; délka hypokotylu; délka kořene; lyofilizované půdní výluhy; vliv 251

Účinné látky

- tvorba látek; *Echinacea purpurea* (L.) Moench.; hnojení N 489

Uhlík

- denitrifikace; orné půdy; ČR; hnojení; půdní vlastnosti; vliv 395

Úhor

- trvalé travní porosty; evapotranspirace; vláhový režim 193

Vanad

- celkový obsah v půdě; stanovení; metoda ICP-AES 427

Vápnění

- dlouhodobé vápnění; pH půd; výnosy plodin; vliv 471
- remediací zemědělských půd; imobilizace stopových prvků 209

Viry

- brambory
- virus S (PVS); eradikace; chemoterapie; ribavirin; ELISA 539

– virus Y (PVY); detekce; kmenová diferenciace; biotest; sérotypizace; RT-PCR	545
– chmel – virus mozaiky jabloně (ApMV); šlechtění; genetické zdroje; testace planých chmelů	313
Vláhový režim – kukuřice; ježatka kuří noha; zaplevelení; konkurence	65
– trvalé travní porosty; využití půdy; úhor; mulčování; evapotranspirace	193
Vlhkost půdy – luční porost; mulčování; vliv na vlhkost půdy	553
Vodní režim – louky; bioindikační metody; citlivost metod	565
Vodohospodářská soustava – simulační model; nádrže; přítoky a odtoky vody; kvalita vody; říční síť	517
Vojtěška – kvalita píce; odrůda; založení porostu; vliv	353
Výnosy plodin – vlivy – brambory – odrůda; krájená sadba	141
– cizrna beraní; semeno – preemergentní ošetření herbicidy	183
– cukrovka – zpracování půdy; hnojení	59
– chmel; výnos; kvalita – úsporné závlahy	293, 299
– jarní ječmen – hnojení N; pesticidy; zaplevelení	19
– jarní ječmen – odrůdové směsi; padlí travní; specifická odolnost	149
– jarní ječmen; semeno – termín výsevu; výsevek; hnojení N	163
– jarní tritikale – hnojení N; zpracování půdy	337
– jetelotrávní směsky – uplatnění jetele lučního; fixace N ₂	177
– kukuřice – dávky Zn; obsah Zn v půdě	7
– kukuřice – založení porostu; hnojení N	51
– laskavec; semeno – odrůda; meziřádková vzdálenost	71
– ozimá pšenice – předplodina; zpracování půdy; hnojení	133
– ozimé obilniny; odrůdy – nízká hladina živin	157
– různé plodiny – hnojení; hnůj; NPK; vápnění	471
– svazanka vřetáčolistá; zelená hmota; sušina; semeno – sortiment odrůd	275
– travní porosty – typy porostů; hnojení	39
– trávy; výnos; kvalita píce – zastínění porostu	431
– žito; tvorba výnosu – hybridní odrůdy	31
Vyplavování – N; půda; hnojivo; lyzimetry; způsob pěstování	173
Výsevek – jarní ječmen; výnos semene; vliv výsevu	163
– žito; hybridní odrůdy; populační odrůda; tvorba výnosu	31
Využití půdy – luční porost; mulčování; vláhový režim; botanické složení; pokryvnost	553
– trvalé travní porosty; úhor; mulčování; vláhový režim	193
Zaplevelení – ježatka kuří noha; kukuřice; konkurence; vláhový režim	65
– pesticidy; jarní ječmen; výnosy; vliv pesticidů	19
Zátěž půd – stopové prvky	

– stanovení prvků; metoda ICP-AES	427
– testace zátěží; mikrobiologické metody; biochemické metody	203
– vazba prvků v půdě; stanovení; sekvenční analýza	203

Zelená hmota – svazanka vřetáčolistá; odrůdy; vliv; výnos zelené hmoty	275
--	-----

Zemědělské plodiny – simulace výnosů; model EPIC; verifikace modelu; lokalita Nitra; SR	77
--	----

Zemědělské půdy – kategorizace půd; kontaminace; těžké kovy; SR	117
– remediací půd; vápnění; organické látky; hnůj; kompost; slatina	209
– testování zátěží půd; rizikové prvky; metody	409
– toxické formy Al; frakcionace Al; faktorová analýza; Sumava	419

Zinek – celkový obsah v půdě; stanovení – metoda DTPA	443
– metoda ICP-AES	427
– metoda Mehlich III	443
– dávky Zn; obsah Zn v půdě; zrno kukuřice; výnosy; N látky; resorpce živin	15
– půda; rostliny; obsah Zn; čistírenské kaly; vliv aplikace	457
– testování zátěží půd; mikrobiologické metody; biochemické metody	409

Zpracování půdy – jarní tritikale; mlynářská jakost; pekařská jakost; vliv zpracování půdy	337
– minimální; hnědozem; denitrifikace	403
– omezené; hnědozem; denitrifikace	437
– orba; kypření; bez zpracování půdy; založení porostu; kukuřice; výnos; půdní vlastnosti	51
– ozimá pšenice; výnos; ekonomická efektivita	133
– různé způsoby zpracování půdy; cukrovka; výnos; kvalita; odběr živin	59, 167

Zranitelnost půdy – zatížení půdy; identifikace zranitelnosti; sekvenční analýza	203
--	-----

Zrno – aminokyselinové složení; jarní tritikale	497
– jakost zrna – jarní tritikale	337, 497
– ječmen	45, 369
– pšenice	111
– výnosy zrna	7, 15, 19, 31, 133, 157, 337, 509

Zádecký poloraný červeňák – testace; morfologický popis; chmelové pryskyřice; chmelové silice; peronospora chmelová; šlechtění chmele	313
--	-----

Železo – brambory; velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; obsah Fe	1
– celkový obsah v půdě; stanovení; srovnání metod – metoda DTPA	443
– metoda Mehlich III	443

Žito – hybridní odrůdy; populační odrůda; výsevy; tvorba výnosu	31
---	----

SUBJECT INDEX

Abiotic stresses

- selection possibility; yield prediction; winter cereals; varieties; low level of nutrients 157

Active substances

- production; *Echinacea purpurea* (L.) Moench.; N fertilizing 489

Additional seeding

- band additional seeding; grasslands; lyophilized soil extracts; allelopathy; germination; length of hypocotyl and root 251
- grass mixture; valuable herbs; species diversity; changes in grassland 123
- slot seeding; grassland; botanical composition; changes 39

Agricultural lands

- classification of lands; contamination; heavy metals; SR 117
- remediation of lands; liming; organic amendments; dung; compost; muck 209
- soil pollution testing; risk elements; methods 409
- toxic forms of Al; fractionation of Al; factor analysis; Šumava region 419

Alginate preparation S-90

- grass species; emergence rate; effect 525

Allelopathy

- soil extracts; grasslands; band additional seedings; germination; length of hypocotyl and root 251

Alpha-bitter acids

- hop; genofond; selected varieties; age of plants 305

Aluminium

- toxic forms of Al; fractionation of Al; Al content in soil extract; agricultural and forest lands; Šumava region 419

Amaranth (*Amaranthus* spp.)

- species; varieties; row spacing; seed yield; stand density and height; 1000-seed weight 71

Amino acids

- essential amino acids; grain; spring triticale 497

Antinutritive substances

- meadow plants; IANP; digestion of fiber 561

Arable lands

- denitrification; denitrification capacity; fertilization; soil properties; influence; CR 395

Arsenic

- addition of As; radish; growth; soil microorganisms; effect 187
- concentration; distribution; uptake; transferfactor; oat; spinach; radish; carrot; bean 463
- forms; soil; radish; yield; distribution of As 7

Asteraceae

- *E. purpurea*; active substances; N fertilizing 489

Atmospheric precipitation

- atmospheric precipitation quality; industrial emissions; groundwater quality; industrial conurbation Hradec Králové - Pardubice 321

Balance experiments *in vivo*

- feeding value of grain; barley; testation; biological experiments 369

Barley

- spring barley
 - K and Mg fertilizations; barley preference; bird cherry oat-aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) 379
 - malting quality; variety; qualitative parameters; year; malting process 45
 - N fertilization; pesticides; grain yield; effect 19
 - nutritional composition; feeding value of grain; balance experiments *in vivo*; laboratory rats; types; differences; correlations 369
 - variety mixtures; powdery mildew; specific resistance; yield 149
- winter barley

- nutritional composition; feeding value of grain; balance experiments *in vivo*; laboratory rats; types; differences; correlations 369

Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*)

- maize; weediness; competition; different moisture regime; plant growth 65

Bean

- As; Cd; concentration; distribution; uptake; transferfactor 463

Benzolion (Rastim 30 DKV)

- potato tuber; formation; effect of benzolion 533

BET equation

- tobacco; varieties; seed; monolayer moisture content 529

Biochemical methods

- soil pollution testing; risk elements Cd, Cu, Ni, Zn 409

Biodegradation

- soil contamination; petroleum products; pig slurry; fertilization; effect 325

Bioindication

- water regime; grassland; bioindication methods; sensitivity of methods 565

Biomass

- biomass quality; *Phacelia tanacetifolia* Benth.; effect of varieties 275
- combined biomass; maize; barnyard grass; moisture regime 65

Bird cherry oat-aphid (*Rhopalosiphum padi* (L.))

- spring barley; preference; K and Mg fertilization 379

Botanical composition

- grassland; changes in botanical composition
 - dependence; type of grassland and fertilization 39
 - effect of mulching 553
 - prediction; spectroscopy; NIRS 245

Breadmaking quality

- spring triticale; N fertilization; soil cultivation; effect 337
- wheat grain; glutenin proteins; prediction 111

Breeding

- hop; wild hops testation; genetic sources for breeding 313

Buckwheat

- varieties; evaluation; genetic resources; variability; quality 361

Cadmium

- binding forms; carbonate-type soil 331
- concentration; distribution; uptake; transferfactor; oat; spinach; radish; carrot; bean 463
- sewage sludge; application; Cd content in plants; soil extracts 449
- soil pollution testing; microbiological methods; biochemical methods 409
- soil solution; limitation of Cd mobility; selective sorbent 231

Carbon

- denitrification; arable lands; CR; fertilization; soil properties 395

Carbonate-type soil

- heavy metals Cu, Pb, Cd, Ni; binding forms 331

Carrot

- As; Cd; concentration; distribution; uptake; transferfactor 463

Cereal aphids (*Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*)

- winter wheat varieties; infestation; sugar metabolism 81

Cereals

- barley 19, 45, 149, 369, 379
- fertilization 15, 19, 51, 133, 157, 337, 379, 497
- grain; amino acid composition 497
- MACROS model 509
- maize 15, 51, 509
- pests 81, 379
- qualitative parameters 45, 111, 337, 369

- rye	31	- winter cereals; varieties – low level of nutrition	157
- soil cultivation	337	- winter wheat – forecrop; soil cultivation; fertilization	133
- spring triticale	337, 497	Crops	
- varieties	31, 45, 81, 111, 149, 157, 369	- crop yield simulation; EPIC model; model validation; Nitra location; SR	77
- wheat	81, 111, 133	Cutting of stock	
- winter cereals	157	- potatoes; varieties; yield; number of stems; dry matter of tubers; storage diseases	141
- yields	15, 19, 31, 51, 133, 149, 337, 509	Czech Republic (CR)	
Chemotherapy <i>in vitro</i>		- arable lands; denitrification; denitrification capacity; fertilization; soil properties; influence	395
- PVS; eradication; ribavirin	539	Denitrification	
Chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.)		- denitrification in soil; reduction of nitrates; nitrous oxide; methods; terminology; regulatory factors; ecology	385
- genotypes; identity; homogeneity; evaluation	103	- fertilization; soil properties; influence on denitrification; arable lands	395
- herbicides; preemergence treatment; seed yield; 1000-seed weight; effect of treatment	183	- orthic luvisol; nitrates; nitrous oxide; extractable C _{ox} ; redox potential	25, 403, 437
Chlorophyll		Drainage	
- plants; tolerant and sensitive populations; effect of Cu	261	- drainage runoff unit-yield; maximum surfaces runoff unit-yield; flood discharge	237
Clay fraction		Dry matter	
- classification of soils; contamination; heavy metals; SR	117	- <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.; varieties; dry matter yield	275
Climatic characteristics		- potato tuber; dry matter content	
- average air temperature; sum of temperatures; sum and intensity of precipitation; East Slovak Lowland; SR	89	- benzolion (Rastim 30 DKV); effect	533
Clover-grass mixtures		- varieties; cutting of planting material; effect	141
- agrobotanical analyses; spectroscopy; NIRS	245	- voluntary intake of forage by animal (VI)	347
- physical properties; intake of forage by animal; prediction; NIRS; correlation	347	Dung	
- red clover; enforcement; grass species; effect	177	- long-term fertilizing; soil; pH; crop yields; effect	471
Compost		- remediation of agricultural lands; immobilization of trace elements	209
- remediation of agricultural soils; immobilization of trace elements	209	<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.	
Contamination		- active substance; N fertilizing	489
- soils		Ecology	
- agricultural soils; heavy metals; soil pH; humus; classification of soils; SR	117	- denitrification; reduction of nitrates; nitrous oxide; methods; terminology	385
- inundation of the Labe river; organic xenobiotic substances; risk elements	217	Electrophoresis	
- pig slurry; fertilization; petroleum products; biodegradation	325	- analysis of polymorphism; isoenzymes; genotypes; chickpea; vetchling	103
- remediation; immobilization of trace elements; liming; organic substances	209	- glutenin proteins; wheat grain; breadmaking quality; prediction	111
- risk elements; transfer; energy plants	477	ELISA	
Content of sugar		- potato virus S eradication; chemotherapy <i>in vitro</i>	539
- sugar beet; soil cultivation; fertilization; effect	167	Emergence rate	
Copper		- grass species; alginate preparation S-90; effect of preparation	525
- binding forms; carbonate-type soil	331	- winter wheat; yield; effect of emergence rate	133
- plants; tolerant and sensitive populations; chlorophyll content; effect of Cu	261	Emissions	
- soil pollution testing; microbiological methods; biochemical methods	409	- industrial emissions; atmospheric precipitation; groundwater quality; industrial conurbation Hradec Králové – Pardubice	321
- total content in soil; determination		EPIC model (Erosion-productivity impact calculator)	
- DTPA method	443	- crop yield simulation; model validation; Nitra location; SR	77
- ICP-AES method	427	Evapotranspiration (ET)	
- Mehlich III method	443	- grassland; effect of mulching	553
Crop yields – influences		- permanent grasslands; moisture regime; soil utilization; fallow; mulching; lysimeters	193
- amaranth; seed – variety; row spacing	71	Extractable C_{ox}	
- chickpea; seed – preemergence with herbicides	183	- denitrification; orthic luvisol; nitrates; nitrous oxide; redox potential	25, 403
- clover-grass mixtures – enforcement of red clover; N ₂ fixation	177	Factor analysis	
- grasses; yield; forage quality – shading of the stand	431	- toxic forms of Al; fractionation of Al; Al content in soil extract; agricultural and forest lands; Sumava region	419
- grasslands – type of grasslands; fertilization	39	Fallow	
- hop; yield; quality – economic irrigation	293, 299	- permanent grasslands; evapotranspiration; moisture regime	193
- maize – stand establishment; N fertilization	51		
- maize – Zn doses; Zn content in soil	7		
- <i>Phacelia tanacetifolia</i> ; hay; dry matter, seed yields – collection of varieties	275		
- potatoes – variety; cutting of planting material	141		
- rye; yield formation – hybrid varieties	31		
- spring barley – N fertilization; pesticides; weediness	19		
- spring barley – variety mixtures; powdery mildew; specific resistance	149		
- spring rape; seed – sowing time; sowing rate; N fertilization	163		
- spring triticale – N fertilization; soil cultivation	337		
- sugar beet – soil cultivation; fertilization	59		
- various plants – fertilizing; farmyard manure; NPK; liming	471		

Feeding value of grain

- barley; nutritional composition; balance experiments *in vivo*; laboratory rats; types; differences; correlation 369

Fertilization

- dung
 - various crops
 - yields; soil pH 471
- influence of fertilization
 - denitrification; arable lands; CR 395
 - long-term fertilization; soil pH; crop yield 471
- level of fertilization
 - grasslands; botanical composition; yield 39
 - winter cereals; varieties; yield prediction 157
 - winter wheat; yield; economic efficiency 133
- magnesium
 - spring barley
 - preference; bird cherry oat-aphid *Rhopalosiphum padi* (L.); suitability; resistance 379
- nitrogen
 - *E. purpurea*
 - active substances 489
 - maize
 - grain yield; soil properties 51
 - potatoes; very early varieties
 - tubers; Fe, Mn and Cu contents 1
 - spring barley
 - grain yield 19
 - spring rape
 - seed yield 163
 - spring triticale
 - grain; amino acid composition 497
 - grain yield; technological value 337
- NPK
 - various crops
 - yields; soil pH 471
- N + Zn
 - maize
 - grain yield; crude protein content 15
- pig slurry
 - biodegradation; petroleum products in soil; effect of fertilization 325
- potassium
 - spring barley
 - preference; bird cherry oat-aphid *Rhopalosiphum padi* (L.); suitability; resistance 379
- variants of fertilization
 - organic manure; mineral fertilizers; sugar beet; technological quality 167

Fertilizers

- leaching of fertilizers; soil; lysimeters 173
- mineral fertilizers; long-term fertilizing; various crops; yields; soil pH; effect 471

Festuca arundinacea, cv. Kora

- germination; hypocotyl length; root length; lyophilized soil extracts; effect 251

Flood discharge

- drainage runoff unit-yield; share in the size of flood discharge 237

Floristic group

- grassland; additional sowing of mixture; valuable herbs; changes in grassland 123

Forage crops

- agrobotanical analyses; spectroscopy; NIRS 245

Forecrop

- winter wheat; yields; economic efficiency; effect of forecrop 133

Forest lands

- toxic forms of Al; fractionation of Al; factor analysis; Šumava region 419

GAB equation

- tobacco; varieties; seed; monolayer moisture content 529

Genetic resource

- buckwheat; varieties; evaluation 361
- hop breeding; wild hop; testation; utilization 313

Genofond

- hop; selected varieties; alpha-bitter acid 305

Genotypes

- chickpea; vetchling
 - polymorphism; isoenzymes; identity and homogeneity of genotypes; evaluation 103

Germination

- *Trifolium pratense*; *Festuca arundinacea*; lyophilized soil extracts; effect 251

Glu-score

- wheat; varieties; bread making quality; electrophoresis 111

Grain

- amino-acid composition; spring triticale 497
- grain quality
 - barley 45, 369
 - spring triticale 337, 497
 - wheat 111
 - grain yields 7, 15, 19, 31, 133, 157, 337, 509

Grasslands

- additional sowing of mixture; floristic group; valuable herbs; species diversity; evaluation of grassland 123
- agrobotanical analyses; spectroscopy; NIRS 245
- botanical composition; yield; renovation; slot seeding; fertilization 39
- grass species
 - band additional seedings; lyophilized soil extracts; germination length of hypocotyl and root; effect of extracts 251
 - emergence rate; alginate preparation S-90; effect 525
- pasture; forage quality; grazing system; heifer 287
- permanent grasslands
 - soil utilization; fallow; mulching; moisture regime; evapotranspiration 193
 - water regime; bio-indication methods; sensitivity of methods; methodological aspects 565
- physical properties; intake of forage by animal; prediction; NIRS; correlation 347
- shading of the stand; yield; forage quality; plant morphology 431
- soil moisture content; evapotranspiration; changes in botanical composition and species representation; effect of mulching 553

Grass mixtures

- additional sowing; floristic group; valuable herbs; species diversity; changes in grassland 123

Grazing system

- rotational; continual; heifer; pasture forage; quality 287

Groundwaters

- chemical properties; emissions; atmospheric precipitation; industrial conurbation Hradec Králové – Pardubice 321

Growth

- maize; barnyard grass; moisture regime; root; shoot 65
- plants; tolerant and sensitive populations; effect of Cu 261

Habitat of plants

- hop; efficiency of irrigational water 293, 299

Hay

- *Phacelia tanacetifolia* Benth.; varieties; effect; hay yield 275

Heavy metals

- addition of Ni and As; radish; growth; soil microorganisms; tolerance limit 187
- Cu, Pb, Cd, Ni; binding forms; carbonate-type soil 331
- soil contamination; classification of soils; SR 117

Heifer

- rotational and continual grazing; pasture forage; quality 287

Herbicides

- preemergence treatment; chickpea; seed yield; effect 183

Hop	
– genofond; selected varieties; yield; alpha-bitter acids; stability; age of plants	305
– hop breeding; Saaz semi-early red-bine hop; wild hop; testation; morphological description; hop powdery mildew	313
– yield; quality; economic irrigation; influence	293, 299
Hop latent viroid (HLVd)	
– hop; breeding; genetic sources; wild hops testation	313
Hop oils	
– wild hop; Saaz semi-early red-bine hop; testation; hop breeding	313
Hop powdery mildew	
– Saaz semi-early red-bine hop; wild hop; occurrence	313
Hop resins	
– wild hop; Saaz semi-early red-bine hop; testation; hop breeding	313
Humus	
– classification of soils; contamination; heavy metals; SR	117
Hypocotyl	
– hypocotyl length; <i>Trifolium pratense</i> ; <i>Festuca arundinacea</i> ; lyophilized soil extracts; effect	251
Index of negative action of phenols (IANP)	
– prediction; meadow plants; NIRS	561
Integrated system of growing	
– sugar beet; technological quality; effect	167
Iron	
– potatoes; very early varieties; N nutrition; site; Fe content	1
– total content in soil; determination; comparison of methods	
– DTPA method	443
– Mehlich III method	443
Isoenzymes	
– genotypes; identity; homogeneity; evaluation; chickpea; vetchling	103
Laboratory rat	
– feeding value of grain; barley; testation; biological experiments	369
Leaching	
– N; soil; fertilizer; lysimeters; way of cultivation	173
Lead	
– speciation; carbonate-type soil	331
Leaf area index	
– maize; MACROS model; verification; parametrizing	509
Liming	
– long-term liming; soil pH; crop yields; effect	471
– remediation of agricultural soils; immobilization of trace elements	209
Lucerne	
– forage quality; variety; stand establishment; effect	353
Lyophilization	
– soil extracts; grass species; germination; length of hypocotyl and root	251
Lysimeters	
– evapotranspiration; permanent grasslands; moisture regime; fallow; mulching	193, 553
– leaching of N; soil; fertilizer	173
Macroelements	
– precipitation waters; seasonal dynamics; concentration trends; whole-area washing away; Rusava river; watershed; agricultural using	503
MACROS model	
– maize; verification; parametrizing; yield; leaf area index	509
Magnesium	
– fertilization; spring barley; preference; bird cherry oat-aphid; effect of fertilization	37
Maize	
– barnyard grass; competition; weediness; different moisture regime; plant growth	65
– grain yields	
– crude protein content; resorption of nutrients; Zn doses; Zn content in soil	15
– MACROS model; verification; parametrizing	509
– tillage; loosening; no-till; N fertilization; effect	51
Malting quality	
– spring barley; varieties; year; malting process	45
Manganese	
– potatoes; very early varieties; N nutrition; site; Mn content	1
– total content in soil; determination	
– DTPA method	443
– ICP-AES method	427
– Mehlich III method	443
Meadows plants	
– IANP; prediction; NIR spectroscopy; forage quality; antinutritive substances	561
Mercury	
– sewage sludge; application; Hg content; plants; soil extracts	267
Methodology	
– denitrification in soil; review; present informations	385
– methodological aspects; bio-indication; water regime; grasslands	565
Methods	
– determination of microelements in soil	
– DTPA; Cu; Zn; Mn; Fe	443
– ICP-AES; Cu; Zn; Mn; Mo; V	427
– Mehlich III; Cu; Zn; Mn; Fe	443
– soil pollution testing; risk elements	
– biochemical methods	409
– microbiological methods	409
Microanalysis	
– application; stagnogleyic luvisol; microconcretions	281
Microbiological methods	
– soil pollution testing; risk elements Cd, Cu, Ni, Zn	409
Microconcretions	
– stagnogleyic luvisol; scanning electron microscope; microanalysis; application	281
Milling quality	
– spring triticale; N fertilization; soil cultivation; effect	337
Moisture regime	
– maize; barnyard grass; weediness; competition	65
– permanent grasslands; soil utilization; fallow; mulching; evapotranspiration	193
Molasses-forming elements	
– sugar beet; soil cultivation; fertilization; effect	167
Molybdenum	
– total content in soil; determination; ICP-AES method	427
Muck	
– remediation of agricultural soils; immobilization of trace elements	209
Mulching	
– grassland; botanical composition; species representation; evapotranspiration; soil moisture content	553
– permanent grasslands; evapotranspiration; moisture regime	193
Natural antioxidants	
– winter rape; seed; tocopherols; phenolic compounds	97
Near infrared region spectroscopy (NIRS)	
– forage crops; grassland and clover-grass stands; agrobotanical analyses	245
– grasses; clover crops; physical properties; intake of forage by animal	347
– meadow plants; plant phenols; forage quality; digestion of fibre	561
Nickel	
– addition of Ni; radish; growth; soil microorganisms; effect	187

- binding forms; carbonate-type soil	331
- soil pollution testing; microbiological methods; biochemical methods	409
Nitrates	
- denitrification; orthic luvisol; nitrous oxide; redox potential	25, 403, 437
- nitrate content; potatoes; tuber; benzonin; effect of benzonin	533
- pig slurry; fertilization; nitrate content in soil	325
- reduction of nitrates; denitrification in soil; methods; terminology	385
Nitrogen	
- crude protein content; grain	
- maize	15
- spring triticale	497
- leaching of N from soil and fertilizer; lysimeters	173
- N fertilization	1, 19, 51, 163, 489, 497
- N ₂ fixation; clover-grass mixtures	177
- proteins; grain; spring triticale	497
Nitrous oxide	
- denitrification	
- denitrification in soil; methods; terminology	385
- fertilization; soil properties; influence on denitrification	395
- orthic luvisol; nitrates	25, 403, 437
Number of stems	
- potatoes; varieties; cutting of planting material; effect	141
Oat	
- As; Cd; concentration; distribution; uptake; transferfactor	463
Onset of blooming	
- <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.; varieties; effect	275
Organic xenobiotic substances (OXs)	
- soil contamination; inundated and non-inundated soil; the Labe river	217
Orthic luvisol	
- denitrification; nitrates; nitrous oxide; extractable C _{ox} ; redox potential	25, 403, 437
Pesticides	
- weediness; spring barley; yields; effects of pesticides	19
Petroleum products	
- soil contamination; biodegradation; pig slurry; fertilization; effect	325
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	
- varieties; hay yield; dry matter; seed; onset of blooming; biomass quality	275
Phenols	
- phenolic compounds; natural antioxidants; determination; winter rape; seed	97
- plant phenols; IANP; prediction; NIRS; meadow plants	561
Physical properties	
- grasses; clover crops; intake of forage by animal; effect	347
Pig slurry	
- fertilization; soil contamination; petroleum products; biodegradation	325
Plant morphology	
- grasses; shading of the stand	431
Plants	
- As; Cd; accumulation; distribution; transferfactor	463
- element content in plants; sewage sludge application; effect	
- Cd	449
- Hg	267
- Zn	457
- energy plants; risk elements; transfer; contaminated soils	477
- Hg content; sewage sludge; effect of application	267
- some plants; tolerant and sensitive populations; chlorophyll content; effect of Cu	261
Polymerase chain reaction (RT-PCR)	
- hop; breeding; genetic sources; wild hops testation	313

- potatoes; PVY; detection; strain differentiation; biotest	545
Polymorphism	
- genotypes; identity; homogeneity; evaluation; chickpea; vetchling	103
Potassium	
- fertilization; spring barley; preferences; bird cherry oat-aphid; effect of fertilization	379
Potatoes	
- PVS; eradication; chemotherapy; ribavirin; ELISA	539
- PVY; detection; strain differentiation; biotest; serotyping; RT-PCR	545
- tuber number; tuber weight; starch content; dry matter percentage; nitrate content; effect of benzonin	533
- varieties; cutting of planting stock; yield; number of stems; dry matter of tubers; storage diseases	141
- very early varieties; N nutrition; site; Fe, Mn and Cu contents	1
Powdery mildew	
- <i>Hordeum vulgare</i> ; <i>Erysiphe (Blumeria) graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> ; specific resistance; spring barley; varieties; yield	149
Precipitation waters	
- macroelements; Rusava river; watershed; agricultural using	503
Radish	
- accumulation of As; forms of As; soil; yield	7
- addition of Ni and As; growth; soil microorganisms; effect of addition	187
- As; Cd; concentration; distribution; uptake; transferfactor	463
Random amplified polymorphism DNA (RAPD)	
- hop; breeding; genetic sources; wild hops testation	313
Rape	
- spring rape (<i>Brassica napus</i> L.)	
- N fertilization; sowing rate; sowing time; seed yield; effect	163
- winter rape	
- natural antioxidants; tocopherols; phenolic compounds	97
Red clover	
- enforcement; clover-grass mixture; grass species; effect	177
Redox potential	
- denitrification; orthic luvisol; nitrates; nitrous oxide; extractable C _{ox}	25, 403, 437
Regulatory factors	
- respiration denitrification; soil; terminology; methodology	385
Remediation of soils	
- agricultural lands; harsh, soft remediation; immobilization of trace elements; liming; organic substances	209
- phytoremediation; contaminated soils; sewage sludge; energy plants	477
Resorption of nutrients	
- maize; grain; Zn doses; Zn content in soil; effect on resorption	15
- sugar beet; soil cultivation; fertilization; effect on resorption	59
Revitalization	
- small rivers; water balance; scenario simulation	223
Ribavirin	
- PVS; eradication; chemotherapy <i>in vitro</i>	539
Risk elements	
- plants	1, 7, 15, 187, 261, 267, 449, 457, 477
- soil	1, 7, 15, 117, 187, 203, 209, 217, 231, 261, 331, 409, 419, 427, 457, 477
Roots	
- biomass of roots; clover-grass mixtures; red clover; enforcement in mixtures; N ₂ fixation; number of tubercles	177
- root length; <i>Trifolium pratense</i> ; <i>Festuca arundinacea</i> ; lyophilized soil extracts; effect	251
- root weight; root/shoot ratio; maize; barnyard grass	65
- selection possibility; yield prediction; winter cereals; varieties; low level of nutrients	157
Row spacing	
- amaranth; seed yield; effect	71

Rye	
– hybrid varieties; population variety; sowing rates; yield formation	31
Saaz semi-early red-bine hop	
– testation; morphological description; hop resins; hop oils; hop powdery mildew; hop breeding	313
Scanning electron microscope	
– application; stagnogleyic luvisol; microconcretions	281
Seed	
– amaranth; seed yield; 1000-seed weight; variety; row spacing; effect	71
– chickpea; seed yield; 1000-seed weight; herbicides; preemergence treatment; effect	183
– grass species; emergence rate; alginate preparation S-90; effect	525
– <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.; varieties; seed yield	275
– spring rape; seed yield; N fertilization; sowing rate; sowing time; effect	163
– tobacco; varieties; monolayer moisture content; BET equation; GAB equation	529
– winter rape; natural antioxidants	97
Selection	
– selection possibility; winter cereals; varieties; low level of nutrients; yield prediction	157
Selective sorbent	
– Cd; sorption; soil	231
Sequential analysis	
– trace elements; soil; bonds of trace elements in soil; soil vulnerability; use of sequential analysis	203, 209
Serotyping	
– potato virus Y; detection; strain differentiation; RT-PCR	545
Sewage sludge	
– effect of application; content of elements	
– Cd; plants	449
– Hg; plants	267
– Zn; soil; plants	457
– soil contamination; phytoremediation; risk elements; energy plants	477
Simulation model	
– water management system; reservoirs; effluents and runoffs of water; water quality; river system	517
Site	
– potatoes; very early varieties; N nutrition; Fe, Mn and Cu content	1
Slovak Republic (SR)	
– classification of agricultural soils; contamination; heavy metals	117
– East Slovak Lowland; climatic characteristics	89
– Nitra location; EPIC model; crop yield simulation; model validation	77
Small rivers	
– revitalization; water balance; scenario simulation; model WBCM	223
Soil	
– denitrification in soil	25, 385, 395, 403, 437
– ferruginous precipitations	281
– leaching of N from soil	173
– remediation of soil	209, 247
– risk elements	1, 7, 15, 117, 187, 203, 209, 217, 231, 261, 331, 409, 419, 427, 457, 477
– soil acidity	117, 395, 471
– soil contamination	117, 209, 217, 325, 477
– soil cultivation	51, 59, 133, 167, 337, 403, 437
– soil extracts	251, 267, 419, 443, 449, 457
– soil microorganisms	187
– soil moisture	553
– soil pollution	203, 409, 427
– soil properties	51, 395
– soil types	25, 331, 403, 437
– soil utilization	193
– soil vulnerability	203
Soil acidity	
– classification of soils; contamination; heavy metals; SR	117
– denitrification; arable lands; CR; fertilization; soil properties; influence	395
– long-term fertilizing; liming; effect	471
Soil cultivation	
– different soil cultivation; sugar beet; yield; quality; uptake of nutrients	59, 167
– minimum; orthic luvisol; denitrification	403
– restricted; orthic luvisol; denitrification	437
– spring triticale; milling quality; breadmaking quality; effect of soil cultivation	337
– tillage; loosening; no-till; stand establishment; maize; grain yield; soil properties	51
– winter wheat; yield; economic efficiency	133
Soil extracts	
– Al content; agricultural and forest lands; Šumava region	419
– Cd content; plants; sewage sludge; effect of application	449
– grassland; band additional seedings; allelopathy; lyophilization; germination; length of hypocotyl and root	251
– Hg content; sewage sludge; effect of application	267
– methods; determination of micronutrients	443
– Zn content; soil; plants; sewage sludge; effect of application	457
Soil microorganisms	
– activity; addition of Ni and As; radish; effect of addition	187
Soil moisture	
– grassland; mulching; effect on soil moisture	553
Soil pollution	
– trace elements	
– bonds of elements in soil; assessment; sequential analysis	203
– determination of elements; ICP-AES method	427
– soil pollution testing; microbiological methods; biochemical methods	409
Soil utilization	
– grassland; mulching; moisture regime; botanical composition; species representation	553
– permanent grassland; fallow; mulching; moisture regime	193
Soil vulnerability	
– loads of soil; identification of soil vulnerability; sequential analysis	203
Sorption	
– Cd; soil; selective sorbent	231
– monolayer moisture content; seed; tobacco; varieties	529
Sowing rate	
– rye; hybrid varieties; population variety; yield formation	31
– spring rape; seed yield; effect of sowing rate	163
Sowing time	
– spring rape; seed yield; effect of sowing time	163
Speciation	
– binding forms; heavy metals Cu, Pb, Cd, Ni; carbonate-type soil	331
Species representation	
– grassland; changes in species representation; effect of mulching	553
Specific diversity	
– grassland; additional sowing of mixture; valuable herbs; changes in grassland	123
Spinach	
– As; Cd; concentration; distribution; uptake; transferfactor	463
Spring triticale	
– grain; amino acid composition; N fertilizing	497
– grain yield; milling quality; breadmaking quality; N fertilization; soil cultivation	337
Stagnogleyic luvisol	
– scanning electron microscope; microanalysis; microconcretions	281
Stand	
– shading of stand; grasses; yield; forage quality; plant morphology	431
– stand density and height; amaranth; varieties; row spacing; effect	71

- stand establishment; lucerne; forage quality; effect of stand establishment	353
Starch	
- starch content; potatoes; tuber; benzoin; effect of benzoin	533
Storage diseases	
- potatoes; varieties; cutting of planting material; effect	141
Strain differentiation	
- potato virus Y; detection; serotyping; RT-PCR	545
Subsurface water recharge	
- small rivers; revitalization; scenario simulation	223
Sugar beet	
- soil cultivation; fertilization; yields; quality; uptake of nutrients	59, 167
Sugars	
- water soluble carbohydrates; metabolism; winter wheat; varieties; cereal aphids	81
Surface runoff	
- small rivers; revitalizing; scenario simulation	223
Šumava region	
- agricultural and forest lands; toxic forms of Al; fractionation of Al	419
Tausend-seed weight (TSW)	
- amaranth; species; row spacing; seed yield; effect	71
- chickpea; herbicides; preemergence treatment; effect	183
Terminology	
- denitrification in soil; review; present informations	385
Tobacco	
- varieties; seeds; monolayer moisture content of seeds	529
Tocopherols	
- natural antioxidants; winter rape seed	97
Trace elements	
- soil	
- bonds of elements in soil and in soil units; use of the sequential analysis	203
- potentially risk elements; inundated and non-inundated soil; the Labe river	217
- remediation of soils; immobilization of elements; liming; organic substances	209
Trickle irrigation	
- hop; yield and quality; efficiency of irrigational water	293, 299
Trifolium pratense, cv. Vesna	
- germination; hypocotyl length; root length; lyophilized soil extracts; effect	251
Tuber	
- potato; tuber number and weight; starch content; dry matter percentage; nitrate content; effect of benzoin	533
Vanadium	
- total content in soil; determination; ICP-AES method	427
Varieties	
- amaranth	
- seed yield; effect of variety	71
- buckwheat	
- evaluation of varieties; genetic resources; variability; quality ..	361
- hop	
- selected varieties; yield; alpha-bitter acid	305
- lucerne	
- forage quality; effect of variety	353
- <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	
- hay, dry matter; seed yields; onset of blooming; biomass quality; effect of varieties	275
- potatoes	
- selected varieties; cutting of planting material; reaction	141
- very early varieties; N nutrition; site; Fe, Mn, Cu contents	1
- rye	
- hybrid varieties; population variety; yields formation	31
- spring barley	
- malting quality; qualitative parameters	45
- nutritional composition; feeding value of grain	369
- variety mixtures; yield	149
- tobacco	
- seeds; monolayer moisture content; BET equation; GAB equation	529
- winter barley	
- nutritional composition; feeding value of grain	369
- winter cereals	
- low level of nutrients	157
- winter wheat	
- breadmaking quality of grain; evaluation	111
- cereal aphids; sugar metabolism; effect of cereal aphids	81
Virus	
- hop	
- apple mosaic virus (ApMV); breeding; genetic sources; wild hops testation	313
- potatoes	
- potato virus S (PVS); eradication; chemotherapy; ribavirin; ELISA	539
- potato virus Y (PVY); detection; strain differentiation; biotest; serotyping; RT-PCR	545
Vetching	
- genotypes; identity; homogeneity; evaluation	103
Voluntary intake of forage by animal (VI)	
- prediction; NIRS; grasses; clover crops; physical properties; effect	347
Water balance	
- models; small rivers; revitalization	223
Water management system	
- simulation model; reservoirs; affluents and runoffs of water; water quality; river system	517
Water quality	
- river system; water-management system; simulation model; reservoirs; affluents and runoffs of water	517
Water regime	
- grasslands; bio-identification methods; sensitivity of methods ..	565
Weediness	
- barnyard grass; maize; competition; moisture regime	65
- pesticides; spring barley; yields; effect of pesticides	19
Wheat	
- winter	
- breadmaking quality; wheat grain; prediction; electrophoresis ..	111
- forecrop; soil cultivation; fertilization; yield; economic efficiency; effect	133
- sugar metabolism; cereal aphids; effect	81
Wild hop	
- testation; morphological description; hop resins; hop oils; hop powdery mildew; hop breeding	313
Winter cereals	
- varieties; low level of nutrients; yield prediction; selection; roots; abiotic stresses	157
World collection of hop varieties	
- yield; alpha-bitter acids; stability; age of plants	305
Zinc	
- soil; plants; Zn content; sewage sludge; effect of application ...	457
- soil pollution testing; microbiological methods; biochemical methods	409
- total content in soil; determination	
- DTPA method	443
- ICP-AES method	427
- Mehlich III	443
- Zn doses; Zn content in soil; maize grain yield; crude protein content; resorption of nutrients	15

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively 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 the 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 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

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 contents 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 base 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 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.

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 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, telefon and fax number or e-mail.

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 nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlépají se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv 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 musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. 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.

CONTENTS

Zrůst J., Henselová M.: The effect of benzolinon on potato tuber formation.....	533
Horáčková V.: Potato virus S eradication by chemotherapy <i>in vitro</i> using ribavirin	539
Dědič P., Ptáček J.: Possibilities to differentiate the potato virus Y (PVY) strains by means of polymerase chain reaction (RT-PCR)	545
Kvítek T., Klímová P., Šonka J.: The effect of mulching on botanical composition and species representation in grassland, evapotranspiration and soil moisture content	553
Míka V., Kohoutek A., Pozdíšek J., Smítal F., Nerušil P.: Index of negative action of phenols (IANP) and its prediction in meadow plants using spectroscopy in near infrared region (NIRS).....	561
Klimeš F., Bošina H., Ekert M., Mitas V.: Methodological aspects of bio-indication of grassland water regimen (in English).....	565

ROSTLINNÁ VÝROBA**OBSAH**

Zrůst J., Henselová M.: Vliv benzolinonu na tvorbu bramborových hlíz	533
Horáčková V.: Eliminace viru S bramboru chemoterapií <i>in vitro</i> za použití ribavirinu.....	539
Dědič P., Ptáček J.: Možnosti diferenciací kmenového spektra viru Y bramboru (PVY) technikami polymerázové řetězové reakce (RT-PCR)	545
Kvítek T., Klímová P., Šonka J.: Vliv mulčování na botanické složení a pokryvnost lučního porostu, evapotranspiraci a vlhkost půdy	553
Míka V., Kohoutek A., Pozdíšek J., Smítal F., Nerušil P.: Index negativního působení fenolů (IANP) a jeho predikce v lučních rostlinách pomocí spektroskopie v blízké infračervené oblasti (NIRS).....	561
Klimeš F., Bošina H., Ekert M., Mitas V.: Metodologické aspekty bioindikace vodního režimu travních porostů.....	565
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Vokál B.: 75 let bramborářského výzkumu	552