



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

12

VOLUME 43 (LXX)
PRAHA
PROSINEC 1997
CS ISSN 0370-663X

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

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

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Ing. Karel Vofříšek, 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 43 vychází v roce 1997.

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: fofo@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1997 je 672 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 43 appearing in 1997.

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: fofo@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1997 is 170 USD (Europe), 177 USD (overseas).

PÍCNÍ A SEMENÁŘSKÁ VÝKONNOST ODRŮD KOSTŘAVY LUČNÍ INFIKOVANÝCH ENDOFYTNÍMI HOUBAMI *ACREMONIUM* SPP.

HERBAGE AND SEED PRODUCTION PERFORMANCE OF MEADOW FESCUE VARIETIES INFECTED WITH ENDOPHYTIC FUNGI *ACREMONIUM* SPP.

V. Míka¹, M. Pfanmüller²

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

² M.-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Acker-und Pflanzenbau/Saatgutwirtschaft, Germany

ABSTRACT: Four varieties of meadow fescue, in which endophytic fungi *Acremonium* spp. (A⁺) are naturally occurred, and regenerated variant (A⁻), produced by thermic treatment of their seed, were sown in the Breeding Station TAGRO Červený Dvůr near Tábor in poor, shallow soil. In two crop years herbage dry matter yield, seed production and seed value were evaluated. Emergence of A⁺ plants was faster together with the development of stand during summer drought. Plants suffered less from sucking by *Oscinella frit* than A⁻. Herbage performance of group A⁺ varieties did not differ significantly from A⁻ varieties: similarly, the seed yield and its germinative capacity, just 1000-kernel weight (TKW) was significantly lower (P_{0.99}). Year differences were significant in all investigated indicators (P_{0.99}), varietal differences were significant in dry matter yield from summer increments, seed yield and germinative capacity and TKW (P_{0.99}).

grasses; varieties; seed; endophytic fungi; symbiosis; alkaloids; breeding; seed production

ABSTRAKT: Čtyři odrůdy kostřavy luční, v nichž se přirozeně vyskytují endofytní houby *Acremonium* spp. (A⁺), a termickým ošetřením jejich semene vytvořená ozdravená varianta (A⁻) byly vysety na Šlechtitelské stanici TAGRO Červený Dvůr u Tábora na chudé mělké půdě. Ve dvou užitkových letech byla hodnocena produkce sušiny píce, produkce semene a osivové hodnoty. Vzházení A⁺ rostlin probíhalo rychleji a podobně i další vývoj porostu během letního přísušku. Rostliny trpěly méně sáním *Oscinella frit* než A⁻. Pícní výkonnost skupiny A⁺ odrůd se podstatně nelišila od A⁻ odrůd; podobně i výnos semene a jeho klíčivost, pouze hmotnost tisíce semen (HTS) byla výrazně nižší (P_{0.99}). Ročníkové rozdíly byly významné ve všech sledovaných ukazatelích (P_{0.99}), odrůdové rozdíly byly významné ve výnosu sušiny z letních nárůstů, ve výnosu semene, klíčivosti a HTS (P_{0.99}).

trávy; odrůdy; osivo; endofytní houby; symbióza; alkaloidy; šlechtění; semenářství

ÚVOD

Endofytní houby rodu *Acremonium* se běžně vyskytují ve většině našich trav, avšak největší počet publikovaných prací se týká rodu *Lolium* a *Festuca* (C a g a š, 1991, 1996). Ačkoli alkaloidy vytvořené ze spojení tráva – endofyt jsou toxické pro zvíře – konzumenta píce, pro rostlinu toto spojení bývá prospěšné a označuje se jako mutualistická symbióza (H o v e l a n d et al., 1989).

Endofyt může v hostitelské rostlině vyvolávat morfologické a fyziologické změny. Její listy bývají tlustší a užší, rostliny více odnožují, růstově jsou ranější, což lze dobře sledovat zvláště na jaře na začátku metání trav (F u n k et al., 1993), jsou rezistentnější vůči hmyzu, hádátkům, tolerantnější vůči suchu, nedostatku ži-

vin, jsou vytrvalejší a ve smíšeném porostu prokazují vyšší konkurenční schopnost (S m i l e y et al., 1992). Biotrofická povaha houby dává vyniknout těmto efektům zvláště ve stresových podmínkách pro růst trav.

Většina prací se opírá o výsledky z aridních oblastí USA, Austrálie a Nového Zélandu; ze středoevropského regionu jsou pouze sporadické údaje. Proto jsme v rámci grantového projektu provedli zevrubné šetření na jedné lokalitě v jižních Čechách.

MATERIÁL A METODA

Na Šlechtitelské stanici TAGRO Červený Dvůr, s. r. o., u Tábora byl založen polní pokus se třemi německými odrůdami a novošlechtěními kostřavy luční a jednodu-

chou českou odrůdou (Otava = č. 1), přirozeně infikovanými endofytními houbami rodu *Acremonium* (A⁺ varianta). Termickým ošetřením (Nott, Latch, 1993) části základního osiva těchto odrůd byla vytvořena ozdravená série od endofytů (A⁻ varianta). Schéma pokusu bylo kombinováno dvojím způsobem využití porostu (na píci; na semeno), kdy sklizňová plocha činila 21,6, resp. 27 m². V systému znárodněných bloků byl každý pokusný člen opakován čtyřikrát.

Pokus byl založen na jaře 1994 výsevem bez krycí plodiny, na půdě (typologicky kambizem kyselá) s mělkou ornici, pH 5,6, s nízkou přirozenou zásobou P a Mg, se střední zásobou K, s obsahem humusu 18,7 g.kg⁻¹ a sorpčním komplexem slabě nasyceným. Před setím bylo zapraveno 400 kg.ha⁻¹ kombinovaného hnojiva NPK-1 (s deklarovaným obsahem 12 % N, 19 % P₂O₅ a 19 % K₂O). Na jaře každého dalšího roku bylo aplikováno 200 kg.ha⁻¹ NPK-1 a po první a druhé seči vždy 100 kg.ha⁻¹ NPK-1. V roce zásevu byly provedeny dvě odplevelovací seče. V každém ze dvou následujících užitkových roků byly u pícní varianty provedeny tři seče a stanoven výnos sušiny a obsah sušiny v zelené hmotě. U varianty na semeno byl hodnocen výnos čistého osiva, klíčivost a hmotnost tisíce semen (dále jen HTS) (tab. II až IV).

Infekční skóre (tj. podíl infikovaných semen v procentech v populaci) bylo stanoveno mikroskopováním 2 x 100 semen za použití neselekčního barviva bengálská růžová, které sice dává kontrastní probarvení objektu, ale nedovoluje rozlišení vitálního a mrtvého mycelia (tab. I). K veškerým hodnocením znaků jiných než metrických byla použita šlechtitelská devítibodová stupnice, v níž 9 znamená nejvyšší projev pozitivní vlastnosti.

VÝSLEDKY

Termickým ošetřením osiva odrůd kostřavy luční se nepodařilo kompletně likvidovat vitalitu mycelia endofytních hub rodu *Acremonium* (tab. I).

Vzcházení A⁺ odrůd probíhalo o tři až pět dní rychleji ve srovnání s A⁻ odrůdami. Výrazný přírůstek, kte-

rý se brzy nato dostavil, vyvolal očividné rozdíly v zapojení porostu (u A⁺ o 4,8 bodu lepší než u A⁻; P_{0,99}). Čepele A⁺ odrůd byly více či méně svinuté, zatímco A⁻ odrůd vždy ploše rozprostřené. Na sklonku léta se na skupině A⁺ odrůd projevovaly menší škody (o 4,2 bodu; P_{0,99}) sáním *Oscinella frit*.

V přezimování A⁺ a A⁻ odrůd nebyly zaznamenány významné rozdíly, ovšem zapojení porostu na jaře odpovídalo stavu před zámrazem. V letní srážkové depresi se opět objevily škody na rostlinách způsobené *Oscinella frit*, tentokrát v menším rozsahu. Rezistence skupiny A⁺ odrůd byla v průměru hodnocena 8,6, zatímco u A⁻ odrůd 4,4 bodu. Rozdíl je významný na hladině P_{0,99}. Ve druhém užitkovém roce (1996), který byl srážkově nadnormální, se vyšší měrou vyskytovaly na A⁺ i A⁻ odrůdách listové choroby (zvláště padlí travní) bez zřetelného vztahu k přítomnosti endofytů.

Pícní výkonnost skupiny A⁺ odrůd se významně nelišila od skupiny A⁻ odrůd (tab. II). Rovněž tak i výnos semene a klíčivost. Pouze HTS byla u A⁺ významně nižší. Odrůdové rozdíly, zvláště v semenářské výkonnosti, byly přítomny významné (tab. III). Ročníkové efekty (1995 versus 1996) se ve všech ukazatelích projevovaly jako významné (P_{0,99}) (tab. IV).

DISKUSE

Příznivé efekty přítomnosti endofytů v odrůdách kostřavy luční pěstované na mělké chudé půdě se projevily už v prvním a druhém užitkovém roce. Podle literárních údajů lze předpokládat, že s postupujícími roky se budou projevovat ještě zřetelněji (Hoveland et al., 1989). Největší význam by zřejmě měly pro pěstování trav obecně ve stresových podmínkách a zvláště u travníkových odrůd. U pícních odrůd je však třeba rozhodně minimalizovat obsah lólinových a námelových alkaloidů (s negativním vlivem na zdraví a užitkovost zvířat), zatímco obsah peraminů (detergent vůči hmyzu a jiným škůdcům) může být prospěšný. Chemické stanovení alkaloidů ve šlechtitelských programech není nutné provádět, pokud rostliny jsou prosté endofytů. V nich se žádné alkaloidy netvoří a šlechtitel docela dobře vystačí s ověřením přítomnosti endofytů pomocí mikroskopické barvicí techniky. Očekává-li se však od příští odrůdy maximální výkonnost, vitalita ve stresových podmínkách (zvláště v extrémním suchu) a vytrvalost, potenciální obsah alkaloidů určitého typu a biologických účinků je třeba hodnotit exaktními chemickými metodami (Mík a et al., 1997).

Nižší HTS u A⁺ odrůd (tab. II) byla konstatována u kostřavy luční Otava a kostřavy rákosovité Lekora v našich podmínkách už dříve (Mík a, 1990). Při nižším počtu fertálních výhonů u A⁺, ale významně vyšší produkci semen připadajících na latu, dozrávajících semen nemají ani dostatečný prostor v latě ke svému nalití ani dostatečný přísun asimilátů a zůstávají drobnější. Osřejší třídění semen na sítěch podle velikosti sice může poněkud snížit zastoupení A⁺ semen ve smíšené popu-

I. Endofytní skóre (procento A⁺ semen) sklizených v roce 1995 až 1996 u odrůd kostřavy luční – Endophytic score (percentage of A⁺ seeds) harvested in 1995 to 1996 in meadow fescue varieties

Odrůda ¹	1995	1996
1 A ⁺	76	74
A ⁻	15	22
2 A ⁺	62	56
A ⁻	29	23
3 A ⁺	56	59
A ⁻	22	36
4 A ⁺	27	43
A ⁻	14	10

¹variety

II. Pícní a semenářská výkonnost skupiny A⁺ a A⁻ odrůd (průměr za dva užitkové roky) – Herbage and seed production performance of group A⁺ and A⁻ varieties (average for two crop years)

Parametr ¹		Odrůda ²		F
		A ⁺	A ⁻	
Výnos sušiny ³ 1. seč ⁸	(t.ha ⁻¹)	7,70	7,53	1,16 N.S.
Výnos sušiny 2. seč	(t.ha ⁻¹)	3,54	3,45	0,40 N.S.
Výnos sušiny 3. seč	(t.ha ⁻¹)	3,84	3,69	3,23 N.S.
Výnos sušiny za rok ⁹	(t.ha ⁻¹)	15,08	14,67	2,05 N.S.
Sušina zelené hmoty ⁴ (%) 1. seč		23,6	23,8	0,74 N.S.
Sušina zelené hmoty (%) 2. seč		31,6	31,4	0,77 N.S.
Sušina zelené hmoty (%) 3. seč		21,8	22,5	14,60**
Výnos semene ⁵	(kg.ha ⁻¹)	466,1	445,9	2,33 N.S.
Klíčivost ⁶	(%)	86,2	86,0	2,20 N.S.
Hmotnost tisíce semen ⁷	(g)	2,24	2,32	31,56**

N.S. nevýznamný rozdíl – insignificant difference

** rozdíl významný na hladině P_{0,99} – significant difference on the level P_{0,99}

¹indicator, ²variety, ³dry matter yield, ⁴green matter, ⁵seed yield, ⁶germinative capacity, ⁷1000-kernel weight, ⁸cut, ⁹per year

III. Pícní a semenářská výkonnost odrůd kostřavy luční (průměr A⁺ a A⁻ za dva užitkové roky) – Herbage and seed production performance of meadow fescue varieties (average A⁺ and A⁻ for two crop years)

Parametr ¹		Odrůda ²				F
		1	2	3	4	
Výnos sušiny ³ 1. seč ⁸	(t.ha ⁻¹)	7,33	7,69	7,70	7,74	1,44 N.S.
Výnos sušiny 2. seč	(t.ha ⁻¹)	3,76	3,63	3,45	3,13	3,95*
Výnos sušiny 3. seč	(t.ha ⁻¹)	3,88	4,00	3,80	3,38	9,98**
Výnos sušiny za rok ⁹	(t.ha ⁻¹)	14,97	15,32	14,95	14,25	2,41 N.S.
Sušina zelené hmoty ⁴ (%) 1. seč		24,1	23,9	23,7	23,0	7,40**
Sušina zelené hmoty (%) 2. seč		31,6	31,4	31,7	31,3	1,02 N.S.
Sušina zelené hmoty (%) 3. seč		22,1	22,1	22,4	22,0	0,70 N.S.
Výnos semene ⁵	(kg.ha ⁻¹)	400,1	521,0	426,7	476,2	16,47**
Klíčivost ⁶	(%)	86,6	84,9	83,8	89,2	14,16**
Hmotnost tisíce semen ⁷	(g)	2,29	2,33	2,22	2,28	12,84**

N.S. nevýznamný rozdíl – insignificant difference

* rozdíl významný na hladině P_{0,95} – significant difference on the level P_{0,95}

** rozdíl významný na hladině P_{0,99} – significant difference on the level P_{0,99}

For 1–9 see Tab. II

IV. Pícní a semenářská výkonnost odrůd kostřavy luční (průměr A⁺ a A⁻ za dva užitkové roky) – Herbage and seed production performance of meadow fescue varieties (average A⁺ and A⁻ for two crop years)

Parametr ¹		1995	1996	F
Výnos sušiny ³ 1. seč ⁸	(t.ha ⁻¹)	8,36	6,87	86,58**
Výnos sušiny 2. seč	(t.ha ⁻¹)	3,08	3,91	36,67**
Výnos sušiny 3. seč	(t.ha ⁻¹)	2,54	4,99	809,18**
Výnos sušiny za rok ⁹	(t.ha ⁻¹)	13,98	15,77	38,14**
Sušina zelené hmoty ⁴ (%) 1. seč		24,4	23,0	71,52**
Sušina zelené hmoty (%) 2. seč		35,4	27,5	195,47**
Sušina zelené hmoty (%) 3. seč		21,4	22,8	56,60**
Výnos semene ⁵	(kg.ha ⁻¹)	615,6	296,4	583,83**
Klíčivost ⁶	(%)	83,5	88,8	39,12**
Hmotnost tisíce semen ⁷	(g)	2,05	2,51	1 403,27**

N.S. nevýznamný rozdíl – insignificant difference

* rozdíl významný na hladině P_{0,95} – significant difference on the level P_{0,95}

** rozdíl významný na hladině P_{0,99} – significant difference on the level P_{0,99}

For 1–9 see Tab. II

laci (Procházková et al., 1991), nemůže se však jím dosáhnout jejího úplného ozdravení od endofytů.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován za finanční podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum MZe ČR, projekt reg. č. RE 5531 Vývoj technik manipulace obsahem toxických alkaloidů v travách pěstovaných v České republice.

LITERATURA

CAGAŠ, B.: Genetic resources of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and *Acremonium coenophialum*. Report of a working group of forages (4th Meet.). Budapest, 1991: 76–81.
CAGAŠ, B.: Occurrence of endophytic fungi in perennial ryegrass and meadow in the Czech Republic (1st Commun.). Sci. Stud. Res. Inst. Fodder Pl. Troubsko, 1996 (14): 115–118.
FUNK, C. R. – WHITE, R. H. – BREEN, J. P.: Importance of *Acremonium endophytes* in turf grass breeding and management. Agric. Ecosyst. Envir., 44, 1993: 215–232.

HOVELAND, C. S. – BACON, C. W. – HILL, N. S.: Mutualistic symbiosis of tall fescue and fungal endophyte. Proc. XVI Int. Grassl. Congr. Nice, 1989: 703–704.

MÍKA, V.: Endophytenprobleme bei Futtergräsern. 32. Fachtagung des Ausschusses für Gräser, Klee und Zwischenfrüchte. Fulda, BRD, 1990: 123–129.

MÍKA, V. – BUMERL, J. – SMRŽ, J.: Technika manipulace obsahem toxických alkaloidů v genotypech jílku vytrvalého (*Lolium perenne* L.). Genet. a Šlecht., 1997 (v tisku).

NOTT, H. M. – LATCH, G. C. M.: A simple method of killing endophyte in ryegrass seed. Proc. 2nd Int. Symp. Acremonium / Grass Interactions, Palmerston North (N. Zealand), 1993: 14–15.

PROCHÁZKA, J. – BUMERL, J. – MÍKA, V.: Přenos endofytní houby *Acremonium* sp. v semenných generacích trav. Genet. a Šlecht., 27, 1991 (2–3): 199–204.

SMILEY, R. W. – DERNOEDEN, P. H. – CLARKE, B. B.: Compendium of turf diseases. 2nd ed. Amer. Phytopathol. Soc. St. Paul, Minnesota, 1992. 98 s.

Došlo 10. 3. 1997

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, 0361/25 30 44, fax: 0361/25 30 43

VÝVOJ VÝNOSŮ A BOTANICKÉHO SLOŽENÍ TRVALÝCH LUČNÍCH POROSTŮ PŘI ABSENCI N-HNOJENÍ

PROGRESS OF YIELDS AND BOTANICAL COMPOSITION OF PERMANENT MEADOW STANDS IN ABSENCE OF N-FERTILIZATION

J. Mrkvička, M. Veselá

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: In the years 1992 to 1996 the effect of absence of N-fertilization on yields and botanical composition of intensively used permanent meadow stands, whose characteristics is presented in Tab. I, was studied. Original three plots in four replications were annually (starting by 1975) fertilized by split dose ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) of $\text{N}_{100-200-300-400}$ (+ $\text{P}_{40}\text{K}_{100}$). Stage of rhizomatic grasses which followed after six to seven years of N-fertilization further deepened and their proportion increased twice to three times in dependence on N doses. With doses 200 to $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N it was 73 to 78% for average of all trials, what is 82 to 86% of total proportion of grasses. Experimental plots ($5 \times 6 \text{ m}^2$ of size) were distributed in 1992 and N-fertilization was eliminated in a half of plots. Dry matter yields of unfertilized plots were compared with the yields of plots with the given level of N-fertilization and during four-year investigations they showed by about 40% lower yield level on average (Tab. IV). In the time section when N-fertilization was eliminated in commonly used meadow stands, marked changes in proportion of the stand are distinct. In plots without N-fertilization, representation of cultural tall grasses, such as *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* Presl., *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L., etc. as well as non-cultural *Elytrigia repens* Desv. participates in reduction of total proportion. On the contrary, dominance of above all *Poa pratensis* L., *Festuca rubra*, ssp. *genuina* L., *Poa trivialis* L., *Trisetum flavescens* P. Beauv., *Holcus mollis* L., and many others is increasing. Differences are particularly marked in plots with former application of higher N doses. Of leguminoses *Lathyrus pratensis* L. was more distributed in site 1 (in plots with former doses 100 to $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), less *Trifolium pratense* L. and *Trifolium hybridum* L. In all plots, formerly fertilized by $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, slightly higher occurrence of *Trifolium repens* L., in drier site (trial 2), *Lotus corniculatus* L. and *Trifolium dubium* Sibth. was found. In addition, abundance of weed species in sites formerly fertilized by higher N doses was recorded. In three-cut utilization abundance of *Cirsium arvense* L. in more fertile site was recorded (near arable lands) from formerly rare occurrence to 1 (2)% dominance in lots formerly fertilized by 300 to $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. In less yielding site 2 (forest soil) *Calamagrostis epigeios* L. and *Acetosella vulgaris* Fourr. is considerably distributed. In site 3, representation of *Taraxacum officinale* Web. increased to 5 to 10%. In sites formerly fertilized by 100 to $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (+ PK) some species occur sporadically, e.g. *Veronica chamaedrys* L., *Plantago maior* L., *Plantago lanceolata* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Alchemilla* sp., *Achillea millefolium* L., *Galium verum* L., *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Lychnis flos-cuculi* L., etc. These species were regularly found in sites without N-fertilization (0 + PK). In treatments with formerly higher N doses (300 to $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) for the time being, the representation of these species is exceptional. Increased dominance of other species (leguminoses, other dicotyledonous and weed plant species) on the majority of sites in the meantime a proportion of the stand cannot be substituted (Tab. V). In the most yielding site 1 the number of species fell during five years of investigations by 3 – 5 – 11 in sites without N application. In the least yielding site 2 the stand is most stable by species (for the time being) and in site with formerly lowest N dose ($100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) higher number of species by 6 was recorded (Tab. VI).

permanent meadow stands; absence of N-fertilization; relative yields; changes in proportion and botanical composition

ABSTRAKT: V letech 1992 až 1996 byl sledován vliv absence N-hnojení na výnosy a botanické složení intenzivně využívaných trvalých lučních porostů, jejichž charakteristiku podává tab. I. Původní tři plochy ve čtyřech opakováních byly od roku 1975 každoročně hnojeny dělenými dávkami ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) $\text{N}_{100-200-300-400}$ (+ $\text{P}_{40}\text{K}_{100}$). Stadium rhizomatických trav, které nastoupilo po šesti až sedmi letech N-hnojení, se dále prohloubilo a jejich pokryvnost se zvýšila dva- až třikrát v závislosti na dávkách N. Při dávkách 200 až $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ dosáhla v průměru všech pokusů 73 až 78 %, což představuje 82 až 86 % z celkové pokryvnosti trav. Pokusné parcely ($5 \times 6 \text{ m}^2$) byly v roce 1992 rozděleny a na polovině ploch bylo vynecháno N-hnojení. Výnosy suché hmoty nehnojených ploch byly porovnány s výnosy parcel s uvedenou úrovní N-hnojení a během čtyřletých pozorování vykazaly v průměru o cca 40 % nižší výnosovou úroveň (tab. IV). V časovém úseku po vynechání N-hnojení u běžně využívaných lučních porostů jsou již patrné závažné změny v pokryvnosti porostu. Na snížení celkové pokryvnosti se významně podílí převážně vřzstné trávy, např. *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* Presl., *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L. aj., ale i nekulturní *Elytrigia repens* Desv. Naproti tomu se zvyšuje dominance

především *Poa pratensis* L. a *Trisetum flavescens* P. Beauv, dále *Festuca rubra* L., *Holcus mollis* L. aj. Rozdíly jsou zvláště patrné u ploch s původní aplikací vyšších dávek N. Zvýšená dominance jiných druhů (leguminózy, jiné dvouděložné a ple-velné rostliny) na většině ploch zatím nestačí nahradit zapojení porostu (tab. V). Na nejvýnosnějším stanovišti 1 poklesl počet druhů během pěti let pozorování o 3 – 5 – 11 na plochách bez aplikace N. Na nejméně výnosné lokalitě 2 je zatím porost druhově nejstabilnější a u plochy s původně nejnižší dávkou N (100 kg.ha⁻¹) jsme zaznamenali zvýšení počtu druhů o 6 (tab. VI).

trvalé luční porosty; absence N-hnojení; relativní výnosy; změny pokryvnosti a botanického složení

ÚVOD

Růst zemědělské produkce v posledních desetiletích v Evropě přináší řadu problémů i v ČR. Dědictví vysokého stupně intenzifikace našeho zemědělství při neuváženém omezování zemědělské výroby může vyvolat rozsáhlé negativní následky pro obyvatelstvo a přírodu jako celek. Zde je nutné vyzdvihnout význam travních porostů jako nejlepšího a nejlevnějšího prostředku pro obnovu a udržení krajiny. Význam trvalých lučních porostů z hlediska jejich produkčních funkcí v současných ekonomických podmínkách zatím převážně stagnuje. Obecně však nabývá na významu nezastupitelnost travních porostů v tvorbě a ochraně životního prostředí.

Na většině ploch lučních porostů je vynechána nebo podstatně omezena aplikace průmyslových dusíkatých hnojiv. S tím souvisí snížení jejich využívání, změny celkové pokryvnosti a druhového složení, ale i reálná možnost zhoršení ochrany půdy a hydrosféry.

Práce navazuje na dlouhodobý lukařský výzkum, realizovaný od roku 1967.

MATERIÁL A METODA

Pokusy byly realizovány v letech 1992 až 1996 na třech stanovištích katedry pícninářství ČZU v Praze v bramborářské výrobní oblasti (tab. I). Původní pokusné plochy byly založeny metodou znáhodněných bloků ve čtyřech opakováních v letech 1966 až 1967 na nejrozšířenějších typech dřívě velkovýrobně obhospodařovaných luk. Varianty hnojení (kg.ha⁻¹) byly tyto: 0, P₄₀K₁₀₀, dále N₁₀₀₋₂₀₀₋₃₀₀₋₄₀₀ (+ P₄₀K₁₀₀). Dělení dávky dusíku (v LAV 27,5 %) byly aplikovány na počátku jarního obrůstání a po sečích v poměru 3 : 2 : 1, fosfor ve formě superfosfátu na podzim a draselná sůl po první seči (Velich, Mrkvíčka, 1988). V období odběru vzorků nebyla použita vápenatá hnojiva. Velikost pů-

I. Charakteristika pokusných stanovišť, půd a původního druhového složení porostů – Characteristics of experimental sites, soils and botanical species composition of stands

Ukazatel ¹	Stanoviště ¹⁵		
	1. Lety	2. Šerkov	3. Senožaty
Nadmořská výška ² (m)	458	446	485
Průměrné roční srážky ³ (mm)	536	536	641
Průměrné roční teploty ⁴ (°C)	7,5	7,5	7,0
Hladina podzemní vody ⁵ (m)	0,1–0,9	0,3–1,0	0,3–1,0
Vodní režim stanoviště ⁶	mezofytní ¹⁶	mezoxerofytní ¹⁹	mezofytní
Půdní typ ⁷	pseudoglej typický ¹⁷	glej ²⁰	pseudoglej typický
Půdní druh ⁸ (0–0,2 m)	hlinitý ¹⁸	hlinito-písčité ²¹	písčito-hlinitý ²²
pH (KCl)	6,3	4,9	5,1
% C _{ox}	2,89	1,72	2,16
% N _t	0,41	0,19	0,39
C _t /N _t	7,04	9,05	5,54
Celková pokryvnost ⁹ (% D)	85	80	70
Trávy celkem ¹⁰ (% D)	45	50	40
dominantní druhy ¹¹	<i>Trisetum flavescens</i> <i>Festuca pratensis</i> <i>Poa trivialis</i>	<i>Trisetum flavescens</i> <i>Holcus lanatus</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Festuca rubra</i>
Leguminózy celkem ¹² (% D)	20	5	10
Ostatní dvouděložné ¹³ (% D)	20	25	20
Výnosy suché píce ¹⁴ (t.ha ⁻¹)	4,5–5,0	1,5–2,0	3,5–4,0

¹indicator, ²altitude, ³average annual precipitation, ⁴average annual temperatures, ⁵underground water table, ⁶water regime of site, ⁷great soil group, ⁸soil texture, ⁹total proportion, ¹⁰grasses in total, ¹¹dominant species, ¹²total leguminosae, ¹³other dicotyledonous species, ¹⁴dry herbage yields, ¹⁵site, ¹⁶mezophytic, ¹⁷typical gleyic, ¹⁸loam, ¹⁹mezoxerophytic, ²⁰gleyic, ²¹loamy sand, ²²sandy loam

vodních pokusných parcel činila 5 x 6 m²; v roce 1992 byly rozděleny na polovinu v souvislosti s vynecháním N-hnojení. Plochy jsou využívány převážně třísečně.

Posečená zelená hmota byla na místě zvážena a odebrány průměrné vzorky pro stanovení procentuálního obsahu suché hmoty a pro chemické rozbor. Botanické rozbor porostů byly provedeny metodou redukované projektivní dominance (celková pokryvnost + prázdná místa = 100 %) před sklizní první seče. Základní agrobotanické složky byly postupně děleny na morfoloogicky odlišné skupiny (jednoděložné, dvouděložné) a jejich podskupiny (trávy, ostatní jednoděložné, bobovité a ostatní dvouděložné) až na jednotlivé druhy. V některých případech byla pro zvýšení přesnosti použita metoda váhová.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Dlouhodobé hnojení 100 až 400 kg N.ha⁻¹ (+ PK) zvýšilo výnosy sušiny v lučních pokusech o 45 až 180 % a vyvolalo obecně známé změny v druhovém složení porostů. Se stoupajícími dávkami N vzrostl podíl trav

ve sklizni. Stadium rhizomatických trav, které nastoupilo po šesti až sedmi letech N-hnojení, se dále prohloubilo a jejich pokryvnost se zvýšila dva- až třikrát v závislosti na dávkách N. Při dávkách 200 až 400 kg N.ha⁻¹ dosáhla v průměru všech pokusů 73 až 78 %, což představuje 82 až 86 % z celkové pokryvnosti trav (Velich et al., 1982).

Omezení dodávek průmyslových N-hnojiv vede k výraznému poklesu výnosů lučních porostů. U všech pokusů jsou uvedeny výsledky při dvousečném využití za méně příznivých klimatických podmínek (tab. II).

Z údajů tab. II je zřejmé, že v prvních letech po vynechání N-hnojení a v sušším období je patrné doznívání účinku dříve aplikovaných stupňovaných dávek N, které se v průměru stanovišť projevuje celkem pravidelně ve vzestupné úrovni relativních výnosů suché hmoty. Rozdíl u variant s původně nejnižší a nejvyšší dávkou N je velmi malý a činí přibližně 11 %. Výjimku tvoří pouze pokus 2, kde relativní hodnoty výnosů nepravidelně kolísají.

V tab. III uvádíme výsledky zaznamenané při třísečném využití ve vlhčích ročních období 1995 a 1996. Deštové

II. Relativní výnosy suché hmoty nehnojených variant oproti původním N-hnojeným plochám (= 100 %); průměr let 1992 až 1994 – Relative dry matter yields of unfertilized treatments compared with former N-fertilized sites (= 100%); average for the years 1992 to 1994

Stanoviště ¹	Původní varianty hnojení ³			
	N ₁₀₀ PK	N ₂₀₀ PK	N ₃₀₀ PK	N ₄₀₀ PK
1. Lety	68,9	63,3	79,8	82,6
2. Šerkov	39,4	51,0	49,7	45,9
3. Senožaty	51,1	51,3	60,3	64,7
Průměr ²	53,1	55,2	63,3	64,4

¹site, ²average, ³original treatments of fertilization

III. Relativní výnosy suché hmoty nehnojených variant oproti původním N-hnojeným plochám (= 100 %); průměr let 1995 až 1996 – Relative dry matter yields of unfertilized treatments compared with former N-fertilized sites (= 100%); average for the years 1995 to 1996

Stanoviště ¹	Původní varianty hnojení ³			
	N ₁₀₀ PK	N ₂₀₀ PK	N ₃₀₀ PK	N ₄₀₀ PK
1. Lety	70,9	67,5	65,0	56,4
2. Šerkov	62,2	56,5	63,0	57,0
3. Senožaty	77,3	63,5	52,7	50,6
Průměr ²	70,1	62,5	60,2	54,6

For I–3 see Tab. II

IV. Relativní výnosy suché hmoty nehnojených variant oproti původním N-hnojeným plochám (= 100 %); roky 1992 až 1994 a 1995 až 1996 – Relative dry matter yields of unfertilized treatments compared with former N-fertilized sites (= 100%); years 1992 to 1994 and 1995 to 1996

Roky ¹	Původní varianty hnojení ²			
	N ₁₀₀ PK	N ₂₀₀ PK	N ₃₀₀ PK	N ₄₀₀ PK
1992–1994	53,1	55,2	63,3	64,4
1995–1996	70,1	62,5	60,2	54,6
1992–1996	61,6	57,4	61,8	59,5

¹years, ²original treatments of fertilization

srážky v období prvních sečí v roce 1995 a pravidelný přísun srážek v celém vegetačním období roku 1996 zajistily vyšší relativní výnos nehnobené varianty (70 %) v porovnání s plochou původně hnojenou pouze 100 kg N.ha⁻¹. Relativní výnosy suché hmoty nehnobených ploch při porovnání s hnojenými variantami (200 až 400 kg N.ha⁻¹) se snížily na úroveň 62,5 až 54,6 %. Porovnáním tab. II a III lze zjistit opačný vývoj relativních výnosů suché hmoty při absenci N-hnojení za rozdílných srážkových poměrů.

V tab. IV uvádíme průměrné hodnoty relativních výnosů v sušších a vlhčích ročních (1992 až 1994 a 1995 až 1996). Z tab. IV vyplývá, že v průměru čtyř let sledování jsou výnosy suché píče nehnobených lučních porostů na přibližně stejné úrovni a kolísají zatím kolem 60 % v porovnání s N-hnojenými plochami.

V letech 1992 až 1996, tj. v časovém úseku po vynechání N-hnojení, u běžně využívaných lučních po-

rostů jsou již patrné závažné změny v pokryvnosti porostu. Na snížení celkové pokryvnosti se významně podílejí převážně vzrůstné trávy. Zvýšená dominance jiných druhů (leguminózy, jiné dvouděložné a plevelné rostliny) na většině ploch zatím nestačí nahradit zapojení porostu (tab. V).

Vzájemné vztahy rostlin v lučním společenstvu jsou dány skutečností, že rostliny se navzájem ovlivňují jak podzemními, tak nadzemními částmi. U druhově bohatých přirozených travních porostů jsou rostlinami využívané jak různé hloubky půdního profilu, tak různé roviny v nadzemní části, což má za následek změny v botanickém složení porostu (Bálatová-Tuláčeková – cit. Rychnovská, 1985). Po vypuštění výživy se u trojštěťového porostu v horské oblasti Šumavy projevilo následně vyšší využití N, kdy jeho produkční účinnost dosahovala 15 až 37 kg (Klimeš, 1996). Minerální výživa, která je aplikována záměrně na zvý-

V. Porovnání změn pokryvnosti (v % dominance) kulturních a nekulturních trav (T), leguminóz (L) a ostatních dvouděložných druhů (OD) v travních porostech při dlouhodobém N-hnojení (+N) a po jeho absenci (-N); označení + znamená ojedinělý výskyt druhů; varianta 0 = původní porost; roky 1992 a 1996 – Comparison of changes in proportion (in % of dominance) of cultural and non-cultural grasses (T), leguminoses (L) and other dicotyledonous species (OD) in permanent meadow stands in long-time N-fertilization (+N) and after its absence (-N); designation + means isolated occurrence of species; treatment 0 = original stand; years 1992 and 1996

Stanoviště ¹	Roky ²	Agrobotanická skupina ³	Varianty hnojení ⁵									
			0	PK	N ₁₀₀ PK		N ₂₀₀ PK		N ₃₀₀ PK		N ₄₀₀ PK	
					+N	-N	+N	-N	+N	-N	+N	-N
1. Lety	1992	T	45	40	90	77	92	73	92	85	95	90
		L	20	30	+	8	+	+	+	+	0	0
		OD	20	25	7	10	5	13	5	10	1	5
		celkem ⁴	85	95	97	95	97	86	97	95	96	95
	1996	T	30	30	80	50	90	40	90	55	95	75
		L	10	20	5	5	+	+	+	+	0	+
		OD	45	38	10	25	+	35	+	20	+	5
		celkem	85	88	95	80	90	75	90	85	95	80
2. Šerkov	1992	T	50	35	65	50	89	75	93	68	96	83
		L	5	5	+	+	+	+	+	+	0	0
		OD	25	20	15	15	1	5	5	5	1	2
		celkem	80	60	80	65	90	80	98	73	97	85
	1996	T	45	30	45	35	60	30	65	30	75	50
		L	5	5	5	10	+	5	0	+	0	0
		OD	25	25	25	30	25	30	20	25	15	20
		celkem	75	60	75	75	85	65	85	60	90	70
3. Senožaty	1992	T	40	35	75	50	75	50	98	75	97	85
		L	10	18	1	5	1	5	0	0	0	0
		OD	20	17	19	20	18	20	1	5	1	5
		celkem	70	70	95	75	94	75	99	80	98	90
	1996	T	15	25	65	40	80	35	85	50	85	60
		L	15	15	10	20	+	5	0	+	0	0
		OD	45	35	10	10	15	30	5	15	10	10
		celkem	75	75	85	70	95	65	90	65	95	70

¹site, ²years, ³agrobotanical group, ⁴total, ⁵treatments of fertilization, ⁶dominance

šení produkčního efektu, vede však u přirozených porostů k morfologické i funkční monotónnosti (Rabotnov, 1973; Krajčovič, Regal, 1976; Velich et al., 1982 aj.). Znalosti o změnách druhového složení travních porostů při částečném či úplném vynechání aplikace průmyslových N-hnojiv jsou zatím omezené.

V tab. VI uvádíme zaznamenaný počet jednotlivých druhů agrobotanických skupin během čtyřletého pozorování od roku 1992 (přerušení dlouhodobého N-hnojení). Na nejvýnosnějším stanovišti 1 poklesl počet druhů během pěti let pozorování o 3 – 5 – 11 na plochách bez aplikace N. Na nejméně výnosné lokalitě 2 je zatím porost druhově nejstabilnější a u plochy s původně nejnižší dávkou N (100 kg.ha⁻¹) jsme již zaznamenali zvýšení počtu druhů o 6. Na pokuse 3 jsme zjistili snížení počtu druhů o 3 až 6 u všech sledovaných variant.

U ploch s vynecháním N-hnojení se obecně snižuje zastoupení kulturních vzrůstných trav, např. *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* Presl., *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L. aj., ale i ne-

kulturního *Elytrigia repens* Desv. Naproti tomu se zvyšuje dominance především *Poa pratensis* L., dále *Festuca rubra*, ssp. *genuina* L., *Poa trivialis* L., *Trisetum flavescens* P. Beauv., *Holcus mollis* L. aj. Rozdílů jsou zvláště patrné u ploch s původní aplikací vyšších dávek N.

Z leguminóz se již více rozšiřuje *Lathyrus pratensis* L. na stanovišti 1 (na plochách s původními dávkami 100 až 200 kg N.ha⁻¹), méně *Trifolium pratense* L. a *Trifolium hybridum* L. (pokus 3). Na všech plochách dříve hnojených 100 kg N.ha⁻¹ byl zjištěn mírně vyšší výskyt *Trifolium repens* L., na sušší lokalitě 2 pak *Lotus corniculatus* L. a *Trifolium dubium* Sibth.

Dále jsme zjistili rozšiřování plevelných druhů na plochách původně hnojených vyššími dávkami N. Tak i při třicetém využití bylo zaznamenáno rozšíření *Cirsium arvense* L. na úrodnějším stanovišti 1 (v blízkosti orných půd) o 1 až 2 % dominance na plochách původně hnojených 300 až 400 kg N.ha⁻¹. Na nejméně výnosné lokalitě 2 (lesní enkláva) se rozšiřuje *Calamag-*

VI. Počet zjištěných druhů trav (T), leguminóz (L) a ostatních dvouděložných (OD) při dlouhodobém N-hnojení (+N) a po jeho absenci (-N); původní nehojený porost (0), porost dlouhodobě hnojený pouze fosforem a draslíkem (PK); roky 1992 a 1996 – The number of found grass species (T), leguminosae (L) and other dicotyledonous species (OD) in long-time N-fertilization (+N) and after its absence (-N); formerly unfertilized stand (0), stand long-time fertilized only by phosphorus and potassium (PK); years 1992 and 1996

Stanoviště ¹	Roky ²	Agrobotanická skupina ³	Varianty hnojení ⁵									
			0	PK	N ₁₀₀ PK		N ₂₀₀ PK		N ₃₀₀ PK		N ₄₀₀ PK	
					+N	-N	+N	-N	+N	-N	+N	-N
1. Lety	1992	T	13	12	13	13	10	9	9	9	12	12
		L	3	3	2	2	2	2	2	2	0	0
		OD	11	15	9	10	6	6	8	8	8	9
		celkem ⁴	27	30	24	25	18	17	19	19	20	21
	1996	T	13	10	13	11	10	6	8	6	10	6
		L	1	3	2	3	1	1	1	1	0	0
		OD	14	15	10	12	5	7	8	7	8	4
		celkem	28	28	25	26	16	14	17	14	18	10
2. Šerkov	1992	T	11	11	10	10	7	7	8	7	5	5
		L	3	4	1	1	1	1	1	1	0	0
		OD	21	18	11	11	9	9	7	9	7	7
		celkem	35	33	22	22	17	17	16	17	12	12
	1996	T	14	12	11	11	7	7	9	6	5	5
		L	3	4	1	2	1	2	0	1	0	0
		OD	16	15	10	15	8	10	9	10	6	6
		celkem	33	31	22	28	16	19	18	17	11	11
3. Senožaty	1992	T	11	13	10	12	13	12	11	11	12	12
		L	5	4	2	3	3	4	0	0	0	0
		OD	13	10	10	9	10	9	3	3	6	6
		celkem	29	27	22	24	26	25	14	14	18	15
	1996	T	9	13	10	7	12	8	11	7	11	5
		L	5	3	4	2	3	3	0	0	0	0
		OD	13	10	8	10	8	8	6	4	6	6
		celkem	27	26	22	19	23	19	17	11	17	11

For 1–5 see Tab. V

rostis epigeios L. (5 až 8 % dominance) a *Acetosella vulgaris* Fourr. (10 až 15 % dominance). Na pokuse 3 se zvyšuje zastoupení *Taraxacum officinale* Web. na 5 až 10 %.

Na plochách původně hnojených 100 až 200 kg N.ha⁻¹ (+ PK) se objevují některé původní druhy, např. *Veronica chamaedrys* L., *Plantago maior* L., *Plantago lanceolata* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Alchemilla* sp., *Achillea millefolium* L., *Galium verum* L., *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Lychnis flos-cuculi* L. aj. Tyto druhy byly pravidelně zjišťovány u ploch bez N-hnojení (0 + PK). U variant s původně vyššími dávkami N (300 až 400 kg.ha⁻¹) je zatím zastoupení těchto druhů výjimečné. Uvedené druhy jsou zaznamenány převážně u nejméně výnosného stanoviště 2.

Změny sukcese při totálním omezení N-hnojení bude třeba dále zjišťovat, protože lze předpokládat omezení biofiltrační a protierozní schopnosti travního porostu. Nelze zatím objektivně doložit, jak dlouho tento negativní vliv bude významný pro ochranu hydrosféry.

Práce vznikla za podpory grantu GA ČR 103/95/0088.

LITERATURA

- KLIMEŠ, F.: Dynamics of grassland production through the biodiversity regeneration. In: Zbor. Medzin. ved. Konf. Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku, Sekc. A, 1996: 171–173.
- KRAJČOVIČ, V. – REGAL, V.: Biológia a ekológia trávnych porostov. [Záverečná správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1976. 72 s.
- RABOTNOV, T. A.: Vlijanije mineralnych udobrenij na lugo-vyje rastenija a lugo-vyje fitocenozy. Moskva, 1973. 178 s.
- RYCHNOVSKÁ, M. – BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E. – ÚLEHLOVÁ, B. – PELIKÁN, J.: Ekologie lučních porostů. Praha, Academia 1985: 77–78.
- VELICH, J. – ŠTRÁFELDA, J. – PRAJZLER, J. – MRKVIČKA, J.: Vývoj fitocenóz trvalých luk při dlouhodobém dusíkatém hnojení a problém rozšiřování *Agropyron repens* L. In: Sbor. Konf. 30. Výr. Zal. AF VŠZ, Praha, 1982.
- VELICH, J. – MRKVIČKA, J.: Vliv doby hnojení travních porostů draslíkem na výnosy a koncentraci draslíku v píce. Rostl. Výr., 34, 1988 (8): 873–881.

Došlo 19. 2. 1997

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jiří Mrkvička, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 30 36, fax: 02/20 92 03 12

HYDROLOGICKÝ REŽIM INTENZIVNĚ A EXTENZIVNĚ VYUŽÍVANÝCH TRAVNÍCH POROSTŮ

HYDROLOGICAL REGIME OF INTENSIVELY AND EXTENSIVELY USED GRASSLANDS

T. Kvítek, P. Klímová

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

ABSTRACT: The contribution deals with the results of investigation of evapotranspiration (ET) of differentially used grassland (intensive and extensive use, since 1995 also a fallow as variant and subsequent self-grassing, since 1995 mulching with cut grass and growth regulator SHORTY) from the years 1990 to 1995 at the site in Praha-Uhřetěves (medium heavy-textured soil, luvisol), namely on compensation lysimeters (area of 4 m², depth of 0.8 m) at distinct water regime given by different (or absence, respectively) of groundwater table (HPV, English abbreviation GWT). An investigated period is divided into three time sections in dependence on the way of use of the stand and chosen water regime (Tab. II). The period 1990 to 1992: Despite significant differentiation of ET values due to the GWT level (Tab. III and IV), the significance of differences was found only in monthly ET values at GWT 0.20 m (or GWT 0.35 m, respectively) and ET values of variant without GWT. Dependence of ET on the level of GWT was found in all-growing season values ($r_{xy} = 0.90^{++}$, $n = 15$) and between ET and water supply through capillary elevation from GWT into soil profile, namely in all-growing season values ($r_{xy} = 0.90^{++}$, $n = 15$) and in balance periods of months ($r_{xy} = 0.71^{++}$, $n = 72$). In amount of water supplied through capillaries from GWT into soil profile (Fig. 1, Tab. III), statistically significant difference was only found between GWT at 0.65 m depth on one side and remaining levels of GWT on the other side, and between GWT at 0.50 m and GWT at 0.35 m in all-growing season values. At GWT at 0.65 m and particularly in the variant without GWT water supply was falling each year in soil where the loss during the growing season ranged from 37 to 56 and from 56 to 73 mm (balance component W, Tab. III). In conditions of the trial the GWT level at 0.65 m seemed to be insufficient from the aspect of coverage of moisture demand of the grassland. The period 1993 to 1994: The effect of grassland management on differentiation of investigated values was manifested more in the second year 1994 when at GWT at 0.20 m on uncut variant higher summary ET values during the growing season were recorded compared with a cut variant (higher by 5.5 and 11.7%, i.e. by 30.7 and 61.9 mm) and more significant dynamics of monthly values in the second year when in variants without GWT is at little different ET level on uncut and cut variants mutual difference in dynamics of monthly ET values: in uncut variant lower values were recorded in the first half of the growing season at slower development of the stand (influence of old stand) and in further period, on the contrary, higher values compared with the cut variant (influence of cuts of continuous vegetation and presence of invasive plants) (Fig. 2), namely at mutually different changes in the water content in soil during the growing season (total amount of water drawn from soil, i.e. the value + W as a balance component of ET, Tab. III). In the growing season of 1995, at identical water regime with GWT at 0.55 m, due to different grassland management more distinct differentiation of all-growing season ET values of different variants with two and one cut (ranging from 494.1 to 509.4 mm) and uncut variants (528.2 mm) did not appear. The variant with self-grassing following the fallow (dominance of Canada thistle [*Cirsium arvense* (L.)]) was significantly different with ET 718.3 mm. ET values in variants with one cut were not distinct from the variant with two cuts by summary values (Tab. III, Fig. 2) but by the dynamics of values during the growing season, because here after two cuts due to continuous measurements (mulching, application of growth stimulator SHORTY) more significant temporary decrease in ET appeared (at increase of water content in soil, more marked after mulching), however, followed by marked increase.

soil use; permanent grassland; fallow; mulching; evapotranspiration; groundwater table

ABSTRAKT: Evapotranspirace (ET) trvalého travního porostu byla zjišťována vodní bilancí na kompenzačních lyzimetrech při odlišném vodním režimu, daném při intenzivním třísečném využití porostu různou úrovní (resp. absencí) hladiny podzemní vody (HPV: 0,20, 0,35, 0,50 a 0,65 m). Statisticky významné vztahy byly mezi výškou HPV a ET ($r_{xy} = 0,90^{++}$), mezi výškou HPV a množstvím vody kapilárně doplněné z HPV do půdy ($r_{xy} = 0,71^{++}$) a průkazné rozdíly byly mezi měsíčními hodnotami ET při HPV 0,20 m (resp. HPV 0,35 m) a hodnotami ET varianty 5 bez HPV a mezi dotací vody z HPV 0,65 m na jedné a zbývajícím úrovním HPV na druhé straně. Sledovaný vliv odlišného využití travního porostu (dvousečné a extenzivní jednosečné využití, resp. nesečený porost) se při dvou úrovních vodního režimu výrazněji projevil při HPV 0,20 m vyššími hodnotami ET na nesečené variantě (o 5,5 a 11,7 %), zatímco na variantách bez HPV, při málo rozdílné výši ET za celé

vegetační období je mezi sečenou a nesečenou variantou vzájemná odlišnost v dynamice měsíčních hodnot ET a v obsahu vody v půdě v průběhu vegetace. Při shodné úrovni HPV (0,55 m) je při dvou- a jednosečném využití malý rozdíl v ET (494,1 až 509,4 mm), kdy vyšší ET (528,2 mm) je na nesečeném porostu a zejména na úhoru se samozatrávněním (718,3 mm). Následkem mulčování travní hmotou nebo použitím růstového stimulatoru SHORTY nedošlo ke snížení sumární hodnoty ET, avšak změnila se její dynamika v průběhu vegetace (dočasné snížení ET a nárůst obsahu vody v půdě po aplikaci).

využití půdy; trvalý travní porost; úhor; mulčování; evapotranspirace; hladina podzemní vody

ÚVOD

Transformace našeho zemědělství po roce 1989 způsobila v mnoha oblastech změny ve využívání půdního fondu. Mnoho pozemků jak ve svažitých a inundačních lokalitách, tak v infiltračních zónách území přestalo být využíváno jako orná půda. V této situaci bylo třeba navrhnout systémy obhospodařování trvalých travních porostů, které by byly v souladu s cíli trvale udržitelného zemědělství v těchto oblastech.

Tyto návrhy se musejí opírat o důkladný výzkum a znalost hydrologického režimu intenzivně i extenzivně využívaných půd a trvalých travních porostů. Změny využívání pozemků mohou mít velmi různý vliv jak na všechny složky hydrologické bilance, zejména na infiltraci a průsak vody půdním profilem (O'Connell et al., 1995), retenci vody v půdě (Kvítek et al., 1994), transpiraci a evapotranspiraci (Magid et al., 1994), povrchový odtok, doplňování zásob podzemních vod (Dharmasena, 1994), tak i na kvalitu vody daných lokalit a oblastí (Izaauralde et al., 1995). Při extenzivním obhospodařování ve srovnání s konvenčním způsobem využití je zjišťován pozvolnější vývoj travního porostu a nižší odběr vody (Gerein, Grosskopf, 1990; Dahmen, 1990).

MATERIÁL A METODA

Z dlouhodobého experimentálního pokusu s lyzimetry na pozemku v Praze-Uhřetěvesi (náležejícího VÚMOP Praha) jsou uvedeny výsledky z let 1990 až 1995.

Pokusný pozemek se nachází v zemědělské výrobní oblasti IIIc/3 (výrobní typ řepařsko-ječný podle Rajonizace zemědělské výroby v ČSSR, 1963), v nadmořské výšce 290 m n. m. Klimatická oblast je mírně teplá, v okrsku B2, mírně teplém, s převážně teplou zimou, kde srážkový a teplotní normál je 575 mm a 8,3 °C (380 mm a 14,6 °C ve vegetačním období). Povětrnostní podmínky pokusných let uvádí tab. I.

Půdotvorným substrátem jsou sprašové hlíny, půdním typem je hnědozem. Charakteristika půdní vrstvy 0 až 0,30 m: středně těžká hlinitá půda, pórovitost 49 až 55 %, maximální kapilární kapacita 36 až 39 %, měrná hmotnost 2,66 g.cm⁻³, střední obsah humusu (vyjádřeno podle 1,2 až 1,6 % C_{ox}).

Pokus byl realizován na pěti kompenzačních lyzimetrech (lyzimetr = varianta), typ podle Thornthwaita s možností regulace hladiny podzemní vody (HPV), o ploše 4 m², hloubce 0,8 m, zapuštěných po úroveň terénu a naplněných v roce 1981 zeminou ze stanoviště. Porostem byla travní směs (lipnice luční, kostřava luční, bojínka luční), v roce 1995 přibyla varianta úhoru se samozatrávněním.

Vodní režim variant byl určován zvolenou úrovní HPV (při její konstantní výši po celou vegetaci), která byla v období 1990 až 1994 na jednotlivých variantách rozdílná a v roce 1995 byla na všech variantách sjednocena. Systém variant uvádí tab. II.

Využití porostu bylo v průběhu let odlišné: v období 1990 až 1992 na všech variantách shodně trojsečné s N-hnojením, představující tradiční využití, avšak při rozdílném vodním režimu, daném různou úrovní (resp. absencí) HPV; v období 1993 až 1995 dvousečné s N-hnojením (s HPV v 0,50 m), představující tradiční využití (varianta 3). Modelem pro extenzivní využití byly od roku 1993 jednak varianty 2 a 4, s jednou opožděnou sečí a s hnojením 25 kg N.ha⁻¹, resp. bez N v roce 1995, při vzájemně odlišné úrovni HPV, a jednak varianty 1 a 5, které nebyly sečeny ani hnojeny. V roce 1995, kdy byla na všech variantách sjednocena úroveň HPV, byl zachován systém využití porostu, avšak při odlišné manipulaci s travní hmotou na jednosečných variantách: na variantě 2 odstranění hmoty po seči s následnou aplikací růstového regulátoru SHORTY a na variantě 4 ponechání posečené hmoty na pokose ve formě mulče. Varianta 1 byla změněna na úhor se samozatrávněním.

Na lyzimetrech byla zjišťována evapotranspirace (ET) v období sledovaných měsíců (resp. čtyř týdnů od roku 1993), sečí a celé vegetace vodní bilancí v půd-

I. Srážky a průměrná denní teplota vzduchu ve vegetačním období (duben až září) v Uhřetěvesi – Precipitation and average daily air temperature during the growing season (April to September) in Uhřetěves

	Normál ³	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Srážky ¹ (mm)	380	238,3	323,1	316,4	452,3	367,1	457,0
Teplota vzduchu ² (°C)	14,6	14,9	14,7	16,6	14,9	16,0	15,2

¹precipitation, ²air temperature, ³normal

Období ¹		1990–1992			1993–1994			1995		
Režim ²		HPV (m)	počet sečí ³	N-hnojení ⁴ (kg.ha ⁻¹)	HPV (m)	počet sečí	N-hnojení (kg.ha ⁻¹)	HPV (m)	počet sečí a další opatření ⁵	N-hnojení (kg.ha ⁻¹)
Varianta ⁶	1	0,20	3	150	0,20	0	0	0,55	úhor ⁷ , samozatravnění ⁸	0
	2	0,35	3	150	0,20	1	25	0,55	1 + mulč ⁹	0
	3	0,50	3	150	0,50	2	50	0,55	2	50
	4	0,65	3	150	–	1	25	0,55	1 + Shorty	0
	5	–	3	150	–	0	0	0,55	0	0

¹period, ²regime, ³number of cuts, ⁴N-fertilization, ⁵number of cuts and other measurements, ⁶variant, ⁷fallow, ⁸self-grassing, ⁹mulching

ním profilu 0 až 0,6 m na základě vztahu $ET = S + Z - P + \Delta W$ (mm), kde bilančními složkami jsou srážky (S), množství vody doplněné kapilárním vztlínáním z HPV (Z), průsak z půdního profilu (P) a rozdíl v obsahu vody v půdním profilu mezi dvěma měřeními (ΔW). Vlhkost půdy byla zjišťována gravimetricky ve vrstvách po 0,10 m. Teploty vzduchu a hodnoty evapotranspirace potenciální (ETP, stanovena metodou Penmana v modifikaci Monteithově) byly převzaty z ČHMÚ Praha a Brno.

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

VÝSLEDKY A DISKUSE

Souhrnný přehled zjištěných hodnot ET a jejich bilančních složek v jednotlivých letech uvádí tab. III, kumulativní hodnoty ET a množství vody kapilárně doplněné z HPV do půdního profilu obr. 1 a 2. Sledované období je podle způsobu využití porostu a rozdílného vodního režimu rozčleněno do tří úseků (tab. II).

Období 1990 až 1992: jednotné trojsečné využití porostu, rozdílný vodní režim

Průměrné hodnoty ET ze tříletého období při rozdílné HPV a vliv přítomnosti a zvyšování úrovně HPV na vzestup hodnot ET uvádí tab. IV.

Úroveň hodnot ET a jejich relace ovlivňovala především diferencovaná výše HPV a povětrnostní charakter ročníku. Nejvyšší hodnoty ET tohoto období, dosažené i u ETP v roce 1992 (tab. III), lze vysvětlit právě vysokými hodnotami teploty vzduchu (tab. I) a jeho sytostního doplněním.

Přes výraznou diferenciaci hodnot ET celovegetačních, za období sečí i měsíců vlivem výšky HPV, byla statistická průkaznost rozdílů zjištěna jen mezi měsíčními hodnotami ET při HPV 0,20 m (resp. 0,35 m) a hodnotami ET varianty 5 bez HPV. Závislost ET na výšce HPV byla nalezena při souhrnném testování hodnot za celou vegetaci, zjištěných v období 1990 až 1992, s těsností vztahu $r_{xy} = 0,90^{++}$ ($n = 15$). V rámci jednotlivých let je tento vztah velmi těsný v roce 1990, zatímco v roce 1992 zde tato závislost není.

V podmínkách pokusu byl prokázán statisticky významný vztah mezi ET a dotací vody kapilárním vztlínáním z HPV do půdního profilu, a to u hodnot za celou vegetaci ($r_{xy} = 0,90^{++}$, $n = 15$) i v bilančních obdobích měsíců ($r_{xy} = 0,71^{++}$, $n = 72$). Při hodnocení jednotlivých úrovní HPV je tento vztah významný jen při HPV 0,35 m, a to u bilančních období měsíců. Statisticky významný vztah mezi úrovní HPV a obsahem vody v povrchové půdní vrstvě uvádějí Brereton, Hope-Cawdery (1988).

V množství vody doplněné kapilárně z HPV do půdního profilu byl statisticky průkazný rozdíl zjištěn jen mezi HPV v 0,65 m na jedné straně a zbývajících úrovních HPV na druhé straně, a to pro období měsíců, sečí i celé vegetace (v tříletém průměru činila dotace vody za vegetaci z HPV 0,65 m 109,3 mm a z HPV 0,50 m více než dvojnásobek, a to 231,6 mm). Rozdíl mezi dotací vody z HPV v 0,50 m a z HPV v 0,35 m je významný jen u celovegetačních hodnot. Mezi HPV v 0,20 m a HPV v 0,35 m nebyl rozdíl v doplňování vody statisticky potvrzen. Kumulativní hodnoty této bilanční složky uvádí obr. 1.

Hodnoty bilanční složky, kterou je voda odčerpaná z půdní zásoby (W), ukazují po všechny tři roky jednoznačně velké snižování zásoby vody v půdě v průběhu vegetace při HPV v 0,65 m a zejména na variantě bez HPV. Tento deficit, vzniklý za období celé vegetace, tj. ke dni 30. 9. každého roku, lze u těchto variant vyčíst z vodní bilance (kladná hodnota W, tab. III). V podmínkách pokusu se tak úroveň HPV v 0,65 m z hlediska krytí vlákové potřeby travního porostu ukázala nedostatečná.

Období 1993 až 1994: dvou- a jednosečné využití, nesečený porost, rozdílný vodní režim

Průměrné celovegetační hodnoty ET v období let 1993 až 1994 činily na nesečených variantách (1 a 5) 604,3 a 430,4 mm, na jednosečných (2 a 4) 558,0 a 415,8 mm a na dvousečné variantě (3) 496,4 mm.

Vzájemné relace hodnot ET jednotlivých variant, a to i v jednotlivých letech (tab. III), jsou i zde především důsledkem dominantního vlivu diferencovaného vodního režimu, daného přítomností a výší HPV, za významného spolupůsobení povětrnostních podmínek.

III. Vodní bilance při rozdílném vodním režimu a obhospodařování travního porostu (Uhřetěves, 1990 až 1995) – Water balance at different water regime and grassland management (Uhřetěves, 1990 to 1995)

Období ¹	Varianta ²	Režim ³			Evapotranspirace potenciální ⁶ ETP	Vodní bilance ⁷ ET = S + Z - P + ΔW (mm)				
		HPV	počet sečí ⁴	N-hnojení ⁵		evapotranspirace ⁸ ET	srážky ⁹ S (* resp. + závlaha) ¹⁰	voda doplněná kapilárním vztlínáním z HPV ¹¹ Z	průsak ¹² P	voda odčerpávaná z půdní zásoby (+), resp. v půdě akumulovaná (-) ¹³ W
		m		kg.ha ⁻¹	mm			mm		
1990 2. 4.–30. 9.	1	0,20	3	150	512,0	537,5	238,3	391,6	80,7	-11,7
	2	0,35	3	150	512,0	512,4	238,3	320,2	43,9	-2,2
	3	0,50	3	150	512,0	466,6	*245,8	227,2	20,6	14,2
	4	0,65	3	150	512,0	407,2	*263,3	120,8	14,0	37,1
	5	–	3	150	512,0	307,2	*265,8	–	18,7	60,1
1991 3. 4.–30. 9.	1	0,20	3	150	502,5	488,5	323,1	337,7	162,1	-10,2
	2	0,35	3	150	502,5	507,7	323,1	310,5	127,1	1,2
	3	0,50	3	150	502,5	414,1	323,1	219,3	123,9	-4,4
	4	0,65	3	150	502,5	427,0	323,1	79,9	26,6	50,6
	5	–	3	150	502,5	378,3	323,1	–	0,5	55,7
1992 2. 4.–30. 9.	1	0,20	3	150	548,7	573,8	256,4	438,0	118,4	-2,2
	2	0,35	3	150	548,7	589,7	256,4	392,0	62,9	4,2
	3	0,50	3	150	548,7	508,2	256,4	248,3	17,1	20,6
	4	0,65	3	150	548,7	438,5	256,4	127,4	1,6	56,3
	5	–	3	150	548,7	328,3	256,4	–	1,2	73,1
1993 1. 4.–29. 9.	1	0,20	0	0	493,2	616,1	452,3	353,3	191,0	1,5
	2	0,20	1	25	493,2	585,4	452,3	365,4	205,0	-27,3
	3	0,50	2	50	493,2	507,2	452,3	197,1	128,6	-13,6
	4	–	1	25	493,2	458,8	452,3	–	6,0	12,4
	5	–	0	0	493,2	462,8	452,3	–	2,4	12,9
1994 31. 3.–28. 9.	1	0,20	0	0	515,4	592,5	367,1	396,3	155,0	-15,9
	2	0,20	1	25	515,4	530,6	367,1	361,3	200,2	2,4
	3	0,50	2	50	515,4	485,5	367,1	216,7	78,5	-19,8
	4	–	1	25	515,4	372,8	367,1	–	34,3	40,0
	5	–	0	0	515,4	398,0	367,1	–	51,2	82,1
1995 30. 3.–11. 10.	1	0,55	0	0	467,1	718,3	557,3	265,7	129,6	24,9
	2	0,55	1	0	467,1	505,5	557,3	110,1	179,4	17,5
	3	0,55	2	50	467,1	494,1	557,3	144,6	216,7	8,9
	4	0,55	1	0	467,1	509,4	557,3	125,0	179,9	7,0
	5	0,55	0	0	467,1	528,2	557,3	133,8	174,3	11,4

¹period, ²variant, ³regime, ⁴number of cuts, ⁵N-fertilization, ⁶potential evapotranspiration, ⁷water balance, ⁸evapotranspiration, ⁹precipitation, ¹⁰(* + irrigation, resp.), ¹¹water supplied through capillary elevation from GWT, ¹²penetration, ¹³water drawn from soil reserve (+), or accumulated in soil (-)

IV. Průměrné hodnoty evapotranspirace travního porostu za období 1990 až 1992 – Average values of evapotranspiration of grassland for the period 1990 to 1992

Varianta ¹	HPV	Evapotranspirace ²		Srovnání s variantou 5 bez HPV ³	
		m	mm	zvýšení ⁴	
		za vegetaci ³	průměrná denní ⁴	%	mm
1	0,20	533,3	2,93	58	195
2	0,35	536,6	2,95	59	199
3	0,50	463,0	2,54	37	125
4	0,65	424,2	2,33	26	86
5	–	337,9	1,86	–	–

¹variant, ²evapotranspiration, ³for the growing season, ⁴average daily, ⁵comparison with variant 5 without GWT, ⁶increase

Vliv obhospodařování porostu (tj. vliv seči a N-hnojení, resp. jejich vyloučení), zjišťovaný jednak na variantách 1 a 2 při vysoké úrovni HPV, jednak na variantách 4 a 5 bez HPV, se diferenciací sledovaných hodnot projevily významně až ve druhém roce pokusu 1994.

Při HPV v 0,20 m byly na nesečené variantě 1 ve srovnání se sečenou variantou 2 zjištěny vyšší sumární hodnoty ET za vegetaci v obou letech (o 5,5 a 11,7 %, tj. o 30,7 a 61,9 mm) a výraznější dynamika měsíčních hodnot ve druhém roce, kdy s výjimkou května jsou vždy vyšší hodnoty na nesečené variantě 1 (s maximem v červenci a srpnu, při průměrné denní ET 4,79 a 4,52 mm), zatímco na sečené variantě 2 bylo toto maximum v květnu a červenci, a to za den 3,72 a 3,76 mm.

Na variantách bez HPV byla na nesečené variantě 5 oproti sečené variantě 4 zjištěna vyšší hodnota ET jen v roce 1994, a to pouze o 6,5 % (tj. 25,2 mm). Významná se však v tomto roce ukázala vzájemná odlišnost v dynamice měsíčních hodnot ET: na nesečené variantě 5 nižší hodnoty v první půli období vegetace při pozvolnějším rozvoji porostu (duben až červen) a v dalším období naopak vyšší hodnoty (červenec až září) než na sečené variantě 4. Nejvyšší průměrné denní hodnoty byly zjištěny v červnu a červenci a činily 2,87 a 2,31 mm na variantě 4 a 2,60 a 2,99 mm na variantě 5.

Odlišnému obhospodařování lze přisoudit i pozorované rozdíly v obsahu vody v půdě a jeho dynamice v průběhu vegetace na variantách 4 a 5 bez HPV ve druhém roce pokusu. Na nesečené variantě 5 ve srovnání se sečenou variantou 4 byl obsah vody v celém půdním profilu od konce března do konce května poněkud vyšší na variantě 5, a to na úrovni 60 až 80 % VVK (vzdušitelné vodní kapacity), zatímco v průběhu července až září se obsah vody v celém profilu na této nesečené variantě výrazně snižoval i v nejhlubších vrstvách profilu, v horizontu 40 až 60 cm až na úroveň 10 až 15 % VVK. Celkové množství vody odčerpané z půdy (hodnota W jako bilanční složka ET, tab. III) ukazuje rozdíly ve spotřebě této vody na celovegetační ET mezi jednotlivými variantami, které na variantě 4

činí 40,0 mm a na variantě 5 82,1 mm, přičemž zásoba vody v celém profilu 0 až 0,60 m na těchto variantách je koncem září 158 a 115 mm.

K rozdílu mezi variantami 4 a 5 v obsahu vody v půdě a v hodnotách ET v roce 1994 přispěla odlišná silná vrstva staříny z předchozího roku 1993, které lze na nesečené variantě 5 v období dubna až června přisoudit pozvolnější rozvoj porostu s důsledkem poněkud vyššího obsahu vody v půdním profilu a nižší hodnoty ET ve srovnání se sečenou variantou 4. V období července až září se na zvýšení hodnot ET a snížení obsahu vody i v nejhlubších částech půdního profilu varianty 5 podílely vedle nepokosených, původně vysetých trav i tzv. invazní rostliny s odlišným kořenovým systémem a vodním provozem vůbec. Na variantě 4 po tzv. opožděné seči došlo ke zpomalení obrůstání (vliv povětrnosti) a při klesající spotřebě vody na ET se tak na variantě 4 obsah vody v půdě výrazněji nesnížil. Obdobné zjištění pomalejšího vývoje travního porostu a nižšího odběru vody při extenzivním obhospodařování uvádí např. D a h m e n (1990).

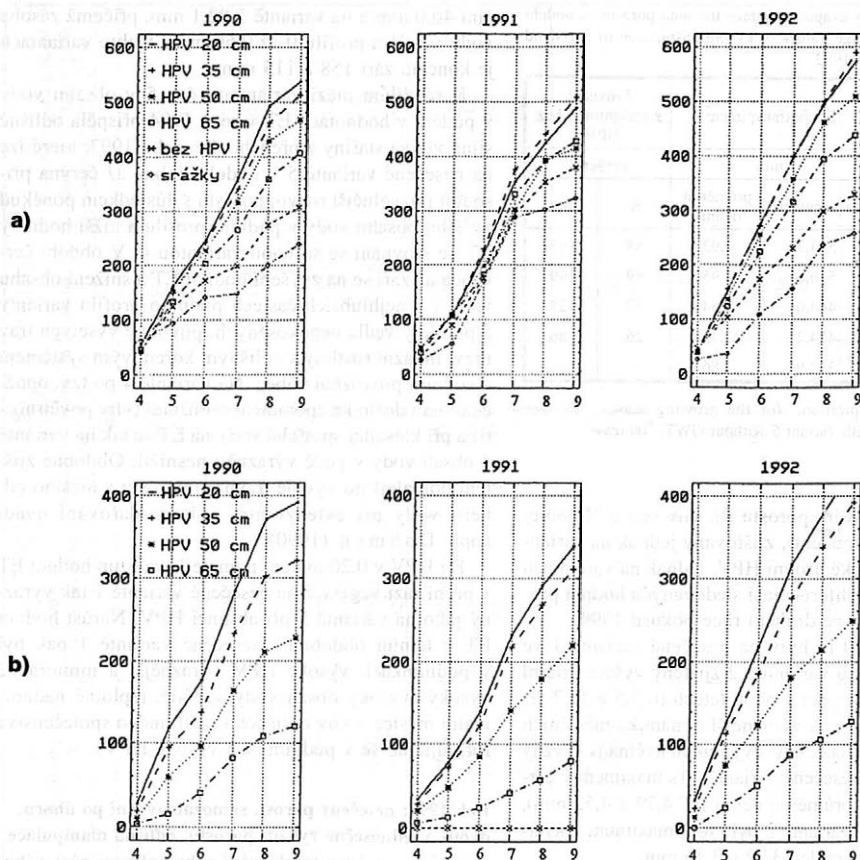
Při HPV v 0,20 m není pomalejší vzestup hodnot ET v první fázi vegetace na nesečené variantě 1 tak výrazný jako na variantě 5 při absenci HPV. Nárůst hodnot ET v letním období na nesečené variantě 1 pak byl v podmínkách vysoké HPV výraznější a mimořádně vysoký (vysoký obsah vody v půdě, teplotně nadnormální měsíce a vliv odlišného rostlinného společenstva formujícího se v podmínkách vysoké HPV).

Rok 1995: nesečený porost, samozatrávnění po úhoru, dvou- a jednosečné využití porostu, odlišná manipulace s posečenou travou (mulčování nebo aplikace růstového regulátoru), shodný vodní režim

Při sjednoceném vodním režimu na všech variantách (HPV 0,55 m), ve srážkově příznivém roce nedošlo při rozdílném obhospodařování travního porostu (počet seči a manipulací s posečenou travní hmotou) k výraznější diferenciaci hodnot ET jednotlivých variant s dvěma a jednou sečí (v rozsahu 494,1 až 509,4 mm) a nesečené varianty (528,2 mm). Od těchto variant se výrazně odlišuje varianta 1 se samozatrávněním (následujícím po úhoru) s ET 718,3 mm.

Na variantě 1 s úhorem a následným samozatrávněním (ve skutečnosti zaplevelením důvodložitými rostlinami s převládajícím pcháčem osetu) sumární hodnoty ET výrazně převyšovaly ET ostatních variant (např. variantu se dvěma sečemi o 45 %, tj. o 224 mm). Vysoká spotřeba vody zde nevedla k podstatnějším poklesům zásob vody v půdním profilu, neboť kapilární doplňování vody z HPV na této variantě bylo nejvyšší (kořeny pcháče osetu při jeho odlišných nárocích na vodu zde mohly odčerpávat vodu i z půdních vrstev bezprostředně nad HPV).

Hodnota ET na variantě 3 s dvěma sečemi se od variant 2 a 4 s jednou sečí nelišila sumární hodnotou, ale průběhem hodnot ET ve vegetaci, neboť zde po obou sečích nedošlo k tak výraznému snížení ET jako



1. Vliv různé úrovně HPV na evapotranspiraci (ET) travního porostu a její bilanční složku a množství vody kapilárně doplněné z HPV do půdy (Uhřetěves, 1990 až 1992) – Effect of different GWT levels on evapotranspiration (ET) of grassland and its balance component and amount of water supplied into soil through capillaries from GWT (Uhřetěves, 1990 to 1992)

a) evapotranspirace, srážky (kumulativní hodnoty) – evapotranspiration, precipitation (cumulative values)

osa x: měsíce – x axis: months

osa y: kumulativní ET (mm/měsíc) – y axis: cumulative ET (mm/month)

b) množství vody kapilárně doplněné z HPV do půdy (kumulativní hodnoty) – amount of water supplied into soil through capillaries from GWT (cumulative values)

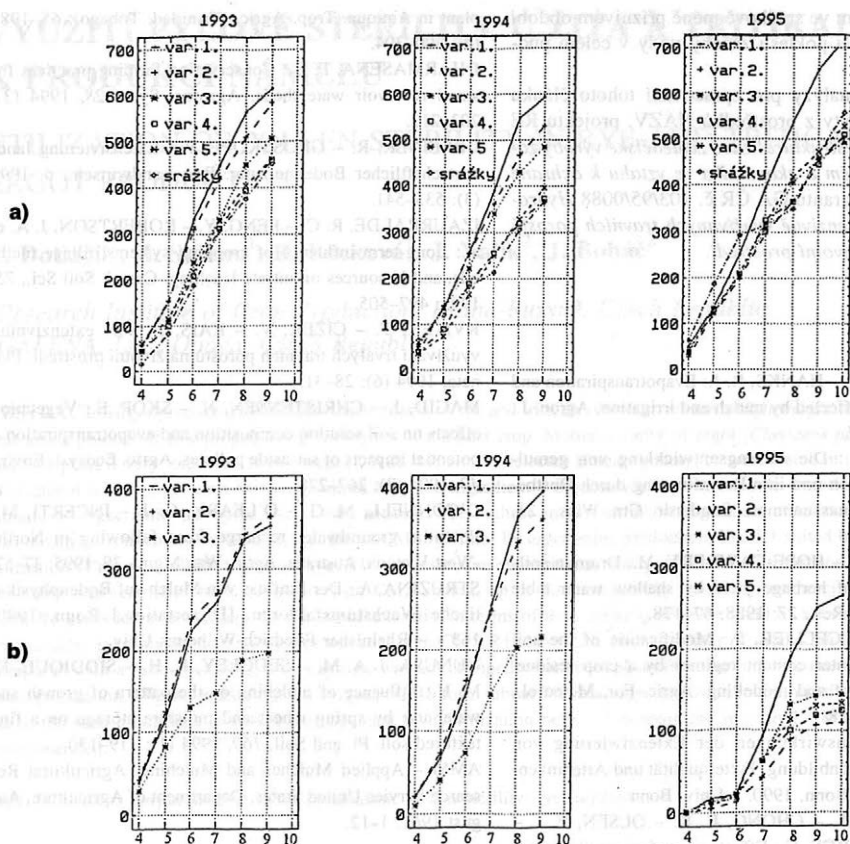
osa x: měsíce – x axis: months

osa y: voda doplněná z HPV (mm/měsíc) – y axis: water supplied from GWT (mm/month)

na obou variantách jednosečných, zřejmě v důsledku následujících opatření (mulčování, aplikace růstového regulátoru SHORTY).

Mulčování travní hmotou na jednosečném porostu varianty 4 nevedlo k podstatnému odlišení sumární hodnoty ET od ostatních sečených variant. Vliv seče s následným mulčováním pokosu posečenou a rozřezanou trávou však byl velmi výrazný v poklesu hodnot ET v období prvního až čtvrtého týdne bezprostředně po aplikaci mulče (pokles průměrné denní ET z 4,01 na 1,47 mm), kdy srovnatelné průměrné hodnoty ETP činily za den 3,47 a 3,55 mm. V následujícím období, kdy nepříliš silnou vrstvou mulče rostliny prorostly (nejdříve ty robustnější, např. kostřava luční, pýr pla-

živý, ovsík vyvýšený), byl zaznamenán značný nárůst hodnoty ET, která převýšila jak ETP, tak ET varianty nesečené i varianty s dvěma sečemi. Po mulčování byl zjištěn výrazný vzestup zásoby vody v celém půdním profilu a především ve vrstvě 0 až 0,20 m, kdy čtyři týdny po mulčování byl zde zjištěn dvojnásobný obsah vody, a to i přes nízké srážky v tomto období. Vyšší vlhkost ve vrchní části půdního profilu vlivem travního, resp. organického mulče uvádějí např. Daisley et al. (1985) a Struzina (1990). Účinek mulčování na zvýšení obsahu vody a snížení evaporace dokládají Yunusa et al. (1994) a Bussiére, Cellier (1994), kteří vyvinuli a ověřovali model přenosu tepla a vody v systému organickými rezidui mulčované pů-



2. Vliv rozdílného využití travního porostu (sečením, resp. jeho absencí) a různé úrovně HPV na evapotranspiraci (ET) travního porostu a její bilanční složku a množství vody kapilárně doplněné z HPV do půdy (Uhřetěves, 1993 až 1995) – Effect of different grassland use (by cut or absence of cut, resp.) and different GWT levels on evapotranspiration (ET) of grassland and its balance component and amount of water supplied into soil through capillaries from GWT (Uhřetěves, 1993 to 1995)

a) evapotranspirace, srážky (kumulativní hodnoty) – evapotranspiration, precipitation (cumulative values)

osa x: měsíce – x axis: months

osa y: kumulativní ET (mm/měsíc) – y axis: cumulative ET (mm/month)

b) množství vody kapilárně doplněné z HPV do půdy (kumulativní hodnoty) – amount of water supplied into soil through capillaries from GWT (cumulative values)

osa x: měsíce – x axis: months

osa y: voda doplněná z HPV (mm/měsíc) – y axis: water supplied from GWT (mm/month)

systém variant viz tab. II – for system of variants see Tab. II

dy. Baumaister (1963) a podobně Barros, Hanks (1993) nezjistili úsporu vody spotřebované rostlinami.

Použití přípravku SHORTY na jednosečný travní porost varianty 2 nevedlo ke snížení sumární hodnoty ET (srovnání s dvousečnou variantou 3 i jednosečnou variantou 4). Přímým důsledkem použití SHORTY pak bylo snížení hodnoty ET v období třetího až šestého týdne po aplikaci. Po tomto období, zřejmě následkem postupné regenerace porostu v podmínkách příznivé srážkové činnosti, následoval vzestup hodnot ET. Mírný nárůst zásoby vody v půdě po aplikaci SHORTY

odpovídal obecné tendenci vzestupu obsahu vody vzhledem ke srážkové situaci v daném období.

Na nesečené variantě 5 byla sumární hodnota ET (528,2 mm) za celou vegetaci nevýrazně vyšší než ET ostatních sečených variant (o 6,9 %, tj. o 34,1 mm, než na dvousečné variantě 3 a o 2,3 % a 3,1 %, tj. o 11,4 a 15,3 mm, než na jednosečných variantách 2 a 4, tab. III a obr. 2). Průběh hodnot ET v období vegetace se na nesečené variantě blížil průběhu ETP, tzn. že byl obdobně bez výraznější dynamiky hodnot ET v průběhu vegetace působené sečení. V důsledku pravidelného nárůstu spotřeby vody v letních měsících došlo pod ne-

sečeným porostem ve srážkově méně příznivém období k nejvýraznějšímu poklesu zásoby vody v celém půdním profilu.

Výsledky a analýzy pro zpracování tohoto článku byly finančně kryty z prostředků NAZV, projektu RE 5501 MZe ČR *Restrukturalizace zemědělské výroby za travněním – systém a ekonomika ve vztahu k ochraně půdy a vody a z grantu GA ČR č. 103/95/0088 Hydrologický režim extenzivně využívaných travních porostů a jejich vliv na životní prostředí.*

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.

BAUMEISTER, J.: Die Anfangsentwicklung von gemulchten Raseneinsaat und ihre Beeinflussung durch Obstbestand und Pflegemaßnahmen. *Sonderdr. Gtn.-Wiss.*, 28, 1963 (3): 375–410.

BRERETON, A. J. – HOPE-CAWDERY, M.: Drumlin soils – the depression of herbage yield by shallow water table depth. *Ir. J. Agric. Res.*, 27: 1988: 67–178.

BUSSIÉRE, W. – CELLIER, P.: Modification of the soil temperature and water content regimes by a crop residue. Mulch – experiment and modelling. *Agric. For. Meteorol.*, 68, 1994 (1–2): 1–28.

DAHMEN, P.: Auswirkungen der Extensivierung von Grünland auf Massenbildung, Futterqualität und Arteninventar. [Dissertation.] Bonn, 1990. – Univ. Bonn.

DAISLEY, L. E. A. – CHONG, E. K. – OLSEN, F. J. – SINGH, L. – GEORGE, C.: Effects of surface-applied grass mulch on soil water content and yields of cowpea and egg-

plant in Antigua. *Trop. Agric. (Trinidad, Tobago)*, 65, 1988 (4): 300–304.

DHARMASENA, P. B.: Conservation farming practices for small reservoir watersheds. *Agrofor. Syst.*, 28, 1994 (3): 203–212.

GEREINER, R. – GROSSKOPF, W.: Extensivierung landwirtschaftlicher Bodennutzung. *Ber. Landwirtschaft.*, 6, 1990 (3): 533–541.

IZAURRALDE, R. C. – FENG, Y. – ROBERTSON, J. A. et al.: Long-term influence of cropping systems, tillage methods, and N sources on nitrate leaching. *Can. J. Soil Sci.*, 75, 1995: 497–505.

KVÍTEK, T. – ČÍŽEK, V. – RAIS, I.: Vliv extenzivního využívání trvalých travních porostů na životní prostředí. *Planeta*, 1994 (6): 28–31.

MAGID, J. – CHRISTENSEN, N. – SKOP, E.: Vegetation effects on soil solution composition and evapotranspiration – potential impacts of set-aside policies. *Agric. Ecosyst. Envir.*, 49, 1994 (3): 267–278.

O'CONNELL, M. G. – O'LEARY, G. J. – INCERTI, M.: Potential groundwater recharge from fallowing in North-West Victoria, Australia. *Agric. Wat. Mgmt.*, 29, 1995: 37–52.

STRUZINA, A.: Der Einfluss von Mulch auf Bodenphysikalische Wachstumsfaktoren. [Dissertation.] Bonn, 1990. 163 s. – Rheinischer Friedrich-Wilhelms Univ.

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. and Soil*, 160, 1994 (1): 119–130.

AMM – Applied Mulches and Mulching. Agricultural Research Service United States, Department of Agriculture, August 1961: 1–12.

Došlo 18. 3. 1997

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

VYUŽITÍ PYLOVÉ STERILITY U ŽITA A TRITIKALE K PRODUKCI NÁMELU

UTILIZATION OF POLLEN STERILITY IN RYE AND TRITICALE FOR ERGOT PRODUCTION

L. Dotlačil¹, Z. Stehno¹, R. Bocková¹, J. Valík², J. Boháč²

¹Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

²GALENA, Ltd., Opava, Czech Republic

ABSTRACT: Ergot production in pollen-sterile plants of rye and triticale allows to obtain a high weight of sclerotia per area unit and a product of low proportion of caryopses of the host crop. Mutual affinity of ergot [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.] and host plant is very important in this respect. With this aim 12 selected triticale genotypes were tested in terms of an amount of obtained sclerotia per area unit and content of active ingredient – ergocristine. Spring triticale varieties produced greater amount of ergocristine per spike than winter triticale. The highest amount of active ingredient after inoculation with ergot was obtained from spring triticale Moloc. Of 18 CMS rye lines by ergotamine production, line R1 suited best for commercial utilization. This new CMS analog of rye R1 was tested in experimental and practical conditions and its biological and economic characteristics were compared with CMS analog, up to now exclusively used for commercial ergot production. CMS R1 gives lower and comparable yield of sclerotia, in terms of their better quality the yield of active ingredient is fully comparable, even higher. In seed production trial with CMS R1 about 23% lower number of grains per spike was achieved compared with a fertile form R1. Sink capacity was not changed what gives possibilities to improve the seed yield by better cross pollination. Slightly reduced grain weight in CMS form (about 7%) was not manifested in germinative capacity of seeds. As to the seed production and price, arrangement of hybridization belts 1.5 m apart and in ratio 2 CMS : 1 fertile form is recommended.

ergot [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.]; cytoplasmic pollen sterility; rye; triticale

ABSTRAKT: Výroba námelu na pylově sterilních rostlinách žita či tritikale umožňuje získat vysokou hmotnost sklerocií z jednotky plochy a produkt s nízkým podílem obilke hostitelské plodiny. Významná je z tohoto pohledu vzájemná afinita paličkovice nachové [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.] a hostitelské rostliny. S tímto cílem bylo testováno 12 vybraných genotypů tritikale z hlediska množství získaných sklerocií z jednotky plochy a obsahu účinné látky ergocristinu. Jarní odrůdy tritikale produkovaly vyšší množství ergocristinu na klas než ozimé tritikale. Nejvyšší množství účinné látky po inokulaci námelem bylo získáno z jarního tritikale Moloc. Z 18 CMS linií žita se podle produkce ergotaminu z jednotky plochy nejlépe hodila pro komerční využití linie R1. Tento nový CMS analog žita R1 byl ověřován v experimentálních a provozních podmínkách a jeho biologické a hospodářské charakteristiky byly porovnány s CMS analogem, dosud výlučně využívaným pro komerční produkci námelu. CMS R1 poskytuje nižší až srovnatelný výnos sklerocií, vzhledem k jejich lepší kvalitě je však výnos účinných látek plně srovnatelný až vyšší. V semenářském pokusu s CMS R1 byl dosažen o cca 23 % nižší počet zrn na klas než u fertillní formy R1. Úložná kapacita klasu však byla nezměněna, což skýtá možnosti zlepšení výnosu semen lepším cizosprašením. Mírně snížená hmotnost zrna u CMS formy (asi o 7 %) se neprojevila na klíčivosti semen. S ohledem na produkci a cenu osiva se doporučuje uspořádání hybridizačních pásů o šíři 1,5 m v poměru 2 CMS : 1 fertillní forma.

námél [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.]; cytoplazmatická pylová sterilita; žito; tritikale

ÚVOD

Sklerocia paličkovice nachové [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.] obsahují některé alkaloidy (ergotamin, ergocristin) využívané v medicíně. Množství a skladba alkaloidů se však výrazně liší nejen u různých kmenů paličkovice nachové, ale i v závislosti na hostitelské rostlině. K syntéze alkaloidů dochází v průběhu vývoje sklerocií (Dídekbrumec et al., 1996).

Námél se vyskytuje na řadě plodin (Macek, 1990), ekonomicky využitelná je však dosud pouze výroba námelu na žitě a zřejmě i na tritikale. Pro výrobu lze s výhodou využívat pylově sterilních analogů, které zajišťují snadnou inokulaci a vysoký výnos námelu při minimální příměsi zrna. Perspektivní je i využití gametocidů (Tregubov, 1986).

U žita je známa řada prací potvrzujících výrazný vliv genotypu hostitele na množství a kvalitu produkce

vaného námelu (Rothacker et al., 1988; Frauenstein, 1988; Gainariu et al., 1989; Singh et al., 1992). Významné genotypové rozdíly byly prokázány rovněž u tritikale (Gregory et al., 1985; Pandotra et al., 1987), u kterého byly zjištěny odrůdy s velmi vysokou afinitou k námelu. Obecně bývají tímto parazitem mnohem více napadány hybridní odrůdy (Mielke, 1993). Obdobně jako u fertálních forem projevuje se výrazná genotypová reakce na námel též u pylově sterilních (CMS) analogů (Gaspar et al., 1990).

Produkci a kvalitu námelu na hostitelských rostlinách ovšem ovlivňuje i řada faktorů prostředí, zejména počasí (Barnikol, Thalmann, 1986), zvláště v době infekce klasů, kdy jsou pro parazita výhodné vlhké a chladnější podmínky (Chelkowski, Kwasna, 1986). Naylor, Mundro (1992) prokázali vliv hnojení dusíkem na zvýšení výskytu sklerocií u tritikale.

Pro komerční produkci námelu se ve světě využívá jednak jeho výroba v bioreaktorech, jednak výroba na hostitelských rostlinách. Nejvhodnějšími hostitelskými rostlinami jsou CMS analogy žita, u kterých lze po umělé infekci dosáhnout až desetinásobné produkce sklerocií oproti fertálním formám (Gaspar et al., 1990).

V ČR se dosud komerčně využívala jedna CMS odrůda žita. Závislost výrobců námelu pouze na jednom genotypu, cenové relace osiva i potřeba zlepšit některé znaky vedly k zájmu o vytvoření dalších stejně využitelných CMS analogů žita, případně tritikale.

Cílem naší práce proto bylo otestovat nejvhodnější genotypy pro produkci kvalitního námelu, z dostupných CMS analogů vybrat pro další šlechtění ty nejperspektivnější a navrhnout technologii jejich semenářství a pěstování.

MATERIÁL A METODA

Afinita odrůd a novošlechtění tritikale k námelu byla testována u sedmi genotypů ozimého tritikale převážně polského původu a pěti odrůd jarního tritikale, pocházejících z CIMMYT Mexiko.

K inokulaci suspenzí konidií byl použit kmen paličkovice nachové, ergocristinového typu. Suspenze byla aplikována injekčně na počátku metání klasů. Před dozráním byly klasy zabezpečeny proti vypadávání velkých zralých sklerocií. Po dozrání byla zjištěna hmotnost sklerocií v klasu a metodou chromatografie na tenké vrstvě byl stanoven obsah ergocristinu.

Obdobně bylo postupováno při testování CMS linií žita s tím rozdílem, že sledování účinných látek bylo zaměřeno na obsah ergotaminu. Hodnocen byl rovněž podíl obilke žita v celkové sklizni.

V letech 1994 až 1996 probíhalo srovnání vytvořeného pylově sterilního CMS analogu žita R1 s komerčně využívanou CMS odrůdou. Sklizeň infikovaných klasů z mikroparcel 4 x 1 m² ze čtyř prostředí byla hodnocena na počet sklerocií a počet zrn v klasu. V námelu byl zjišťován procentuální obsah ergotaminu a ergocristinu metodou tenkovrstevné chromatografie.

Na dvou stanovištích byl v roce 1996 založen semenářský pokus s CMS analogem R1. Ve vysévaných semenářských pásech šíře 1,5 m byly z pokusných mikroparcel 4 x 1 m² odebrány klasy CMS R1 a fertální formy R1 (udržovatele sterility). Hodnoceny byly morfologické znaky klasu a základní prvky produktivity klasu. K vyhodnocení byla využita analýza variance dvojného třídění s interakcí.

Pro doplnění informací o pěstitelské hodnotě CMS analogu R1 bylo využito výsledků pěstování námelu na CMS R1 a komerčně využívané (referenční) CMS linií žita na provozních plochách dvou pěstitelských podniků v roce 1995 a 1996 (infekce byla prováděna velkovýrobní technologií, sklizeň kombajnem).

Vzhledem ke stanovisku spolupracujících subjektů nejsou uváděny komerční názvy kontrolní CMS linií žita a kmenů námelu použitých pro testování ani stanoviště, kde byly ověřovány CMS analogy žita, resp. jejich semenářství.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Genotypové rozdíly u žita a tritikale v reakci na infekci námelem

Vzájemná afinita hostitelské rostliny a parazitické houby paličkovice nachové [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.] je jedním z rozhodujících faktorů, který určuje produkci námelu z jednotky plochy, a to jak jeho kvantitu, tak především kvalitu, tj. množství účinných látek ergotaminu a ergocristinu. Průkazné rozdíly v náchylnosti k paličkovici nachové zjistili u devíti indických odrůd žita Singh et al. (1992). Širokou morfologickou a biochemickou variabilitu sklerocií námelu v závislosti na odrůdě hostitelského žita uvádějí Gainariu et al. (1989). Také u tritikale byly zjištěny průkazné meziodrůdové rozdíly v produkci námelu (Gregory et al., 1985; Pandotra et al., 1987).

Při výběru vhodných odrůd a novošlechtění tritikale k převodu na pylově sterilní formu jsme vycházeli z uvedených zjištění. Odrůdy a novošlechtění tritikale inokulované konidiemi paličkovice nachové vykazovaly podstatné rozdíly v hmotnosti sklerocií na klas a v obsahu ergocristinu ve sklerociích (tab. I). Z těchto dvou hodnot vyplynuly vysoké rozdíly v produkci ergocristinu na jeden klas hostitelské rostliny. Z ozimých forem tritikale se jako velmi perspektivní ukazuje novošlechtění SUTH 01 a polská odrůda Almo. Přijatelná produkce ergocristinu byla též u novošlechtění tritikale UH 130 ze ŠS Uhřetice SELGEN, a. s.

Podstatně vyšší hmotnost sklerocií i obsah ergocristinu byly zaznamenány u čtyřech z pěti testovaných jarních tritikale mexického původu. Hmotnost sklerocií z jednoho klasu přesáhla ve všech případech 0,5 g a obsah ergocristinu se výjma odrůdy Gibon pohyboval na úrovni 1,30 % a více. Ze srovnání produkce ergocristinu na klas je patrná výrazná převaha jarních tritikale nad ozimými formami.

Tritikale ¹	Genotyp ⁴	Hmotnost sklerocií na klas ⁵	Obsah ergocristinu ve sklerociích ⁶	
			(%)	mg/klas ⁷
Ozimé ²	Grado	0,15	0,54	0,81
	Almo	0,43	0,95	4,09
	Dagro	0,03	0,56	0,17
	Malno	0,02	0,46	0,09
	SUHT 01	0,46	1,03	4,74
	KS 26	0,01	0,95	0,10
	UH 130	0,21	1,05	2,21
	průměr ⁸	0,19	0,79	1,74
Jarní ³	Daman	0,54	1,30	7,02
	Coati	0,57	1,35	7,70
	Gibon	0,55	0,70	3,85
	Ruuna	0,55	1,30	7,15
	Moloc	0,99	1,33	13,17
	průměr	0,64	1,20	7,78
	průměr souboru ⁹	0,38	0,96	4,26

¹tritikale, ²winter, ³spring, ⁴genotype, ⁵weight of sclerotia per spike, ⁶ergocristine in sclerotia, ⁷mg/spike, ⁸average, ⁹average for set

Při hodnocení vztahu mezi velikostí sklerocií a obsahem ergocristinu byla zjištěna vysoce průkazná pozitivní korelace ($r = 0,724$; $P = 99,23$). Plyne z toho, že při výběru hostitelské odrůdy podle velikosti sklerocií je pozitivně ovlivňován i obsah ergocristinu. Na základě těchto hodnocení byly vybrány nejvhodnější genotypy tritikale k převodu na cytoplazmaticky indukovanou, pylově sterilní formu tritikale k produkci námelu.

Schopnost produkce námelu byla u vybraných linií žita testována i po jejich převodu na pylově sterilní formu. Kromě teoretického výnosu sklerocií námelu z 1 ha byl testován obsah alkaloidu ergotaminu. Z 18 CMS linií žita byly v teoretickém výnosu námelu nejperspektivnější linie R1, R5, R13 a R3, jak je uvedeno v tab. II.

Nevýhodou linií R5 a R3 byl nízký obsah ergotaminu a vysoká příměs žitných obilí ve sklizni (tj. nízká úroveň pylové sterility). Linie R12, R13 a R14, tj. kombinace H23 X SR 187, se vyznačovaly vysokým obsahem ergotaminu a předpokládá se další využití, především linie R13. Na základě vysoké produkce námelu z 1 ha a příznivého obsahu ergotaminu byla v roce 1994 pro další praktické využití vybrána linie R1. V porovnání s dosud komerčně využívaným pylově sterilním žitem, běžně využívaným k výrobě námelu, skýtá tato linie velmi dobré předpoklady pro praktické využití.

Charakteristika nové pylově sterilní linie žita R1

Na základě předběžného hodnocení CMS analogů žita v letech 1993 až 1995 byly vybrány dva genotypy R1 a R4 pro experimentální a poloprovozní ověření. Protože CMS analog R4 vykázal průkazně horší výsledky než R1 i komerčně využívaná CMS linie, byly

do celkového tříletého hodnocení zahrnuty pouze tyto dva genotypy. Výsledky zkoušek ve čtyřech různých prostředích stručně shrnuje tab. III.

Na všech čtyřech stanovištích poskytl nejvyšší výnos sklerocií námelu v přepočtu na kontrolní analog žita. V průměru stanovišť činil tento rozdíl +10,2 % k R1. Obsah účinných látek ve sklerociích byl naopak ve třech prostředích ze čtyř výrazně vyšší u CMS analogu R1 a v celkovém průměru o 12,5 % vyšší oproti CMS kontrole. Předpokládaným výnosem účinných látek z plochy se tak oba CMS analogy v podstatě nelišily (+1,1 % u R1). U CMS R1 byl také zjištěn poněkud nižší výskyt příměsí zrn v námelu (4,8 %), což má význam při zpracování námelové suroviny.

S uvedeným experimentem dobře korespondují výsledky provozního srovnání obou CMS analogů (tab. IV). I když výsledky z provozního ověřování nelze považovat za exaktní (různé velké provozní plochy a různé pozemky, na nichž byly CMS analogy pěstovány, nevyvážený počet stanovišť), ukazují na druhé straně pravděpodobnou reakci v podmínkách velkovýroby, při použití jiných technik inokulace a sklizně. V provozních podmínkách se daleko výrazněji prosadila výhoda CMS R1, daná vyšším obsahem účinných látek v námelu, takže při srovnatelném výnosu námelu z plochy byl výsledný zisk účinných látek o cca 24 % vyšší než u kontrolní CMS linie a činil v průměru 12,2 kg/ha.

Plní pokusy i provozní zkoušení prokázaly, že CMS analog R1 se výslednými parametry zcela vyrovná dosud komerčně využívané CMS linii a v některých ukazatelích ji pravděpodobně předčí. Na základě dosažených poznatků a zkušeností je proto vypracována metodika pěstování R1 a spolu se semenářským materiálem předána uživateli.

II. Soubor CMS analogů žita; orientační testy na afinitu k infekci námelem (1993, 1994) jako kritéria pro další šlechtění a množení vybraných analogů v následujících letech – Set of CMS rye analogs; tests for affinity to ergot infection (1993, 1994) as a criterion for further breeding and propagation of selected analogs in subsequent years

CMS analog ¹	Původ ²	Teoretický výnos námelu ³ (kg/ha)	Příměs žita ⁴ (%)	Obsah ergotaminu ⁵ (%)	Teoretický výnos ergotaminu ⁶ (kg/ha)
R1	H x PtLN 804	2 954	20	0,76	22,45
R2	PtCMS 145 x PtLN 804	2 301	40	0,84	19,32
R3	PtCMS 145 x PtLN 804	2 408	32	0,60	14,45
R4	H x PtLN 804	2 220	31	0,60	13,32
R5	(CMSns2 x 80P) x PtLN 804	2 585	36	0,60	15,51
R6	(CMSns3 x 80P) x SR 52	1 769	13	0,84	14,86
R7	CMSL311-P x PtLN 804	2 244	44	0,80	17,95
R8	H x PtLN 804	2 156	35	0,70	15,09
R9	(CMSns2 x 80P) x PtLN 804	2 193	48	0,84	18,42
R10	PtCMS 145 x PtLN 804	2 273	34	0,64	14,55
R11	PtCMS BC x PtUS BC	2 357	21	0,70	16,50
R12	H23 x SR 187	2 309	4	0,80	20,78
R13	H23 x SR 187	2 456	15	0,90	22,10
R14	H23 x SR 187	1 870	9	0,84	15,71
R15	H x OF 24 (LPH1)	1 405	54	0,90	12,64
R16	(H x RCMS 21/1) x SR 71	1 357	45	0,60	8,14
R17	H x SR 52	1 155	2	0,90	10,39
R18	Pt (LPH1) x SK 126	2 067	1	0,60	12,40
Průměr ⁷		2 115	27	0,75	15,81
Komerčně využívaná CMS linie ⁸		1 828	18	0,86	15,72

¹CMS analog, ²origin, ³theoretical yield of ergot, ⁴admixture of rye, ⁵ergotamine content, ⁶theoretical yield of ergotamine, ⁷average, ⁸commercially used CMS line

III. Výtěžnost a kvalita námelu u CMS analogu žita R1 a komerčně využívané (kontrolní) CMS linie – Ergot yield and quality in CMS rye analog R1 and commercially used (control) CMS line

CMS analog ¹	Stanoviště (ročník) ²	Výnos námelu ³ (kg/ha)	Obsah účinných látek ⁴ (%)	Teoretický výnos účinné látky ⁵ (kg/ha)	Příměs obilí žita ⁶ (%)
Kontrola ⁷	P1 (1994)	2 243	0,62	13,9	1,1
	P2 (1995)	2 640	0,81	21,3	3,6
	P3 (1995)	1 652	0,92	15,1	6,9
	P4 (1996)	1 656	1,17	19,4	14,0
R1	P1 (1994)	2 155	0,50	10,8	2,3
	P2 (1995)	2 243	1,04	23,3	1,1
	P3 (1995)	1 510	1,11	16,7	0,7
	P4 (1996)	1 523	1,29	19,17	15,0
Kontrola	průměr ⁸	2 048	0,88	17,4	6,4
R1	průměr	1 858	0,99	17,6	4,8

¹CMS analog, ²site (year), ³ergot yield, ⁴content of active ingredients, ⁵theoretical yield of active ingredient, ⁶admixture of rye caryopses, ⁷control, ⁸average

V ekonomice výroby námelu hraje významnou roli i semenářská technologie a cena osiva CMS analogu. S cílem namnožit osivo a získat doplňující poznatky a semenářskou charakteristiku CMS R1 byly v roce 1996 založeny hybridizační dílce na čtyřech stanoviš-

tích s celkovou plochou 20 ha. Část výseví na dvou stanovištích byla založena a sledována jako experiment, jehož výsledky jsou shrnuty v tab. V.

Úložná kapacita klasu CMS analogu R1 zůstává stejná jako u fertilní formy. Z toho vyplývá, že produk-

IV. Výsledky porovnání produkce a kvality námelu z kontrolní komerčně využívané CMS linie a CMS linie žita R1 v provozních podmínkách – Results of comparison of ergot production and its quality from control commercially used CMS line and CMS rye R1 line in practical conditions

CMS analog ¹	Stanoviště (ročník) ²	Výměra ³ (ha)	Výnos námelu ⁴ (kg/ha)	Obsah účinných látek v námelu ⁵ (%)	Výnos účinné látky ⁶ (kg/ha)	Příměs semen žita ⁷ (%)
Kontrola ⁸	P2 (1995)	1,4	995	0,87*	8,7	3,0
	P3 (1995)	0,6	1 138	1,08	12,3	19,0
	P5 (1995)	0,5	806	0,69	5,6	5,0
	P4 (1996)	2,0	988	1,26*	12,5	10,6
	průměr ⁹		982	0,98*	9,8	9,4
R1	P2 (1995)	0,6	1 199	1,06*	12,7	3,0
	P3 (1996)	2,0	1 008	1,44*	14,5	20,0
	průměr		970	1,28	12,2	8,9

¹CMS analog, ²site (year), ³area, ⁴ergot yield, ⁵content of active ingredients in ergot, ⁶yield of active ingredient, ⁷admixture of rye seeds, ⁸control, ⁹average

V. Porovnání charakteristik klasu CMS analogu žita R1 a jeho udržovatele sterility (US); vliv stanoviště na projev znaků – Comparison of spike characteristics of CMS rye R1 analog and its sterility supporters (US); effect of a site on the manifestation of traits

CMS/US R1	Stanoviště ¹	Hodnocení charakteristiky klasu ²					
		délka ³ (cm)	počet klásků ⁴	počet zrn v klasu ⁵	počet zrn na klásek ⁶	hmotnost zrna na klas ⁷	hmotnost 1000 zrn ⁸ (g)
CMS R1	P1	7,53	24,6	32,3	1,31	0,91	28,1
	P2	7,00	22,9	22,2	0,97	0,57	25,4
	$\bar{x}$	7,26	23,7	27,2	1,14	0,74	26,7
US R1	P1	7,78	25,4	39,7	1,56	1,23	30,1
	P2	6,78	23,0	31,2	1,36	0,83	26,5
	$\bar{x}$	7,28	24,3	35,5	1,46	1,03	28,7
Průkaznost rozdílu ⁹ (F-test)	CMS/US	0,0	2,9	29,4**	43,8**	28,4**	14,2**
	stanoviště ¹	86,5**	51,5**	37,2**	31,2**	46,1**	45,7**
	interakce ¹⁰	8,4*	1,6	0,3	2,0	0,3	2,8

* významné při $P = 0,05$ – significant at $P = 0,05$

** významné při $P = 0,01$ – significant at $P = 0,01$

¹site, ²evaluation of characteristics of spike, ³length, ⁴number of spikelets, ⁵number of grains per spike, ⁶number of grains per spikelet, ⁷grain weight per spike, ⁸1000-grain weight, ⁹significance of differences, ¹⁰interaction

ce semen u CMS formy může za optimálních podmínek cizosprašení dosáhnout až stejného počtu zrn z klasu jako u formy fertlní. V našich pokusech byl zřejmě v důsledku nedokonalého cizosprašení počet zrn na klas CMS analogu o 23 % nižší než u fertlní formy. Vliv cytoplazmy Pampa se projevil na menší hmotnosti zrna u CMS R1 (a to asi o 7 % oproti fertlní formě; podle předběžných výsledků to však neovlivňuje biologickou hodnotu semen). Nižší počet zrn na klas a poněkud snížená hmotnost zrna redukovaly ovšem hmotnost zrna na klas u CMS formy o 28 %.

U všech sledovaných znaků byl prokázán významný vliv stanoviště. Vhodnější bylo sušší a teplejší stanoviště P1, kde byl u CMS analogu dosažen o třetinu vyšší počet zrn na klas než na stanovišti P2. Tato skutečnost naznačuje důležitost výběru vhodných stanovišť pro semenářství CMS analogu. Neprůkaznost interakcí faktorů cytoplazmy se stanovištěm může naznačovat,

že sterilní i fertlní forma budou na prostředí reagovat podobně, a lze tedy vycházet z běžných semenářských zásad.

Porovnání sklizně semen z CMS analogů při střídavém výsevu s udržovatelem sterility v pásech (1,5 m šíře) v poměru 1 CMS : 1 US a 2 CMS : 1 US neprokázalo podstatnější rozdíly. S ohledem na produkci a cenu osiva se zdá proto výhodnější uspořádání hybridizačních pásoů při šíři 1,5 m v poměru 2 CMS : 1 US.

Pro zachování vysoké úrovně sterility CMS R1 je ovšem nezbytné dodržet dostatečnou izolační vzdálenost od fertlních rostlin jiného žita (alespoň 2 km) a je nutné počítat s pravidelnými negativními selekcemi v době před kvetením, kdy lze výskyt částečně fertlních rostlin nejlépe identifikovat.

Experimentální práce byly uskutečněny za finanční podpory GA ČR v rámci grantu reg. č. 506/94/1041.

LITERATURA

BARNIKOL, H. – THALMANN, A.: Recent increase of ergotism: a growing risk for man and animals? Tierarztl. Umsch., 41, 1986 (3): 178–185.

DIDEKBRUMEC, M. – GABERCPOREKAR, V. – ALACEVIC, M.: Relationship between the *Claviceps* life cycle and productivity of ergot alkaloids. Crit. Rev. Biotechnol., 16, 1996 (3): 257–299.

FRAUENSTEIN, K.: Control of ergot sclerotia and fragments in rye and smooth meadow seed with Baytan Universal. Nachr. Bl. Pfl. Schutz DDR, 42, 1988 (1).

GAINARIU, O. – IGNATESCU, I. – GASPAR, I. – CARAS, M. – SURDU, S. – TANASE, D.: Cercetari privind producerea cornului secarei *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. An. Inst. Cerc. Cereal. Pl. Techn. Fundulea, 57, 1989: 345–350.

GASPAR, I. – IGNATESCU, I. – MADEJ, L. – RAIBUH, A.: Possibilities of using male-sterile forms of rye in producing sclerotia of *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. An. Inst. Cerc. Cereal. Pl. Techn. Fundulea, 58, 1990: 41–59.

GREGORY, R. S. – WEBB, P. J. – HAMPSON, P. R.: Selection for resistance to ergot in triticale. In: BERNARD, M. – BERNARD, J.: Genetic and breeding of triticale. Pl. Breed. Inst. Trumpington, 1985.

CHELKOWSKI, J. – KWASNA, H.: Colonisation of *Claviceps purpurea* sclerotia on triticale by fusarium. J. Phytopath., 117, 1986 (1): 77–78.

MACEK, J.: Wild oat (*Avena fatua* L. and *A. ludoviciana* Dur.) in rye fields for artificial production of sclerotia of *Claviceps purpurea* Tul. in Istria / Yugoslavia. Proc. Symp. Integrated weed management in cereals, Helsinki, Finland 1990.

MIELKE, H.: Untersuchungen zur Bekämpfung des Mutterkorns. Nachr. Bl. Dtsch. Pfl. Schutzdienst., 45, 1993 (5–6): 102.

NAYLOR, R. E. L. – MUNRO, L. M.: Effects of nitrogen and fungicide applications on the incidence of (*Claviceps purpurea*) in triticale. Tests Agrochem. and Cultiv., 1992 (13): 28–29.

PANDOTRA, V. R. – THAKUR, R. N. – SASTRY, K. S. M.: Screening of triticale cultivars against ergot (*Claviceps purpurea*) infection. Indian J. Mycol. Pl. Path., 17, 1988 (1): 57–58.

ROTHACKER, D. – FRAUENSTEIN, K. – OERTEL, K.: Studies on occurrence of ergot, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. in winter rye multiplication crops. Nachr. Bl. Pfl. Schutz DDR, 42, 1988 (11): 220–222.

SINGH, H. P. – SINGH, H. N. – SINGH, K. P.: Varietal susceptibility of rye (*Secale cereale*) for ergot (*Claviceps purpurea*) Tul. infection. New Bot., 19, 1992 (1–4): 225–227.

TREGUBOV, V. M.: Effect of chemically induced male sterility in rye on floral biology and the biological yield of ergot. Ref. Zh., 10, 1986 (65): 523.

Došlo 6. 2. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Ladislav Dotlačil, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

JAKOST ZRNA BEZPLUCHÉHO JARNÍHO JEČMENE Z ODLIŠNÝCH ZPŮSOBŮ PĚSTOVÁNÍ

GRAIN QUALITY OF HULL-LESS SPRING BARLEY FROM DIFFERENT CROPPING SYSTEMS

J. Ehrenbergerová¹, K. Vaculová², J. Zimolka¹

¹Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

²Agricultural Research Institute, Ltd., Kroměříž, Czech Republic

ABSTRACT: Field block-designed trials were conducted in the maize-growing region Žabčice from 1994 to 1996. Seven new naked lines (BR 1117, BR 1119, MU 1131, MU 1133, MU 1135, KM 1771, KM 1057) and two covered varieties (Ladík, Rubín as standards) of spring barley were investigated. Two cropping systems, conventional and without chemical treatment, were applied. The former included mineral fertilization (50 kg N, 55 kg P₂O₅ and 55 kg K₂O in pure nutrients per hectare) and pesticide application. Two forecrops (root crop – sugar beet and cereal crop winter wheat) were used. After the harvest, grain samples were taken to analyse content of the chemical substances: protein (Kjeldahl), aminoacids (aminoacid analyser, AAA 881), starch (Ewers), β -glucans (EBC method), fat (extraction according to Soxhlet) and fatty acids (esterification using an instrument CHROM 5). A genetic factor (varieties and lines) affected all the studied characters highly significantly (Tabs I and IV), while the highest proportion of genetic variability was assessed for oleic and linoleic acid content (48 and 40%, respectively) and β -glucan content (25%). Weather conditions of the years affected all of the studied characters, except of β -glucan content, highly significantly. Cropping systems influenced variability in protein content, total content of essential aminoacids, β -glucans, fat and linoleic acid, while a preceding crop showed significant effects on variability in starch content, oleic and linoleic acids only. Interrelationships between the investigated factors (Tabs I and III) contributed to total variability in all the characters with the exception of lysine and β -glucans in grain and lysine proportion in protein (Tabs I and III). Significant differences in all the characters, except of lysine proportion in protein, were assessed on average in a set of naked lines and covered standard varieties through all the factors (Fig. 1, Tabs III, IV, V and VII). Line KM 1057 showed significantly higher contents of protein, essential aminoacids, lysine, fat and oleic acid, and significantly lower content of β -glucans as compared to covered varieties. This confirmed its suitability for feeding purposes. Regarding perspective food uses, KM 1771 was the most promising line among the naked ones due to its significantly higher β -glucan content, increased content of essential aminoacids and non-saturated oleic acid. Effects of all the investigated factors (without genetic ones) on average values of the studied characters in barley varieties and lines were different. Besides β -glucan content there were significant differences in all the characters at least between two years. A better forecrop showed significant effects on increasing starch content, and in contrast, on lowering a proportion of linoleic acid in fat. Cropping systems affected β -glucan content only (Tabs II, V, and VII), while the conventional system appeared to be significantly more favourable for increasing the value.

hull-less barley; cropping systems; nutritional value; β -glucans

ABSTRAKT: V tříletém období byl při dvou způsobech pěstování hodnocen obsah nutričně cenných látek u sedmi bezpluchých linií a dvou pluchatých odrůd jarního ječmene. Odrůdy a linie statisticky významně ovlivnily variabilitu sledovaných znaků nutriční hodnoty (bílkovin, lyzinu, všech esenciálních aminokyselin, β -glukanů, škrobu, tuku a mastných kyselin). Nejvyšší podíl genetické variability byl stanoven pro obsah kyseliny olejové a linolové (48 a 40 %) a obsah β -glukanů (25 %). Ročníky pěstování významně ovlivnily všechny hodnocené znaky kromě obsahu β -glukanů. Po předplodině cukrovce byl významně vyšší průměrný obsah škrobu (o 0,91 %). Způsob pěstování ovlivnil významně jen obsah β -glukanů (o 0,11 % byl vyšší při konvenčním způsobu pěstování). Soubor zahrnoval bezpluché linie, obsahující statisticky významně vyšší obsah sledovaných nutričně cenných látek oproti pluchatým odrůdám Ladík a Rubín. Pro krmné účely lze doporučit linii KM 1057 pro její nejvyšší obsah bílkovin (max. 16 %), lyzinu (5,94 g), všech esenciálních aminokyselin (45,10 g) a tuku (2,46 %) a významně nižší obsah β -glukanů (3,63 %). Z hlediska perspektivního využití pro potravinářské účely se ukázala jako nejvhodnější linie KM 1771 pro významně vyšší obsah β -glukanů (4,29 %).

bezpluchý ječmen; systémy pěstování; nutričně cenné látky; β -glukany

Studiu a tvorbu odrůd bezpluchého ječmene v ČR není dosud věnována patřičná pozornost, zatímco v hospodářsky rozvinutých zemích jsou již povoleny bezpluché odrůdy jak pro krmení, tak potravinářské účely. Z prací mnohých zahraničních autorů vyplývá, že bezpluché odrůdy ječmene jsou pro jejich lepší nutriční kvalitu přínosem i při výnosu zrna na úrovni 85 % standardních pluchatých odrůd (Munck, 1992). Jedním z předpokladů ekonomicky efektivního pěstování obilnin je jeho racionální využití, což se nejlépe daří při dobré znalosti kvality zrna. Byly analyzovány nutriční vlastnosti obilí nových linií nesladovnického typu a posouzena možnost jejich využití pro další šlechtění odrůd ječmene k potravinářským či krmným účelům.

Obilka ječmene je koncentrátem řady nutričně cenných živin, obsahuje v průměru 85 % sušiny, z toho 65 až 68 % sacharidů, 9 až 14 % proteinu, 4 % celulózy, 1,9 až 3,5 % tuku a 2,5 % minerálních látek (K, P, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cu). Z nutričně cenných látek je pro lidskou výživu v posledních letech v zahraničí zdůrazňován obsah β -glukanů, jimž je připisován hypcholesterolemický účinek, který již byl prokázán v klinických pokusech (Newman et al., 1992; Wang et al., 1993) i v krmných pokusech s kuřaty, kde však snižoval konverzi krmiva (Martinez et al., 1992). Vedle škrobu jsou hlavními polysacharidy zrna ječmene pentozany, celulóza a také β -D-glukany jako polysacharidy rozpustné ve vodě či v kyselém prostředí. Ty, které se rozpouštějí ve vodě, patří k tzv. dietní vláknině (Henry, 1988). Současné vědecké práce ukazují, že koncentrace β -D-glukanů v obilce ječmene je rozdílná (uvádí se 3 až 15 %, přičemž více jich obsahují bezpluché ječmeny); jsou důležité ve šlechtění na sladovnickou, ale i krmnou kvalitu, kde je nutný jejich nízký obsah. U odrůd ječmene sladovnického typu je požadována rovněž nízká koncentrace β -glukanů, neboť neštěpené způsobují špatné česání a zákalý piva. Sladovnické odrůdy by rovněž podle požadavků měly obsahovat maximálně 11,5 % bílkovin. Odrůdy ječmene šlechtěné ke krmení by měly mít vyšší procento bílkovin, uvádí se od 12 do 15 % i více.

Podle údajů z oblasti výživy hospodářských zvířat dosahuje podíl obilovin v krmných směsích pro monogastrická zvířata až 80 %, a proto je obilovina třeba považovat nejen za zdroj energie, ale i za významného donora dusíkatých látek. Současné odrůdy ječmene obsahují málo esenciálních aminokyselin (lyzinu, treoninu, valinu a izoleucinu), což vysvětluje, proč se do ječné diety dodávají zvířatům některé syntetické esenciální aminokyseliny. Je proto snahou šlechtitelů zvýšit obsah těchto esenciálních aminokyselin v zrna ječmene genetickou cestou. Dosavadní práce v Dánsku a Švédsku dokazují úspěšné zvýšení obsahu lyzinu (Hagberg et al., 1970; Munck, 1992). Byly získány mutanty ječmene s vysokým obsahem lyzinu. Odrůda Hiproly je zdrojem genu pro vyšší obsah proteinu (15 až 18 %) a více než 4 % lyzinu, přináší však ztrátu

výnosu zrna, neboť má svraskalé obilky s nízkou hmotností a nižším obsahem škrobu.

MATERIÁL A METODA

Polní pokusy byly realizovány v letech 1994 až 1996 na Školním zemědělském podniku MZLU v Žabčicích, který se nachází v kukuřičném výrobním typu, v subtypu ječném. Blokový pokus ve čtyřech úplných blocích měl každoročně dvě varianty (způsoby) pěstování:

1. Konvenční způsob pěstování – s hnojením minerálními hnojivy (50 kg N, 55 kg P_2O_5 a 55 kg K_2O č. č. na 1 ha) v podobě kombinovaného hnojiva v celé dávce při předsetové přípravě. Během vegetace byly aplikovány běžné pesticidy.
2. Pěstování bez chemického ošetření, tj. bez hnojení minerálními hnojivy a bez použití pesticidů.

Pokusy byly zakládány po cukrové řepě a po ozimé pšenici. Do pokusů byla zařazena novošlechtění bezpluchých linií jarního ječmene (BR 1117, BR 1119; MU 1131, MU 1133, MU 1135; KM 1771, KM 1057) a každoročně pro porovnání výnosové úrovně a nutriční kvality pluchaté odrůdy (sladovnická odrůda Rubín a nesladovnická odrůda Ladík). Po sklizni pokusů byly z parcel (10 m²) odebrány vzorky zrna a po ošetření byly analyzovány na obsah nutričních látek (množství bylo přepočítáno na sušinu zrna): bílkovin (N-látky x 6,25), esenciálních aminokyselin (lyzin, metionin, fenyalanin, treonin, leucin, izoleucin a valin), β -glukanů, škrobu, tuku, mastných kyselin (palmitové, olejové, linolové a linolenové). Podíl lyzinu v bílkovinách byl vypočten jako procentuální podíl lyzinu v g na 16 g N-látek.

Zjištěné hodnoty byly zpracovány v programu UNISTAT vícefaktorovou analýzou variance (ANOVA) a pro testování diferencí mezi ročníky, předplodinami, způsobem pěstování a mezi liniemi a odrůdami byl použit test LSD. Významnost rozdílů byla testována na 5% hladině průkaznosti.

Povětrnostní podmínky pokusného stanoviště lze v jednotlivých letech charakterizovat stručně takto: Od začátku roku 1994 do konce vegetačního období spadlo pouze 72 mm srážek, což bylo méně než ve stejném období roku 1995 (86 mm) a roku 1996 (104 mm). Sucho v roce 1994 se projevilo především v měsíci červnu, který měl o 50 mm méně srážek než v roce 1995 a 1996. Rovněž vysoké teploty koncem června a v červenci 1994 urychlily vývoj porostu a především jeho zrání. V roce 1995 bylo sušší období zaznamenáno až v červenci.

Průměrná teplota za vegetační období činila v roce 1994 15,3 °C, v roce 1995 14,0 °C. Rok 1996 byl ve srovnání s předchozími dvěma lety nejen vlhčí, ale i chladnější, průměrná teplota za vegetační období byla 12,7 °C.

VÝSLEDKY

Obsah bílkovin (tj. N-látek x 6,25) v obilkách byl statisticky významně ovlivňován odrůdami a liniemi (tab. I), heritabilita obsahu bílkovin v širším smyslu činila však

I. Analýzy variací pro obsah N-látek, esenciálních aminokyselin (EAK), lyzinu a podílu lyzinu v N-látkách (1994 až 1996) – Analysis of variance for protein content, content of essential aminoacids (EAK), lysine and lysine in protein (1994 to 1996)

Zdroje proměnlivosti ¹	d.f.	MS			
		N-látky ⁹	EAK ¹⁰	lyzin ¹¹	lyzin/N-látky ¹²
Hlavní zdroje ²	11	16,83**	203,52**	6,54**	9,61**
odrůdy ³ (a)	8	4,58**	52,16**	1,34**	0,83**
chemické ošetření ⁴ (b)	1	2,24**	59,57**	0,06	0,00
roky ⁵ (c)	2	73,14**	880,97**	30,59**	49,55**
Interakce ⁶	26	0,46**	23,41**	0,23	0,20
a x b	8	0,19*	4,45	0,14	0,18
a x c	16	0,24**	32,49**	0,25	0,21
b x c	2	3,23**	26,59	0,49	0,27
Chyba ⁷	70	0,091	10,34	0,19	0,12
Celkem ⁸	107	1,901	33,38	0,86	1,12

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

¹sources of variability, ²main sources, ³varieties, ⁴chemical treatment, ⁵years, ⁶interactions, ⁷error, ⁸sum, ⁹proteins, ¹⁰essential aminoacids, ¹¹lysine, ¹²lysine in 16 g N

jen 18 %. Při porovnání průměrných hodnot odrůd a linií za všechny sledované roky (tab. II) bylo zjištěno, že všechny bezpluché linie s výjimkou linie KM 1771 měly významně vyšší obsah bílkovin než sladovnická odrůda Rubín (11,14 %). Nesladovnická odrůda Ladík měla druhý nejnižší obsah (11,43 %). Nejvyšší hodnota patřila linii KM 1057, která v jednotlivých letech sledování obsahovala od 11,90 do 15,62 %. Ročníky pěstování se podílely na celkové variabilitě největší mírou ve srovnání s ostatními faktory (71 %). Hnojení zvýšilo obsah bílkovin v průměru tři let statisticky nevýznamně o 0,3 % (tab. II).

Obsah esenciálních aminokyselin (EAK), charakterizující biologickou hodnotu bílkovin, byl významně ovlivněn (tab. I) všemi sledovanými faktory. Genetická variabilita zaujímala pouze necelých 12 % z variability celkové, nejvyšší podíl (téměř 50 %) měly ročníky. Vzájemné porovnání sledovaných odrůd a linií prokázalo největší diferenci v EAK (7,28 g.kg⁻¹), což je 17,6 % oproti průměru souboru. Obdobně jako v případě bílkovin byla nejnižší suma EAK zjištěna u sladovnické

odrůdy Rubín (37,82 g.kg⁻¹, tab. IV) a nejvyšší hladinu vykazovala opět bezpluchá linie KM 1057 (45,10 g.kg⁻¹), která se spolu s KM 1771 významně lišila od odrůdy Rubín. Linie KM 1057 měla významně více EAK i oproti odrůdě Ladík. Průměrný obsah EAK byl v roce 1995 (46,39 g.kg⁻¹, tab. II), což je o 13,32 g.kg⁻¹ více než v roce 1994.

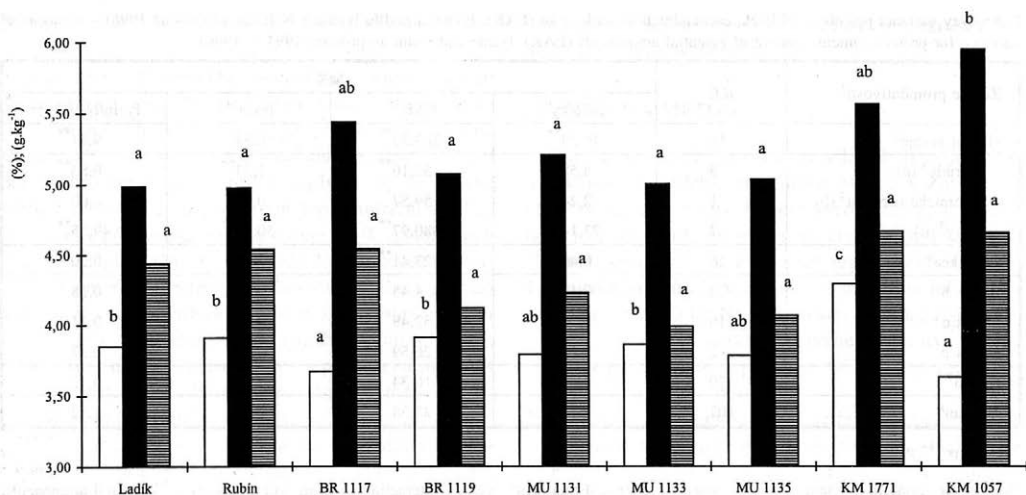
Na variabilitu obsahu lyzinu významně působily odrůdy a linie a sledované ročníky (tab. I). Odrůdy a linie se podílely na celkové variabilitě 11,7 %, zatímco ročníky 66,8 %. Ve shodě s obsahem EAK také obsah lyzinu v sušině zrna byl nejnižší u pluchatých materiálů (Rubín 4,98 a Ladík 4,99 g.kg⁻¹, obr. 1). Nejvyšší hodnota byla stanovena rovněž jako v případě bílkovin a EAK u linie KM 1057 (5,94 g.kg⁻¹), a sice o 0,96 g.kg⁻¹ více než u standardních odrůd. Linie KM 1057 se statisticky vyšším obsahem lyzinu významně lišila od všech ostatních materiálů v souboru, s výjimkou linií BR 1117 a KM 1771. Nejvyšší obsah lyzinu byl stanoven v roce 1996 (5,76 g.kg⁻¹, tab. II), tedy o 1,88 g.kg⁻¹ více než v roce 1994. Rok 1995 zaujal průměrným obsahem ly-

II. Vzájemné difference faktorů pro obsah N-látek, esenciálních aminokyselin (EAK), lyzinu a podílu lyzinu v N-látkách (1994 až 1996) – Differences among factors for protein content, content of essential aminoacids (EAK), lysine and lysine in protein (1994 to 1996)

Faktor ¹	Úrovně faktorů ⁴	n	N-látky ⁹ (%)		EAK ¹⁰ (g.kg ⁻¹)		lyzin ¹¹ (g.kg ⁻¹)		lyzin/N-látky ¹² (%)	
			průměr ⁷	diference ⁸	průměr	diference	průměr	diference	průměr	diference
Roky ²	1994	18	13,60	b	33,07	a	3,88	a	2,84	a
	1995	18	14,20	c	46,39	c	4,56	b	3,19	a
	1996	72	11,46	a	42,36	b	5,76	c	5,03	b
Způsob pěstování ³	bez chemického ošetření ⁵	54	12,13	a	40,74	a	5,22	a	4,36	a
	konvenční ⁶	54	12,42	a	42,23	a	5,27	a	4,36	a

Diference označené různými písmeny jsou statisticky významné při $P \leq 0,05$ – Means with different letters are statistically significant at $P \leq 0,05$

¹factors, ²years, ³cropping system, ⁴levels of factors, ⁵not treatment, ⁶conventional, ⁷mean, ⁸differences, ⁹proteins, ¹⁰essential aminoacids, ¹¹lysine, ¹²lysine in 16 g N



1. Průměrné hodnoty obsahu β -glukanů a lyzinu a podílu lyzinu v N-látkách (1994 až 1996) – Means for β -glucan content and content of lysine and lysine in protein (1994 to 1996)

□ β -glukany – β -glucans (%)

■ lyzín – lysine (g.kg^{-1})

▨ podíl lyzinu v N-látkách – lysine in 16 g N (%)

osa x: odrůdy – x axis: varieties

Difference označené různými písmeny jsou statisticky významné při $P \leq 0,05$ – Means with different letters are statistically significant at $P \leq 0,05$

zinu ($4,56 \text{ g.kg}^{-1}$) intermediární postavení, a průkazně se tak lišil od obou ročníků.

Variabilita **podílu lyzinu v bílkovinách** byla ovlivněna obdobně jako samotný obsah lyzinu (tab. I). Průměrná hodnota celého souboru byla $4,36 \%$, nejvyšší podíl lyzinu v bílkovinách měly kroměřížské linie KM 1771 a KM 1057 ($4,66 \%$), nejnižší hodnotu měla linie MU 1133 ($3,99 \%$, obr. 1).

Jak je patrné z tab. III, byly odrůdy a linie zařazené do pokusu výsoce významným zdrojem variability obsahu **β -glukanů**. Heritabilita β -glukanů v širším smyslu činila 25% a z proměnlivosti způsobené hlavními zdroji variability (faktory odrůdy a linie, roky, předplodiny a způsob pěstování) pak zaujímaly odrůdy a linie podíl největší (91%). Statisticky významně vyšší průměrnou hodnotu obsahu β -glukanů za tříleté období dosáhla linie KM 1771 ($4,29 \%$, obr. 1), která se tak statisticky významně lišila od všech sledovaných materiálů. Linie KM 1057 měla nejnižší obsah β -glukanů ze souboru ($3,63 \%$) a spolu s linií BR 1117 měly statisticky významně nižší obsah β -glukanů než odrůdy Rubin a Ladík a linie BR 1119. Při konvenčním způsobu pěstování byl obsah β -glukanů statisticky významně vyšší o $0,11 \%$. Předplodiny ani ročníky pěstování neovlivnily významně variabilitu obsahu β -glukanů (tab. V), avšak v interakci s odrůdami a liniemi tyto jmenované faktory působily na variabilitu β -glukanů výsoce významně (tab. III).

V průměrném obsahu **škrobu** byly zjištěny významné rozdíly mezi odrůdami a liniemi (tab. IV). Největší

diference ($1,64 \%$) byla mezi linií MU 1135 ($63,97 \%$) a odrůdou Rubin ($62,33 \%$); linie MU 1135 se rovněž statisticky významně lišila od bezpluchých linií BR 1117, KM 1771 a odrůdy Ladík. Největší podíl z celkové variability zaujímaly ročníky pěstování (19% , tab. III). Povětrnostní podmínky ročníku 1996 měly ze všech tří sledovaných ročníků nejpriznivější vliv na utváření škrobnatosti obilí, neboť průměrem $63,71 \%$ se tento ročník průkazně lišil od vzájemně nevýznamných rozdílů ročníků 1994 a 1995 ($62,15$ a $62,27 \%$, tab. V). Obsah škrobu po lepší předplodině cukrovce byl statisticky významně vyšší o $0,91 \%$ oproti předplodině pšenici.

Průměrný obsah **tuku** v celém souboru činil za sledované období $2,38 \%$ a difference mezi faktory a jejich úrovněmi byly nízké. Faktory odrůdy a linie, způsob pěstování a ročníky měly na celkovou variabilitu hodnot průkazný vliv, přičemž opět nejsilnější byl vliv ročníků (25% , tab. III). Vliv interakcí faktorů byl silnější než samotných faktorů, činil $43,6 \%$ z celkové variability. Nejvyšší obsah tuku byl zjištěn u linie BR 1117 ($2,49 \%$), nejnižší obsah měly odrůdy pluchaté ($2,30$ a $2,32 \%$). Mezi liniemi KM 1057 a BR 1117 a pluchatými odrůdami byl zjištěn významný rozdíl. Průměrný obsah tuku (tab. V) v ročnících 1995 ($2,41 \%$) a 1996 ($2,44 \%$) se statisticky nelišil, ale oba ročníky se významně lišily obsahem tuku od ročníku 1994 ($2,12 \%$), který byl v období tvorby obilí, a tedy i asimilátů, podstatně sušší než roky 1995 a 1996.

Z **nenasycených mastných kyselin** v tuku zrna odrůd a linií zaujímala největší podíl kyselina palmitová

III. Analýzy variací pro obsah β -glukanů, škrobu, tuků a mastných kyselin (1994 až 1996) – Analysis of variance for β -glucan content, starch content, fat content and content of fatty acids (1994 to 1996)

Zdroje proměnlivosti ¹	β -glukany ¹⁰		Škrob ¹¹		Tuky ¹²		d.f.	MS			
	d.f.	MS	d.f.	MS	d.f.	MS		kyselina palmitová ¹³	kyselina olejová ¹⁴	kyselina linolová ¹⁵	kyselina linolenová ¹⁶
Hlavní zdroje ²	12	0,85**	11	12,54**	12	0,32**	12	3,86**	25,00**	38,38**	2,02**
odrůdy ³ (a)	8	1,16**	8	4,80**	8	0,106**	8	1,69**	27,31**	74,44**	0,34**
způsob pěstování ⁴ (b)	1	0,74**	1	0,42	1	0,12**	1	0,21	0,24	20,04**	0,04
předplodiny ⁵ (c)	1	0,03	1	30,23**	1	0,026	1	0,08	9,57**	0,22	0,50*
roky ⁶ (d)	2	0,07	2	41,67**	2	1,47**	2	16,33**	35,84**	36,42**	10,48**
Interakce ⁷	37	0,19	27	5,19**	37	0,14**	37	0,86**	2,29**	3,8**	0,19*
a x b	8	0,06	8	0,08	8	0,02	8	0,37	1,18	3,18*	0,03
a x c	8	0,22**	8	0,80	8	0,023	8	0,37	0,70	4,05**	0,30**
a x d	16	0,28**	16	4,30**	16	0,17**	16	1,43**	3,50**	4,23**	0,11
b x c	2	0,17	2	3,79*	2	0,18**	2	0,16	2,8*	3,33	0,09
b x d	1	0,01	1	2,00	1	0,37**	1	0,0	2,61	2,24	0,01
c x d	2	0,04	2	3,39**	2	0,69**	2	1,29*	2,76*	3,12	1,07**
Chyba ⁸	238	0,08	105	0,98	166	0,02	94,00	0,36	0,70	1,39	0,11
Celkem ⁹	287	0,13	143	3,04	215	0,05	143,00	0,78	3,15	5,12	0,29

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

¹sources of variability, ²main sources, ³varieties, ⁴cropping system, ⁵forecrops, ⁶years, ⁷interactions, ⁸error, ⁹sum, ¹⁰ β -glucans, ¹¹starch, ¹²fat, ¹³palmitic fatty acid, ¹⁴oleic fatty acid, ¹⁵linoleic fatty acid, ¹⁶linolenic fatty acid

IV. Vzájemné difference odrůd pro obsah tuku, škrobu, N-látek a esenciálních aminokyselin (EAK) (1994 až 1996) – Differences among varieties for fat content, β -glucan content and starch content (1994 to 1996)

Odrůda ¹	Tuk ⁴ (%)			Škrob ⁵ (%)			N-látky ⁶ (%)			EAK ⁷ (g.kg ⁻¹)	
	n	průměr ²	diference ³	n	průměr	diference	n	průměr	diference	průměr	diference
Ladík	24	2,30	a	16	62,57	ab	12	11,43	ab	40,02	ab
Rubín	24	2,32	a	16	62,33	a	12	11,14	a	37,82	a
BR 1117	24	2,49	c	16	62,41	a	12	12,31	bc	41,22	abc
BR 1119	24	2,42	abc	16	62,92	abc	12	12,51	c	42,05	abc
MU 1131	24	2,38	abc	16	63,01	abc	12	12,47	bc	41,07	abc
MU 1133	24	2,34	ab	16	63,64	bc	12	12,75	c	40,55	abc
MU 1135	24	2,37	abc	16	63,97	c	12	12,68	c	41,94	abc
KM 1771	24	2,33	a	16	62,74	ab	12	12,18	abc	43,60	bc
KM 1057	24	2,46	bc	16	63,04	abc	12	13,02	c	45,10	c

Diference označené různými písmeny jsou statisticky významné při $P \leq 0,05$ – Means with different letters are statistically significant at $P \leq 0,05$

¹variety, ²mean, ³differences, ⁴fat, ⁵starch, ⁶proteins, ⁷essential aminoacids

(tab. VI). Heritabilita kyseliny palmitové v širším smyslu činila 12 %, ročníky pěstování ovlivnily variabilitu této kyseliny z 29 %, interakce roků s odrůdami pak se podílela na variabilitě 20 %. Ostatní faktory a interakce neměly statisticky významnou úroveň (tab. III). Nejvyšší obsah kyseliny palmitové byl zjištěn u odrůdy Ladík (21,38 %), čímž se tato odrůda významně odlišovala od všech ostatních materiálů s výjimkou odrůdy Rubín (21,10 %) a linie MU 1133 (20,78 %). Průměrné hodnoty kyseliny palmitové v jednotlivých letech byly vzájemně statisticky průkazně odlišné, přičemž nejvyšší hodnota byla naměřena v roce 1995

(21,47 %, tab. VII). Nenasycené kyseliny s 18 atomy uhlíku zaujímaly 74 % z celkového obsahu tuku. Z nich bylo v zrna nejvíce kyseliny linolové (52,45 %), kyselina olejová zaujímala 15,67 % a nejmenší podíl náležel kyselině linolenové (5,79 %). Heritabilita v širším smyslu činila pro kyselinu olejovou 48 %, pro kyselinu linolovou 40 % a pro kyselinu linolenovou 6,6 %. Variabilita nenasycených mastných kyselin byla průkazná pro odrůdy a roky (tab. III). Na variabilitu obsahu kyseliny olejové a linolenové měla významný vliv i předplodina, zatímco u kyseliny linolové byl zjištěn významný vliv způsobů pěstování. Maximální difference v souboru pro

V. Vzájemné difference faktorů pro obsah β -glukanů, škrobu a tuku (1994 až 1996) – Differences among factors for β -glucan content, starch content and fat content (1994 to 1996)

Faktory ¹	Úrovně faktorů ⁵	β -glukany ¹² (%)			Škrob ¹³ (%)			Tuk ¹⁴ (%)		
		n	průměr ¹⁰	diference ¹¹	n	průměr	diference	n	průměr	diference
Roky ²	1994	72	3,83	a	36	62,15	a	36	2,12	a
	1995	72	3,84	a	36	62,27	a	36	2,41	b
	1996	144	3,88	a	72	63,71	b	144	2,44	b
Způsob pěstování ³	bez chemického ošetření ⁶	144	3,80	a	72	62,91	a	108	2,40	a
	konvenční ⁷	144	3,91	b	72	63,01	a	108	2,36	a
Předplodina ⁴	cukrovka ⁸	144	3,87	a	72	63,41	b	108	2,37	a
	ozimá pšenice ⁹	144	3,84	a	72	62,50	a	108	2,39	a

Difference označené různými písmeny jsou statisticky významné při $P \leq 0,05$ – Means with different letters are statistically significant at $P \leq 0,05$

¹factors, ²years, ³cropping system, ⁴forecrop, ⁵levels of factors, ⁶not treatment, ⁷conventional, ⁸sugar beet, ⁹winter wheat, ¹⁰mean, ¹¹differences, ¹² β -glucans, ¹³starch, ¹⁴fat

VI. Vzájemné difference odrůd pro obsah mastných kyselin (1994 až 1996) – Differences among varieties for content of fatty acids (1994 to 1996)

Odrůda ¹	n	Kyselina palmitová ⁴ (%)		Kyselina olejová ⁵ (%)		Kyselina linolová ⁶ (%)		Kyselina linolenová ⁷ (%)	
		průměr ²	diference ³	průměr	diference	průměr	diference	průměr	diference
Ladík	16	21,38	c	14,12	a	52,94	bc	6,00	b
Rubín	16	21,10	bc	14,82	ab	52,71	bc	5,83	ab
BR 1117	16	20,40	a	15,51	bc	53,02	bc	5,74	ab
BR 1119	16	20,45	a	15,43	bc	53,05	bc	5,62	a
MU 1131	16	20,60	ab	15,44	bc	53,67	c	5,62	a
MU 1133	16	20,78	abc	15,79	c	52,27	b	5,82	ab
MU 1135	16	20,54	ab	15,13	bc	53,37	bc	5,71	ab
KM 1771	16	20,57	ab	15,99	c	52,43	bc	5,75	ab
KM 1057	16	20,60	ab	18,83	d	48,60	a	6,03	b

Difference označené různými písmeny jsou statisticky významné při $P \leq 0,05$ – Means with different letters are statistically significant at $P \leq 0,05$

¹variety, ²mean, ³differences, ⁴palmitic fatty acid, ⁵oleic fatty acid, ⁶linoleic fatty acid, ⁷linolenic fatty acid

kyselinu olejovou (tab. VI) činila 4,71 %, mezi linií KM 1057 (18,83 %) a pluchatou odrůdou Ladík (14,12 %). Odrůda Ladík s nejnižším obsahem se tak významně lišila od všech ostatních linií kromě odrůdy Rubín (14,82 %). Průměrný obsah kyseliny linolové kolísá u odrůd a linií od 48,60 % (KM 1057) do 53,67 % (MU 1131). Linie KM 1057 měla významně méně kyseliny linolové než ostatní linie a odrůdy. Linie BR 1119 a MU 1131 s nejnižším průměrným obsahem kyseliny linolenové 5,62 % se významně lišily od odrůdy Ladík a linie KM 1057, u kterých byl stanoven obsah nejvyšší (6,0 %, tab. VI).

DISKUSE

Genetická variabilita obsahu bílkovin byla v souboru sledovaných odrůd a linií poměrně nízká, což je v souladu s obecně platnými závěry mnohých zahraničních autorů (např. Forster, 1987). I když hlavní vliv na proměnlivost obsahu bílkovin měl v našem souboru ročník,

mohli jsme pozorovat vyšší hodnoty této složky u bezpluchých linií, ve shodě s publikovanými závěry (Chang, Jung, 1994; Ehrenbergová et al., 1995 aj.). Citovaní autoři na základě svých experimentálních výsledků konstatovali, že obsah bílkovin v obilích a kroupách bezpluchých linií ječmene byl vyšší než u odrůd pluchatých. Požadovanému obsahu bílkovin pro krmení zvířat může vyhovět linie KM 1057 (Hubík, Vaculová, 1990), která kromě významně vyššího obsahu bílkovin oproti pluchatým odrůdám vynikala také vyšším obsahem esenciálních aminokyselin, zejména lyzinu. Proměnlivost těchto ukazatelů byla ovlivněna genotypem jen slabě a největší podíl variability připadal na meziročníkové kolísání. Nepozorovali jsme ani vliv odlišného způsobu pěstování, což zřejmě souviselo se zařazením linií s odlišným genetickým založením obsahu lyzinu v zrně. Z literárních údajů totiž vyplývá, že po hnojení dusíkatými hnojivy klesá v důsledku nárůstu hordeinové frakce nejen obsah lyzinu, ale i jeho podíl v bílkovinách. Výrazná ročníková proměnlivost byla zřejmě příčinou toho, že jsme

Faktory ¹	Úrovně faktorů ⁵	n	Kyselina palmitová ¹²		Kyselina olejová ¹³		Kyselina linolová ¹⁴		Kyselina linolenová ¹⁵	
			průměr ¹⁰	diference ¹¹	průměr	diference	průměr	diference	průměr	diference
Roky ²	1994	36	20,16	a	15,69	a	53,31	b	5,14	a
	1995	36	21,47	c	16,82	b	50,72	a	5,92	b
	1996	72	20,61	b	15,09	a	52,89	b	6,05	b
Způsob pěstování ³	bez chemického ošetření ⁶	72	20,73	a	15,71	a	52,41	a	5,77	a
	konvenční ⁷	72	20,70	a	15,63	a	52,49	a	5,81	a
Předplodina ⁴	cukrovka ⁸	72	20,73	a	15,93	a	52,08	a	5,73	a
	ozimá pšenice ⁹	72	20,69	a	15,41	a	52,82	b	5,85	a

Diference označené různými písmeny jsou statisticky významné při $P \leq 0,05$ – Means with different letters are statistically significant at $P \leq 0,05$

¹factors, ²years, ³cropping system, ⁴forecrop, ⁵levels of factors, ⁶not treatment, ⁷conventional, ⁸sugar beet, ⁹winter wheat, ¹⁰mean, ¹¹differences, ¹²palmitic fatty acid, ¹³oleic fatty acid, ¹⁴linoleic fatty acid, ¹⁵linolenic fatty acid

v podílu lyzinu v bílkovinách nezjistili žádné významné difference mezi odrůdami a liniemi. Podíl lyzinu v bílkovinách je považován za ukazatele biologické kvality zrna (V a c u l o v á, 1994).

V pluchatých odrůdách ječmene kolísá obsah sacharidů od 78 do 84 %, z toho volné cukry tvoří 0,7 až 5,8 % a škrob od 50 do 65 % (H e n r y, 1988). Naše materiály se vzájemně výsoce průkazně lišily v obsahu škrobu, ačkoliv i zde hrály ročníky dominantní roli. Ve shodě s výsledky, které uvádí H e n r y (1988), měly bezpluché linie vyšší obsah škrobu v zrně než odrůdy pluchaté. Podle zmíněného autora může být u bezpluchých ječmenů až o 9 % více škrobu než u běžných ječmenů ve stejných podmínkách pěstování. Toto zjištění je do jisté míry ovlivněno samotnou absencí pluch u bezpluchých odrůd (pozn. autorů). V našem souboru dosahovala linie MU 1135 v průměru 63,97 % škrobu v zrně, což bylo výsoce průkazně více, než jsme zjistili u odrůd Ladík a Rubín. Perspektivní potravinářskou kvalitu zrna určují kromě základních živin i látky anti-nutriční povahy; k nim patří neškrbové polysacharidy (β-glukany, arabinoxylany a celulóza), které v zrně kolísají od 9,5 do 19 % (A m a n, N e w m a n, 1986 aj.).

Ve dvouřadých jarních odrůdách našich a ve vybraných odrůdách zahraničních kolísá v roce 1995 obsah β-glukanů v zrně od 3,53 do 5,05 % (P s o t a, 1996). Rozpustných β-glukanů bylo ve sladovnických odrůdách signifikantně více než u odrůd krmných, obsah celkových β-glukanů kolísá v zrně od 4,3 do 11,3 % a v otrubách od 4,9 do 15,4 % (B h a t t y, 1982). Existující genetické rozdíly byly rovněž v našem souboru potvrzeny (E h r e n b e r g e r o v á et al., 1996). Neprokázali jsme však vliv ročníků, obdobně jako Z i m o l k a et al. (1997). Linie naší provenience měly od 3,63 % (KM 1057, KM 1924, KM 1906) do 4,29 % (KM 1771) β-glukanů v zrně a byly prokázány statisticky významné difference, což svědčí o jejich genetické variabilitě. V posledních dvou letech (1995 a 1996) jsme měli možnost zařadit do pokusu i čtyři waxy odrůdy americké provenience, donory vysokého obsahu β-glukanů. Oproti odrůdám Rubín a Ladík a bezpluchým liniím kromě KM

1771 měly statisticky významně vyšší obsah β-glukanů (4,41 až 5,19 %). V našem pokusu měl kromě odrůd vliv na obsah β-glukanů i konvenční způsob pěstování (ačkoliv zvýšení obsahu při tomto způsobu činilo jen 0,11 %), což koresponduje s výsledky, které získali např. J a c k s o n et al. (1994) s testováním odrůdy Wanubet při různých úrovních dusíkatého hnojení.

Uvádí se, že v zrně ječmene je 2,1 až 2,8 % lipidů. To odpovídá i našim výsledkům v průměru ročníků pěstování. Hlavními mastnými kyselinami (B h a t t y, 1982) byla kyselina palmitová (16,4 až 20,5 %), olejová (16,6 až 22,5 %) a linolenová (51,9 až 56,8 %). Naše výsledky v souladu s tímto údajem dokazují silný dědičný vliv, zejména pro obsah olejové a linolenové kyseliny.

LITERATURA

- AMAN, P. – NEWMAN, C. W.: Chemical composition of some different types of barley grown in Montana, U.S.A. *Cereal Sci.*, 4, 1986: 133–141.
- BHATTY, R. S.: Distribution of lipids in embryo and bransperm fractions of Riso 1508 and Hipoly barley grains. *Cereal Chem.*, 59, 1982: 154–155.
- EHRENBERGEROVÁ, J. – ZIMOLKA, J.: The influence of the hullless barley growing systems on the nutritional value of the grain. *Fragm. Argon.*, XII, 1995 (2 [46]): 192–193.
- EHRENBERGEROVÁ, J. – ZIMOLKA, J. – CHLOUPEK, O.: Vlivy působící na obsah beta-glukanů v zrně jarního ječmene. In: Sbor. XXIII. Semin. o jakosti potravin a potravinových surovin. Brno, MZLU 1996. 22 s.
- FORSTER, A. E.: Barley. In: FEHR, W. R. (ed.): Principles of cultivar development. New York, MacMillan 1987.
- HAGBERG, A. K. – KARLSSON, K. E. – MUNCK, L.: Use of Hipoly in barley breeding. *Improv. Pl. Prot. Nucl. Techn. Proc. Symp. IAEA*, Vienna, 1970: 121–132.
- HAK GILL CHANG – ILL HEE JUNG: The physicochemical properties and cooking qualities of barley. *J. Korean Soc. Fd Nutr.*, 23, 1994 (5): 816–821.

HENRY, R. J.: The carbohydrates of barley grain. A review. *J. Inst. Brew.*, 94, 1988: 71–78.

HUBÍK, K. – VACULOVÁ, K.: Charakteristika bílkovinného komplexu zrna vysokolyzínové linie ječmene jarního KM 1057. *Sci. Agric. Bohem.*, 22, 1990 (3): 171–179.

JACKSON, G. D. – BERG, R. K. – KUSHNAK, G. D. – BLAKE, T. K. – YARROW, G. I.: Nitrogen effects on yield, β -glucan content and other quality factors of oat and waxy hulless barley. *Commun. Soil Sci. Pl. Anal.*, 25, 1994 (17–18): 3047–3055.

MARTINEZ, V. M. – NEWMAN, R. K. – NEWMAN, C. W.: Barley diets with different fat sources have hypocholesterolemic effects in chicks. *J. Nutr.*, 122, 1992 (5): 1070–1076.

MUNCK, L.: The case of high-lysine barley derived from Riso 1508. In: SHEWRY, P. R. (ed.): *Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology*. UK, CAB Int. Wallington, Biotechnol. Agric., 5, 1992: 573–601.

NEWMAN, R. K. – KLOPFENSTEIN, C. F. – NEWMAN, C. F. – GURITNO, N. – HOFER, P. J.: Comparison of the

cholesterol-lowering properties of whole barley, oat grain and wheat red dog in chicks and rats. *Cereal Chem.*, 69, 1992 (3): 240–244.

PSOTA, L.: Hodnocení odrůd sladovnického ječmene ze sklizně 1995. [Závěrečná zpráva.] Brno, VÚPS 1996.

VACULOVÁ, K.: Detekce a studium odrůd obilovin s maximální utilizací živin při zkrmování hospodářskými zvířaty. [Závěrečná zpráva.] Praha, NAZV MZeČR 1994. 48 s.

WANG, L. J. – NEWMAN, R. K. – NEWMAN, C. W. – JACKSON, L. L. – HOFER, P. J.: Tocotrienol and fatty acid composition of barley oil and their effects on lipid metabolism. *Pl. Fds Hum. Nutr.*, 43, 1993 (1): 9–17.

ZIMOLKA, J. – EHRENBARGEROVÁ, J. – VACULOVÁ, K. – BELAN, F.: Produkční a nutriční parametry jarného jačmeňa k potravinárskemu využití. *Acta fytotechn. Nitra*, 1997: 61–68.

Došlo 4. 2. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 31 27, fax: 05/45 21 20 40

DIFFERENCES IN LEVEL OF TOLERANCE TO CEREAL APHIDS IN FIVE WINTER WHEAT CULTIVARS

ROZDÍLY V HLADINĚ TOLERANCE PĚTI ODRŮD OZIMÉ PŠENICE VŮČI MŠICÍM

H. Havlíčková

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: Five winter wheat cultivars (Hana, Regina, Sparta, Viginta and Zdar) were analyzed for their level of tolerance to the cereal aphids *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi* and *Sitobion avenae* under greenhouse conditions. The individual aphid species differed in their effect on seed weight of wheat cultivars. A joint evaluation of all cultivars proved the losses in seed weight caused by all aphid species to correlate positively with aphid densities and dry mass production per tiller (ear). Comparison of losses in seed weight of individual cultivars related to 1 mg of aphid dry mass production showed differences in the level of tolerance (sensitivity) to aphid feeding among the cultivars tested. A high level of tolerance to *M. dirhodum* and *R. padi* was found in Regina and Zdar and to *S. avenae* in Hana. Sparta was the only sensitive (intolerant) cultivar to all aphid species. Tolerance as a component of plant resistance to cereal aphids is discussed.

winter wheat cultivars; cereal aphids; tolerance; sensitivity; resistance

ABSTRAKT: Na pěti odrůdách ozimé pšenice (Hana, Regina, Sparta, Viginta, Zdar) byly ve skleníkových podmínkách podle ztrát hmotnosti obilí zjišťovány rozdíly v toleranci vůči mšicím *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi* a *Sitobion avenae*. Umelá infestace rostlin způsobila u všech odrůd snížení hmotnosti obilí, nejvyšší u klasů infestovaných mšicí *S. avenae*, nejnižší u rostlin napadených mšicí *R. padi*. Pro celý soubor odrůd byl potvrzen vztah statisticky významné pozitivní korelace mezi ztrátami hmotnosti obilí a stupněm napadení mšicemi, ale u každého druhu mšice se vyskytly odrůdy s vyšším či nižším stupněm tolerance (citlivosti) vůči mšicím. K vyjádření meziodrůdových rozdílů v toleranci vůči mšicím bylo použito odchylek ve ztrátách hmotnosti obilí připadajících na 1 mg sušiny mšic dané odrůdy od průměru všech testovaných odrůd. Podle tohoto kritéria byla stanovena vysoká hladina tolerance odrůdy Regina a Zdar vůči mšicím *M. dirhodum* a *R. padi* a odrůdy Hana vůči mšici *S. avenae*. Odrůda Sparta byla jedinou odrůdou citlivou (netolerantní) vůči všem třem druhům mšic.

odrůdy ozimé pšenice; obilní mšice; tolerance; citlivost; rezistence

INTRODUCTION

Infestation/yield loss ratio and thus the relationships between damage and the resulting economic loss caused by cereal aphids may be characterized for individual cultivars only, where plant tolerance to aphids is involved (Kraal et al., 1993). When this occurs, the breeders would select lines with high tolerance levels rather than other resistance mechanisms thus reducing the chance of selecting biotypes of field populations that may overcome resistance (Webster, 1990). In addition, the level of cultivar tolerance to cereal aphids may vary independently of other resistance mechanisms (antixenosis, antibiosis) (Havlíčková, 1993).

There are several ways of measuring plant tolerance to aphid feeding based mostly on growth and physiological characteristics of young plants infested and uninfested by aphids. A standard method of evaluating seedling tolerance to small grain aphids was described

by Webster (1990). Precise models for assessing of wheat seedling tolerance to the greenbug, *Schizaphis graminum* (Rondani) was developed by Reese, Schwenke (1994) and for study of wheat and barley seedling tolerance to *Metopolophium dirhodum* (Walker) and *Rhopalosiphum padi* (L.) by Lamb, McKay (1995).

In our previous tests a method for the determination of the tolerance level exhibited by winter wheat cultivars to the grain aphid *Sitobion avenae* (F.) was elaborated (Havlíčková, 1990). This method was used for the evaluation of differences in level of tolerance to the three main cereal aphid species in five productive winter wheat cultivars.

MATERIAL AND METHODS

The wheat cultivars included in this study were Hana, Regina, Sparta, Viginta and Zdar, all of Czecho-

slovak origin. Plants at the shooting stage were transferred from the field into Mitscherlich pots and cultivated in a greenhouse. At the end of shooting all cultivars were infested with the aphids *Metopolophium dirhodum* (Walker) (MD), and *Rhopalosiphum padi* (L.) (RP), respectively. Each experimental variant consisted of plants growing in three pots. In both aphid species 10 apterae females were used per tiller. Infestation by *Sitobion avenae* (SA) was carried out at the beginning of anthesis. 12 ears of each cultivar were infested with five apterae individuals per ear. Aphid free plants and ears of similar habit as infested ones served as controls. Both aphid infested and uninfested plants (ears) were covered by nylon bags. 12 days later the aphids from the plants and ears were removed, killed by chloroform vapour and dried. Infested and uninfested plants were treated with 0.02% karate and left to the full ripeness stage. Aphids, after drying to constant weight, were weighed and counted. At the end of the experiment (ripeness stage) the seeds from 30 ears of each cultivar uninfested and infested with MD and RP and from 12 ones uninfested and infested with SA were weighed.

The differences in cultivar tolerance (sensitivity) to aphids were evaluated by recording the seed weight loss per 1 mg of aphid dry mass in infested plants (ears) as compared to uninfested ones (Havlíčková, 1990, 1993).

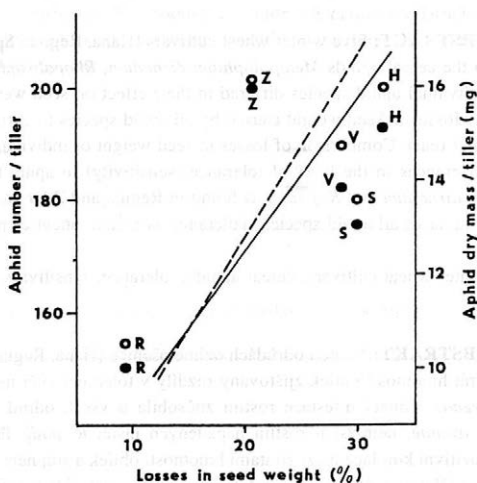
RESULTS

The individual aphid species differed in their effects on seed weight of individual wheat cultivars. The slightest decrease in seed weight expressed in percentage of uninfested control plants was found in RP infested plants, the largest one in SA infested ears (Tab. I). MD feeding on leaves caused higher reduction of seed weight than RP and, with exception of Sparta, a lower one than SA. The seed weight in Regina and Zdar of plants infested with MD in percentage of uninfested plants were significantly ($P < 0.01$) higher than in Hana, Sparta and Viginta. Similar results were obtained in RP infested plants. The seed weight of Regina and Sparta was significantly ($P < 0.01$) less influenced by SA feeding than in other cultivars. The decrease in seed weight caused by this aphid species was significantly ($P < 0.01$) highest in Zdar.

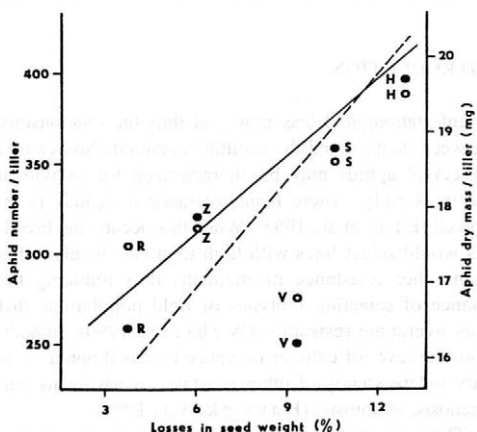
I. Percentage of seed weight in aphid infested plants (ears) (uninfested plants, ears = 100%) of five winter wheat cultivars; average values from 30 (*M. dirhodum*, *R. padi*) and 12 (*S. avenae*) ears, respectively

Cultivar	<i>M. dirhodum</i>	<i>R. padi</i>	<i>S. avenae</i>
Hana	68.0 ± 8.20	87.6 ± 5.89	66.6 ± 9.95
Regina	90.4 ± 13.66	96.4 ± 3.16	75.5 ± 9.50
Sparta	70.0 ± 7.10	89.5 ± 3.45	75.9 ± 8.25
Viginta	71.3 ± 8.93	90.7 ± 6.50	51.4 ± 6.99
Zdar	79.3 ± 8.33	94.5 ± 4.00	44.2 ± 5.66

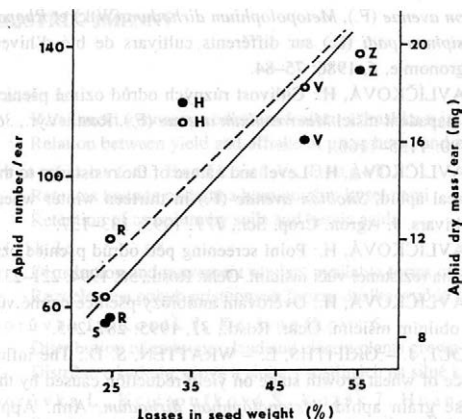
High density of all aphid species was in most cases observed in Hana and, with exception of RP, also in Zdar, while both aphid number and dry mass production was usually lowest in Regina (Fig. 1, 2, 3). A joint evaluation of all cultivars proved the losses in seed weight caused by MD and RP to correlate positively ($P < 0.05$) with aphid densities and dry mass production per tiller (Fig. 1, 2) and in SA with number and dry mass per ear ($P < 0.01$, Fig. 3). In spite of these results losses in seed weight did not correspond to aphid infestation in several cultivars. A relatively high



1. Correlation between relative losses in seed weight and aphid number (○---) and dry mass production (●—) per tiller of winter wheat cultivars Hana (H), Regina (R), Sparta (S), Viginta (V) and Zdar (Z) infested with *M. dirhodum*



2. Correlation between relative losses in seed weight and aphid number (○---) and dry mass production (●—) per tiller of winter wheat cultivars Hana (H), Regina (R), Sparta (S), Viginta (V) and Zdar (Z) infested with *R. padi*



3. Correlation between relative losses in seed weight and aphid number (○—○) and dry mass production (●—●) per ear of winter wheat cultivars Hana (H), Regina (R), Sparta (S), Viginta (V) and Zdar (Z) infested with *S. avenae*

MD number and dry mass in Zdar did not correlate with low seed weight losses (Fig. 1). Similar results were obtained also in Hana infested by SA (Fig. 3). On the other hand, a very low infestation of Viginta by RP caused large seed weight losses (Fig. 2).

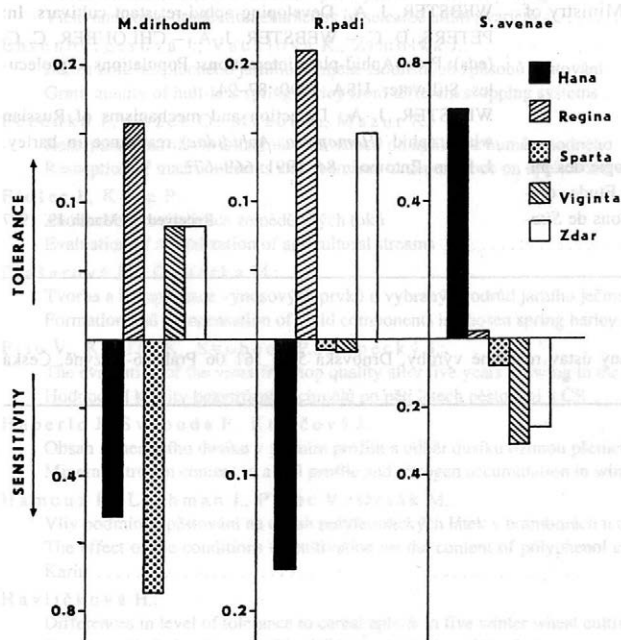
The relative differences between the cultivars on the level of tolerance to aphids were expressed using the deviation from the average values in percentage of seed weight loss per 1 mg of aphid dry mass per tiller or ear

obtained in all cultivars as compared to uninfested controls (Fig. 4). According to this criterion the highest tolerance to MD and RP was showed by Regina. High tolerance to this aphid species was also found in Zdar and to MD in Viginta. The highest degree of tolerance to SA was manifested by Hana in spite of high aphid density and dry mass production per ear (Fig. 3) and the high sensitivity of this cultivar to MD and RP (Fig. 4). A medium level of tolerance (values varying round average) to SA was found in Regina. From all the cultivars tested, only Sparta was sensitive (intolerant) to all aphid species (Fig. 4).

DISCUSSION

In agreement with previous experiments (Havlíčková, 1995) winter wheat cultivars used for the experiments differed in the degree of infestation with individual aphid species which resulted in different effects on seed weight. A joint evaluation of all cultivars tested showed a positive correlation between the losses in seed weight and infestation of the plants by aphids. However, the reduction of seed weight did not correspond to aphid density in some cases, which indicates a higher tolerance (sensitivity) to aphid feeding in several cultivars.

Tolerance is an important component of plant resistance to pests (Kogan, 1982) but it is more difficult to quantify tolerance of cereals to aphids than either antibiosis or antixenosis (Webster, 1990; Kral et al., 1993; Reese, Schwenke, 1994). In studies of plant tolerance to aphids most attention was devoted to



4. Tolerance (sensitivity) to cereal aphids in five winter wheat cultivars; the bars represent deviations from average values (percentage loss in seed weight per mg aphid dry mass) for all cultivars (*M. dirhodum* = 1.57, *R. padi* = 0.48, *S. avenae* = 2.57)

young plants (Webster, 1991; Kral et al., 1993; Lamb, MacKay, 1995). The use of methods for the evaluation of wheat tolerance to SA elaborated earlier (Havlíčková, 1990, 1993), showed differences between the tested cultivars on the level of tolerance not only to SA but also to MD and RP. A high level of tolerance to all aphid species was found in Regina in which antixenosis and antibiosis to aphids were also determined (Havlíčková, 1994, 1995). This result indicates that Regina may serve as a possible source for wheat breeding on resistance to cereal aphids.

In the evaluation of plant tolerance to aphids, cultivar praecocity might also play a certain role (Dedryver, DiPietro, 1986). Increased sensitivity to MD observed in Hana and Sparta could be the result of the slightly earlier developmental stage they exhibited during infestation compared with Regina and Zdar, since MD is of economic importance if it colonizes plants at the later developmental stages (Holt et al., 1984).

Even though the details of the genetics of plant tolerance for breeding purposes have not yet been determined (Velusamy, Heinrichs, 1986) this mechanism of resistance should be very useful in pest management programmes because of a reduction of pesticide inputs and compatibility with other control strategies (Reese, Schwenke, 1994).

Acknowledgement

I would like to thank Dr. L. Teltscheroová and Dr. Ivo Novák for valuable comments to the manuscript and improving my English and Mrs Irena Kubečková for excellent technical assistance.

This work was supported by Project of Research and Development No RE 0960006442 from the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

REFERENCES

DEDRYVER, CH. A. – DI PIETRO, J. P.: Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. VI. Etude comparative des fluctuations au champs des populations de *Sitobion*

avenae (F.), *Metopolophium dirhodum* (Wlk) et *Rhopalosiphum padi* (L.) sur différents cultivars de blé d'hiver. Agronomie, 6, 1986: 75–84.

HAVLÍČKOVÁ, H.: Citlivost různých odrůd ozimé pšenice na napadení mšicí *Macrosiphum avenae* (F.). Rostl. Výr., 36, 1990: 1155–1160.

HAVLÍČKOVÁ, H.: Level and nature of the resistance to the cereal aphid, *Sitobion avenae* (F.) in thirteen winter wheat cultivars. J. Agron. Crop. Sci., 171, 1993: 133–137.

HAVLÍČKOVÁ, H.: Polní screening pěti odrůd pšenice ozimé na rezistenci vůči mšicím. Ochr. Rostl., 30, 1994: 221–231.

HAVLÍČKOVÁ, H.: Ověřování antibioly pšenice ozimé vůči obilním mšicím. Ochr. Rostl., 31, 1995: 287–295.

HOLT, J. – GRIFITHS, E. – WRATTEN, S. D.: The influence of wheat growth stage on yield reduction caused by the rose grain aphid, *Metopolophium dirhodum*. Ann. Appl. Biol., 105, 1984: 7–14.

KOGAN, M.: Plant resistance in pest management. In: MATCALF, R. L. – LUCKMANN, W. H. (eds): Introduction to insect pest management. New York, 1982: 93–134.

KRAL, G. – BÖNKE, B. – SCHÖNBECK, F.: Assimilate balance and rates of photosynthesis of spring barley and faba bean cultivars differing in tolerance towards aphids. Arch. Phytopath. Pfl., 28, 1993: 263–271.

LAMB, R. J. – MAC KAY, P. A.: Tolerance of antibiotic and susceptible cereal seedlings to the aphids *Metopolophium dirhodum* and *Rhopalosiphum padi*. Ann. Appl. Biol., 127, 1995: 573–583.

REESE, J. C. – SCHWENKE, J. R.: Importance and quantification of plant tolerance in crop pest management programs for aphids: greenbug resistance in sorghum. J. Agric. Entomol., 11, 1994: 255–270.

VELUSAMY, R. – HEINRICHS, E. A.: Tolerance in crop plants to insect pests. Insect Sci. Applic., 7, 1986: 689–696.

WEBSTER, J. A.: Developing aphid-resistant cultivars. In: PETERS, D. C. – WEBSTER, J. A. – CHLOUBER, C. C. (eds): Proc. Aphid-plant interactions: Populations to molecules. Stillwater, USA, 1990: 87–94.

WEBSTER, J. A.: Detection and mechanisms of Russian wheat aphid (*Homoptera: Aphididae*) resistance in barley. J. Econ. Entomol., 84, 1991: 669–673.

Received on March 19, 1997

Contact Address:

RNDr. Helena Havlíčková, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

Baier J.:	
Vztah mezi výnosem a odběrem fosforu a draslíku u jarní pšenice	
Relation between yield and offtake of phosphorus and potassium by spring wheat	501
Barančíková G., Brečková V., Dluhoš J.:	
Retencia kadmia půdami a huminovými kyselinami	
Retention of cadmium by soils and humic acids	107
Bízík J.:	
Distribution and movement of plant available forms of nitrogen in soil for maize during spring time	
Rozdelenie a pohyb prístupných foriem dusíka v pôde pri pestovaní kukurice na jar	19
Borůvka L., Kozák J., Křišťoufková S.:	
Distribution of cadmium, lead and zinc in plants grown on heavily polluted soils	
Distribuce kadmia, olova a zinku v rostlinách na silně kontaminovaných půdách	249
Borůvka L., Křišťoufková S., Kozák J., Huan-Wei Ch.:	
Speciation of cadmium, lead and zinc in heavily polluted soils	
Speciace kadmia, olova a zinku v silně kontaminovaných půdách	187
Brestič M., Banič V.:	
Heterogenita produkčních schopností různých genotypů sóje	
Heterogeneity of production abilities of selected soybean genotypes	225
Cígler P., Kužel S., Kolář L., Ledvína R.:	
Sorbent s inkorporovanou sulfidickou sírou pro imobilizaci kadmia v roztoku	
Sorbent with incorporated sulphidic sulphur for immobilization of cadmium in solution	7
Cmunt P.:	
Odolnost bramborových hlíz proti mechanickému poškození při dělení sklizni	
Resistance of potato tubers to mechanical damage at divided harvest	131
Demko J.:	
Energetická analýza láskavca ohnutého (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	
Analysis of energy of <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	65
Dotlačil L., Stehno Z., Bocková R., Valík J., Boháč J.:	
Využití pylové sterility u žita a tritikale k produkci námelu	
Utilization of pollen sterility in rye and triticale for ergot production	579
Drobná J.:	
Úroda a některé znaky úrodnosti vybraných odrůd lucerny siatej	
Yield and some production characters of selected alfalfa varieties	547
Ehrenbergerová J., Vaculová K., Zimolka J.:	
Jakost zrna bezpluchého jarního ječmene z odlišných způsobů pěstování	
Grain quality of hull-less spring barley from different cropping systems	585
Fecenko J., Ložek O., Mazur B., Mazur K.:	
Resorpce makroživin a kadmia v závislosti od aplikace humátu sodného	
Resorption of macronutrients and cadmium in dependence on application of sodium humate	43
Fidler J., Kuna P.:	
Zhodnocení revitalizace zemědělských toků	
Evaluation of revitalization of agricultural streams	395
Flašarová M., Onderka M.:	
Tvorba a kompenzace výnosových prvků u vybraných odrůd jarního ječmene	
Formation and compensation of yield components in chosen spring barley genotypes	449
Fric V., Krofta K., Svoboda P., Kopecký J.:	
The evaluation of the virus-free hop quality after five years growing in the Czech Republic	
Hodnocení kvality bezvirových chmelů po pěti letech pěstování v ČR	307
Haberle J., Svoboda P., Krejčová J.:	
Obsah minerálního dusíku v půdním profilu a odběr dusíku ozimou pšenicí	
Mineral nitrogen content in a soil profile and nitrogen accumulation in winter wheat crop	473
Hamouz K., Lachman J., Pivec V., Orsák M.:	
Vliv podmínek pěstování na obsah polyfenolických látek v bramborách u odrůd Agria a Karin	
The effect of the conditions of cultivation on the content of polyphenol compounds in the potato varieties Agria and Karin	541
Havlíčková H.:	
Differences in level of tolerance to cereal aphids in five winter wheat cultivars	
Rozdíly v hladině tolerance pěti odrůd ozimé pšenice vůči mšicím	593

Havlíčková H.:	
Character and extent of damage to winter wheat cultivars caused by cereal aphids	
Charakter a rozsah poškození odrůd ozimé pšenice obilními mšicemi	113
Hlušek J., Jůzl M., Zrůst J.:	
Výnosy brambor a obsahy kadmia, niklu a zinku v hlízách	
Potato yields and cadmium, nickel and zinc contents in tubers	263
Hudecová M., Psota V., Vítková H.:	
Aktivita gibberelinů v obilkách jarního ječmene (<i>Hordeum vulgare</i> L.) v průběhu posklizňového dozrávání	
Activity of gibberellins in caryopses of spring barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) during post harvest maturation	237
Jamříška P.:	
Vplyv odrody a spôsobu výsevu na tvorbu úrody lucerny v prvej kosbe v treťom roku vegetácie	
The effect of variety and type of undersowing on performance of first lucerne cut yield in third year of vegetation	431
Jamříška P., Surovčík J.:	
Vplyv zaburinenia na úrodu lucerny bez krycej plodiny v prvej kosbe	
The effect of weed infestation on alfalfa yield without cover crop in first cutting	69
Juhász C., Blaskó L., Karuczka A., Zsembeli J.:	
Environmental effect of drain waters from heavy textured soils	
Ekologický vliv drenážních vod odtékajících z těžkých půd	87
Kazda J.:	
Vliv kapalného hnojiva DAM 390 a jeho kombinací s insekticidy na hlavní škůdce obilnin	
Influence of liquid fertilizer DAM 390 and its combinations with insecticides on major cereal pests	533
Kolek L., Vašák J., Faměra O., Kavka M.:	
Vliv termínu sklizně na ztráty a kvalitu produkce řepky, pšenice a ječmene	
The effect of time of harvest on losses and quality of production of rape, wheat and barley	275
Kopecký J., Slavík L.:	
Influence of trickle irrigation on the yield stability and quality of hops in Žatec hop region	
Vliv kapkové závlahy na stabilitu výnosu a jakost chmele v žatecké oblasti	337
Králová M., Růžek P., Krejčová J.:	
Denitrifikace v hnědé půdě	
Denitrification in eutric cambisol	457
Královec J., Slavík L.:	
Přenos olova, kadmia a rtuti v systému půda – rostlina – zvíře	
Transfer of lead, cadmium and mercury in the system soil – plant – animal	257
Krofta K., Rígr A., Nesvadba V.:	
Weather conditions and biosynthetic processes in hop cone	
Povětrnostní podmínky a biosyntetické procesy ve chmelové hlávce	301
Kummerová M., Slovák L., Holoubek, I.:	
Růstová odezva jarního ječmene na krátkodobou i dlouhodobou expozici fluoranthenu	
Growth response of spring barley to short- or long-period exposures to fluoranthene	209
Kvítek T., Klímová P.:	
Hydrologický režim intenzivně a extenzivně využívaných travních porostů	
Hydrological regime of intensively and extensively used grasslands	571
Ledvina R., Kolář L.:	
Beryllium v půdách a rostlinách v oblastech zatížených imisemi	
Beryllium in soils and plants in imission-loaded regions	353
Ložek O., Fecenko J., Mazur B., Mazur K.:	
Vplyv foliárnej aplikácie humátu na úrodu a kvalitu zrna pšenice	
The effect of foliar application of humate on wheat grain yield and quality	37
Masaryková M.:	
Produktivnosť genetických zdrojov jarného tritikale	
Productivity of genetic resources of spring triticale	553
Matoušek J., Trněná L., Chrástková V.:	
Cloning and some properties of DNA sequences of hop (<i>Humulus lupulus</i> L.) amplified by PCR using conservative motifs of 7SL RNA genes	
Klonování a některé vlastnosti sekvencí DNA chmele otáčivého (<i>Humulus lupulus</i> L.) amplifikovaných pomocí PCR s použitím konzervativních motivů specifických pro 7SL RNA genu	525
Matula J., Hrozinková A., Pechová M.:	
Možnosti odhadu koncentrace draslíku v půdním roztoku z půdního testu Mehlich 2 a KVK-UF	
Possibilities of potassium concentrate estimate in soil solution from the soil test Mehlich 2 and KVK-UF	1

Matula S.: Aplikace zařízení TDR TRIME-FM pro měření vlhkosti půdy v zemědělské praxi The use of TDR TRIME-FM device to measure soil water content in agricultural practice	293
Matula S., Kozáková H.: A simple pressure infiltrometer for determination of soil hydraulic properties by <i>in situ</i> infiltration measurements Jednoduchý tlakový infiltrometr pro stanovení hydraulických vlastností půdy pomocí polních infiltračních měření ...	405
Mazúr M.: Účinnost meziradičkového kypření kukurice po aplikaci herbicidů Effectiveness of interrow cultivation of the maize after herbicide application	125
Míka V., Kohoutek, A.: Variabilita nutričních charakteristik listů trav v závislosti na jejich postavení na stéble Variability of nutritive characteristics of leaves of grasses in dependence on their position on stem	167
Míka V., Pfannmöller M.: Pícní a semenářská výkonnost odrůd kostřavy luční infikovaných endofytními houbami <i>Acremonium</i> spp. Herbage and seed production performance of meadow fescue varieties infected with endophytic fungi <i>Acremonium</i> spp.	561
Míka V., Beran S., Smrž J.: Vytvalost diploidních a tetraploidních odrůd jetele zvrhlého (<i>Trifolium hybridum</i> L.) Persistence of diploid and tetraploid varieties of alsike clover (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	77
Míka V., Smrž J., Pelikán J.: Srha hajní (<i>Dactylis polygama</i> Horvat.) v jetelovinotrávních směsích <i>Dactylis polygama</i> Horvat. in clover-grass mixtures	137
Míka V., Bartko A., Nerušil P., Smítal F.: Využití metody NIR pro hodnocení kvality řepky The use of NIR method for evaluation of the rape quality	283
Mikanová O., Kubát J., Voříšek K., Šimon T., Randová D.: Vliv rozpustného fosfátu na P-solubilizační aktivitu bakterií Influence of soluble phosphate on P-solubilizing activity of bacteria	421
Moravcová J., Staněk J., Čapková J., Loučka R.: Stanovení sacharózy, glukózy a fruktózy v rostlinách kapalinovou chromatografií na silně kyselém iontoměničích The determination of sucrose, glucose and fructose in plants by ligand-exchange chromatography	287
Mrkvíčka J., Veselá M.: Vývoj výnosů a botanického složení trvalých lučních porostů při absenci N-hnojení Progress of yields and botanical composition of permanent meadow stands in absence of N-fertilization.	565
Nátr L.: Annual course of simulated rate of photosynthesis under natural conditions Simulace ročního průběhu rychlosti fotosyntézy v přirozených podmínkách	205
Němeček J., Podlešáková E., Pastuszková M.: Některé specifické rysy kontaminace půd ČR perzistentními organickými xenobiotickými látkami Some specific features of the contamination of soils of the Czech Republic with persistent organic xenobiotic substances	365
Novák J., Černuško K., Týr Š.: Regulácia burinových druhov herbicidmi v ruderálnom trávnom poraste Weed species control by herbicides in ruderal grasslands	439
Pavlíková D., Tlustoš P., Száková J., Balík J.: Vliv aplikace humátu draselného na obsah kadmia, zinku a arzenu v rostlinách The effect of application of potassium humate on the content of cadmium, zinc and arsenic in plants	481
Podlešáková E., Němeček J., Vácha R.: Zatížení půd v ČR perzistentními organickými xenobiotickými látkami Contamination of soils with persistent organic xenobiotic substances in the Czech Republic	357
Pokorný E., Prax A., Denešová O.: Plošné znečištění povrchových vod makroprvky ze zemědělských pozemků Whole-area pollution of surface waters by macroelements from agricultural lands	379
Poulik Z.: Vztah mezi obsahem draslíku a nitrátů v pícninách Relationship between potassium and nitrate contents in forage crops	173
Poulik Z., Římovský K.: Minerální složení píce dočasné louky při rozdílných systémech hnojení Mineral composition of herbage of temporary grassland at various systems of fertilization.	25
Praslička J.: Vplyv výskytu cikádky burinovej <i>Psammotettix alienus</i> na napadnutie ozimnej pšenice vírusovou zakrpatenosťou pšenice (WDV) Influence of occurrence of <i>Psammotettix alienus</i> on the degree of attack of winter wheat with wheat dwarf virus (WDV)	81

Prášilová P., Prášil I., Malířová J.: Vliv imisí na odolnost a přezimování obilnin v severních Čechách The effect of immissions on resistance and wintering of cereals in North Bohemia	217
Procházka S., Borkovec V., Ibrahim M. E.-D., Blažková J.: The effect of abscisic acid, benzyladenine and sucrose on growth of cotyledonary axillaries in flax seedlings (<i>Linum usitatissimum</i> L.) Vliv kyseliny abscisové, benzyladeninu a sacharózy na růst děložních pupenů u klíčících rostlin lnu (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	243
Prokinová E., Marková Z.: Effect of <i>Fusarium</i> spp. and <i>Alternaria</i> sp. on pea sprouting Vliv <i>Fusarium</i> spp. a <i>Alternaria</i> sp. na vzházení hrachu	517
Rec O., Starý M.: Modelování změn kvality vody v rámci vodohospodářské soustavy Modelling of changes in water quality within water management system	389
Rec O., Starý M.: Změna kvality vody při průtoku údolní nádrží Change in the water quality in flowing through the valley reservoir	193
Rígr A., Beránek F., Nesvadba V.: Phenotype variability of the main characteristics of hop varieties as a source for hop hybridisation process Fenotypová proměnlivost hlavních znaků odrůd sledovaných jako genetické zdroje křížení chmele.	315
Rígr A., Nesvadba V., Beránek F.: Evaluation of important characteristics of selected varieties of the world hop collection Hodnocení významných znaků a vlastností vybraného souboru odrůd světového sortimentu chmele.	319
Římovský K., Svěráková J.: Botanická skladba a produktivnost dočasně louky v podmínkách hnojení kejdou Botanical composition and productivity of temporary grassland in conditions of semi-liquid manuring	161
Slamka P., Pospíšil R., Holúbek R.: Energetická analýza pratotechnických technologií obnovy travních porostů při různé úrovni výživy Energy analysis of pratotechnic technologies in the process of grassland recovery under the various levels of nutrition	53
Smolíková M., Bartošová L.: Alelopatické ovlivnění klíčivosti vybraných druhů jetelovin a kostřavy rákosovité (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) Allelopathic effects on germination percentage in some leguminous and tall fescue (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) ...	425
Stražil Z.: Obsah oleje a jednotlivých mastných kyselin u některých druhů alternativních olejnin Content of oil and individual fatty acids in some species of alternative oil-bearing crops	59
Stražil Z., Skala J.: Vliv stanovištních podmínek a hnojení dusíkem na strukturu výnosu katránů habešského (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst.) The effect of site conditions and nitrogen fertilization on the yield of crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst.)	143
Šarapatka B., Kršková M.: Interactions between phosphatase activity and soil characteristics from some locations in the Czech Republic Interakce mezi aktivitou fosfatáz a půdními charakteristikami ve vybraných lokalitách ČR	415
Škaloud V., Stehno Z.: Hluboké vysoušení semen ve vztahu k jejich uchovatelnosti Deep drying of seeds in relationship to their preservability	117
Škoda M., Růžek L., Dušek L., Hofman J., Sixta J.: Mineralization activity of microbial biomass in reclaimed soils in comparison with empirical mathematical model Mineralizační aktivita mikrobiální biomasy v rekultivovaných půdách ve srovnání s empirickým matematickým modelem ..	179
Tlustoš P., Balík J., Pavlíková D., Száková J.: Přijem kadmia, zinku, arzenu a olova vybranými plodinami The uptake of cadmium, zinc, arsenic and lead by chosen crops	487
Tlustoš P., Balík J., Pavlíková D., Vaněk V.: Využití dusíku kukuřicí po lokální aplikaci síranu amonného (^{15}N) The use of nitrogen by maize after local application of ammonium sulfate (^{15}N)	13
Tůma J.: Vliv různých druhů dusíkatých hnojiv na výnos, výživnou hodnotu a minerální složení píče srhy laločnaté (<i>Dactylis glomerata</i> L.) The effect of various kinds of nitrogen fertilizers on the yield, nutritive value and mineral composition of cock's foot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) herbage	31
Vaněk V., Němeček R., Najmanová J.: Vliv stanoviště a způsobu hospodaření na obsah minerálního a mineralizovatelného dusíku v půdách The effect of site and way of management on the content of mineral and mineralizable nitrogen in soils	463

Vaněk V., Najmanová J., Petr J., Němeček R.: Vliv hnojení a vápnění na pH půd a výnosy plodin The effect of fertilization and liming on pH of soils and crop yields	269
Vejl P.: Identification of genotypes in hop (<i>Humulus lupulus</i> L.) by RAPD analysis using program Gel Manager for Windows Identifikace genotypů chmele otáčivého (<i>Humulus lupulus</i> L.) pomocí DNA analýzy metodou RAPD s využitím programu Gel Manager for Windows	325
Veselý F.: Effectiveness of spray applications in hop protection Efektivnost rosičů při ochraně chmele	343
Vilček J., Gutteková M.: Energetický potenciál rastlinnej výroby v pôdno-ekologických podoblastiach Slovenska Energy potential of plant production in pedological and ecological subregions of Slovakia	49
Vincenc J., Adamec V., Belan F.: Obsah rizikových prvků v půdě, orgánech a extrahovaných šrotech ozimé řepky The content of hazardous elements in soil, organs and oil meals of winter rape	495
Vlašínová H., Havel L., Procházka S.: Influence of humic substances on <i>in vitro</i> cultures under nitrogen deficiency Vliv huminových látek na kultury <i>in vitro</i> za sníženého obsahu dusíku	231
Vološin J.: Sledovanie rastu, vývoja a produkcie sušiny ľadenca rožkatého v čistej kultúre a v miešankách s trávami Investigation of growth, development and dry matter production of bird's-foot trefoil in pure culture and in grass mixtures	153
Vostřel J.: Hop protection against alfalfa snout weevil (<i>Otiorynchus ligustici</i> L.) in Czech hop-gardens Ochrana chmele proti lalokonošci libečkovému (<i>Otiorynchus ligustici</i> L.) v ČR	333
Zavadil J., Kvítek T.: Vliv způsobů využívání půdy na vyplavování dusičnanů a rizikových prvků The effect of soil management on washing-off nitrates and risk elements	371
Zrůst J.: Obsah glykoalkaloidů v hlízách bramboru (<i>Solanum tuberosum</i> L.) ovlivněný pěstitelskými opatřeními a mechanickým poškozením The glycoalkaloid content in potato tubers (<i>Solanum tuberosum</i> L.) as affected by cultivation technology and mechanical damage	509
Žigová A.: Počáteční stadium pedogeneze na terasovaných svazích Initial stage of pedogenesis on terraced slopes	101
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORT	
Diviš J., Štěrba Z.: Vztah hnojení a mechanického poškození hlíz bramboru u odrůdy Krasa Relationship of fertilization and mechanical damage to potato tubers in Krasa cultivar	199
Martinčík J., Guberac V., Marič S.: Influence of winter rye seed size (<i>Secale cereale</i> L.) on germ and rootlet length, and grain yield Vliv velikosti semen ozimého žita (<i>Secale cereale</i> L.) na délku klíčků a kořínků a na výnos zrna	95
Šašek A., Černý J.: Gliadinové a gluteninové signální geny pšenice špaldy (<i>Triticum spelta</i> L.) Gliadin and glutenin signal genes of spelt (<i>Triticum spelta</i> L.)	149
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Griga M.: Projekt CABINET – Biotechnologie sacharidů u luskovin	268
Hofbauer J.: IV. Mezinárodní konference o safioru	480
Královec J.: 16. Valné shromáždění Evropské lokařské federace	152
Moudrý J., Klimeš F.: Ohlédnutí za konferencí AGROREGION 1997	516
Tejkllová E., Pavelek M.: IV. Mezinárodní kongres o lnu ve Francii	30
Vaněk V.: Vzpomínáme 100. výročí narození prof. Ing. dr. Františka Duchoně, DrSc.	76
Zahradníček J.: XV. Biochemický sjezd s mezinárodní účastí	6

REJSTŘÍK VĚCNÝ

Alelopatie

- ovlivnění klíčivosti; jeteloviny; kostřava rákosovitá; společná kultivace 425

Alfa hořké kyseliny

- bezvirózní chmele; pětileté období pěstování; ČR 307
- chmelová hlávka; povětrnostní podmínky; biosyntéza 301

Alternaria sp.

- hrách; vliv na vzházení; růst 517

Alternativní olejiny

- olejnatost; kvalitativní složení mastných kyselin 59

Arsen

- koncentrace As; rostliny; omezení vstupu; vápenec; bentonit; hnůj 487
- obsah As; rostliny; humát draselný; aplikace; vliv 481

Bakterie

- solubilizující aktivita; rozpustný fosfát; vliv 421

Bentonit

- Cd, Zn, As, Pb; koncentrace v rostlinách; omezení vstupu 487

Benzyladenin

- růst děložních pupenů; klíčící rostliny; len; transport kořen–stonek 243

Beryllium

- půdy; rostliny; oblasti zatížené imisemi 353

Beta-glukany

- bezpluchý jarní ječmen; systémy pěstování 585

Beta hořké kyseliny

- bezvirózní chmele; pětileté období pěstování; ČR 307

Biomasa

- energie; obnovitelné zdroje; laskavec ohnutý; SR 65
- mikrobiální biomasa; mineralizační aktivita; rekultivované půdy; matematický model; srovnání 179

Biosyntéza

- chmelová hlávka; povětrnostní podmínky; chmelové pryskyřice a silice; alfa hořké kyseliny 301

Botanická skladba

- dočasná louka; hnojení kejdou 161
- trvalé luční porosty; změna; absence N hnojení 565

Brambory

- dělná sklizeň; hlízy; odolnost proti mechanickému poškození 131
- hnojení NPK; mechanické poškození hlíz; vzhát; odrůda Krasa 199
- odrůdy; hlízy; glykoalkaloidy; pěstitelská opatření; mechanické poškození 509
- výživa N; stanoviště; výnos; obsah Cd, Ni, Zn; velmi rané odrůdy 263

Cytoplazmatická pylová sterilita

- žito; tritikale; produkce námelu 579

Česká republika (ČR)

- aktivita fosfatáz; půdní charakteristiky; interakce; vybrané lokality 415
- bezvirózní chmele; hodnocení kvality; pětileté období pěstování 307
- kontaminace půd; POXL; PAU; ekologicky kritické regiony 357, 365
- ochrana chmele; lalokonosec libečkový; insekticidy; biologická ochrana 333

Čistá kultura

- štirovník růžkatý; růst; vývoj; produkce sušiny 153

Délka klíčků a kořínků

- ozimé žito; velikost semen; vliv 95

Denitrifikace

- hnědá půda; dusičnany; dusitany; oxid dusný; redox potenciál 457

Děložní pupen

- klíčící rostliny; len; růst; kyselina abscisová; benzyladenin; sacharóza; vliv 243

DNA polymorfismus

- chmel otáčivý; amplifikace; PCR 525

Dočasná louka

- hnojení kejdou; travní porosty; botanická skladba; produktivnost 161
- systémy hnojení; minerální složení píce; poměr živin 25

Dormance

- obilky; jarní ječmen; posklizňové dozrávání 237

Draslík

- koncentrace K 379
- povrchové vody; sezonní dynamika; plošný odnos 1
- půdní test; půdní roztok; korelace 173
- obsah K a nitrátů; produkce sušiny; korelace; pícniny 501
- odběr K; jarní pšenice; výnos; vztah odběr K – výnos 501

Dusičnan

- denitrifikace; hnědá půda; redox potenciál 457
- pícniny; obsah dusičnanů a K; korelace 173
- průsaková voda; využívání půdy; obsah dusičnanů 371

Dusík

- anorganický N; různé formy; drenážní vody; těžké půdy; vyplavování 87
- dávka N; jarní ječmen; odrůdy; výnosové prvky 449
- hnojení N 31, 37, 43, 143, 263, 449, 473, 509, 565
- minerální a mineralizovatelný N v půdách 173
- hnědozem; řepařská oblast; stanoviště; způsob hospodaření; vliv 463
- N_{min}; hnojení N; odběr N; ozimá pšenice 473
- odběr N; vliv hnojení 269
- nitrátový a amonný N; koncentrace; povrchové vody; sezonní dynamika; plošný odnos 379
- N v půdě; příjem N; kukuřice; výnosy 19
- snížený obsah N; humát sodný; *in vitro*; smrk ztepilý; zeli hlávkové; somatická embryogeneze; organogeneze 231
- využití N; kukuřice; síran amonný (¹⁵N); lokální aplikace 13

Dusitany

- denitrifikace; hnědá půda; redox potenciál 457

Ekologie

- ekologicky kritické regiony; kontaminace půd; ČR 357, 365
- ekologický vliv; drenážní vody; těžké půdy 87
- půdně-ekologické podoblasti; rostlinná výroba; energetický potenciál; SR 49

Elektroforéza (ŠGE, SDS-PAGE)

- gliadin; gluteniny s VMH; pšenice špalda 149

Elementární půdní procesy

- počáteční stádium pedogeneze; terasování svahů 101

Endofytní houby *Acremonium* spp.

- kostřava rákosovitá; odrůdy; pícní a semenářská výkonnost 561

Energetická analýza

- laskavec ohnutý; biomasa; obnovitelné zdroje; SR 65
- rostlinná výroba; SR; půdně-ekologické podoblasti; energetický potenciál 49
- travní porosty; obnova; pratechnické technologie; různá úroveň výživy 53

Evapotranspirace

- travní porosty; hydrologický režim; hladina podzemní vody; lyzimetr 571

Fingerprinting

- identifikace genotypů; chmel otáčivý 325

Fluoranthén (FLT)

- doba expozice; jarní ječmen; růst; fotosyntetické pigmenty 209

Fosfatázy

- aktivita; půdní charakteristiky; interakce; vybrané lokality; ČR 415

Fosfor

- koncentrace; povrchové vody; sezonní dynamika; plošný odnos 379
- odběr P; jarní pšenice; výnos; vztah mezi odběrem P a výnosem 501
- půdní P; rozpustný fosfát; solubilizující aktivita; bakterie 421

Fotosyntéza

- fotosyntetické pigmenty; jarní ječmen; fluoranthén; doba expozice 209
- intenzita fotosyntézy; kapalně hnojivo DAM 390; kombinace s insekticidy; obilniny 533
- rychlost fotosyntézy; teplota; ozářenost; matematický model; simulace; přirozené podmínky 205

Fruktóza

- rostliny; kvantitativní analýza; kapalná chromatografie; iontoměnič 287

Fusarium spp.

- hrách; vliv na vzházení; růst 517

Genetické zdroje

- chmel; odrůdy 319
- světový sortiment; hodnocení znaků 315
- šlechtění; křížení 315
- jarní tritikale; výnosy; využití 553
- vojtěška; výnosy; produkční znaky 547

Genotypy

- chmel
 - identifikace genotypů; fingerprinting; PCR; RAPD; program Gel Manager for Windows 325
 - šlechtění; křížení; volba genofondů; klonování 315, 525
- sója; genotypové rozdíly; produkční schopnost; heterogenita 225

Giberelin

- aktivita; obilky; jarní ječmen; klíčení; dormance 237

Gliadiny

- pšenice špalda; elektroforéza (SGE); signální geny 149

Glukosinoláty

- řepka olejka; hodnocení kvality; NIR spektroskopie 283

Glukóza

- rostliny; kvantitativní analýza; kapalná chromatografie; iontoměniče 287

Gluteniny s VMH

- pšenice špalda; elektroforéza (SDS-PAGE); signální geny 149

Glykoalkaloidy

- α -chacoin; α -solanin; brambory; odrůdy; poškození hlíz; chemické přípravky; doba skladování 509

Herbicide

- druhy plevelů; regulace; aplikace; účinek; ruderální travní porost 439
- pre- a postemergentní herbicidy; aplikace; mezirádkové kypření; účinnost; kukuřice 125

Hladina podzemní vody

- travní porosty; evapotranspirace; hydrologický režim 571

Hliza

- brambory
 - dělená sklizeň; odolnost proti mechanickému poškození; hmotnost hlíz; teplota hlíz 131
 - odrůda Krasa; mechanické poškození hlízy; hnojení NPK; vztah 199
 - velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; výnos; obsah Cd, Ni, Zn 263
- poranění hlíz; obsah glykoalkaloidů 509

Hluboké vysoušení

- semena; skladování; klíčivost; uchovatelnost 117

Hnědá půda

- denitrifikace; dusičnany; dusitany; oxid dusný; redox potenciál 457

Hnědozemě

- řepařská oblast; minerální a mineralizovatelný N; stanoviště; způsob hospodaření; vliv 463

Hnojení

- dusík
 - brambory
 - hlízy; obsah glykoalkaloidů 509
 - velmi rané odrůdy; výnos; obsah Cd, Ni, Zn 263
 - jarní ječmen
 - resorpce živin a Cd 43
 - vybrané odrůdy; výnosové prvky 449
 - katrán habeský; struktura výnosu; vliv hnojení 143
 - ozimá pšenice
 - minerální N v půdě; odběr N 473
 - výnos; kvalita zrna; vliv hnojení 37
 - srha říznačka; výnos; výživná hodnota; minerální složení; vliv hnojení 31
 - trvalé luční porosty; absence N hnojení; výnosy; botanické složení 565
- humát sodný; společná aplikace s hnojivem DAM 390
 - jarní ječmen; resorpce živin a Cd; vliv hnojení 43
 - ozimá pšenice; výnos; kvalita zrna; vliv hnojení 37
- chlěvský hnůj
 - pH půd; výnos plodin; vliv hnojení 269
 - kejda skotu
 - dočasná louka; travní porosty; botanická skladba; produktivnost travních porostů 161
- NPK

- brambory; odrůda Krasa; vztah hnojení – mechanické poškození hlíz 199
- pH půd; výnos plodin 269
- travní porosty; obnova; pratechnické technologie; energetická analýza 53
- síran amonný
 - kukuřice; lokální aplikace; využití N 13
 - systémy hnojení
 - dočasná louka; minerální složení píce; poměr živin 25

Hněj

- Cd, Zn, As, Pb; koncentrace v rostlinách; omezení vstupu 487

Hořčík

- koncentrace; povrchové vody; sezonní dynamika; plošný odnos 379

Hrách

- *Fusarium* spp.; *Alternaria* sp.; vliv na vzházení; růst 517

Humát draselný

- aplikace; obsah Cd, Zn, As; rostliny; vliv 481

Humát sodný

- aplikace; jarní ječmen; resorpce živin a Cd 43
- foliární aplikace; ozimá pšenice; výnos a kvalita zrna 37
- *in vitro*; smrk ztepilý; zeli hlávkové; somatická embryogeneze; organogeneze; snížený obsah N 231

Huminové kyseliny

- retence Cd; půda; sorpce/desorpce 107
- selektivní chemisorbent; Cd; půda 7

Hydraulické vlastnosti půdy

- hydraulická vodivost; stanovení; tlakový infiltrometr; infiltrační experiment 405

Chlorofyl

- obsah chlorofylu; odrůdy ozimé pšenice; poškození; obilní mšice 113

Chmel

- bezvirozní chmele; hodnocení kvality; beta hořké kyseliny; pětileté období pěstování; ČR 307
- chmelová hlávka; povětrnostní podmínky; biosyntéza; chmelové pryskyřice a silice; alfa hořké kyseliny 301
- identifikace genotypů; fingerprinting 325
- kapková závlaha; výnos a jakost chmele; vliv kapkové závlahy; žatecká oblast 337
- klonování; sekvenace DNA; amplifikace; PCR 525
- ochrana chmele 333, 343
- šlechtění
 - genofond; světový sortiment odrůd chmele; hodnocení znaků 319
 - křížení; volba genotypů; světový sortiment chmele 315

Chmelové pryskyřice

- chmelová hlávka; povětrnostní podmínky; biosyntéza 301

Chmelové silice

- bezvirozní chmele; pětileté období pěstování; ČR 307
- chmelová hlávka; povětrnostní podmínky; biosyntéza 301

Chromatografie

- kapalinová; iontoměniče; kvantitativní analýza; sacharidy; rostliny 287
- plynová; kapalinová; bezvirozní chmele; hodnocení kvality 307

Imise

- Be v půdě; oblasti zatížené imisemi 353
- půda; obilniny; odolnost; přezimování; vliv imisí; severní Čechy 217

Insekticidy

- kapalně hnojivo DAM 390; kombinace s insekticidy; vliv na škůdce; obilniny 533
- ochrana chmele; lalokonosec líbečkový; carbofuran; fipronil 333

Ječmen

- jarní ječmen
 - bezpluchý jarní ječmen; jakost zrna; systémy pěstování 585
 - fluoranthén; doba expozice; růst; fotosyntetické pigmenty 209
- giberelin; obilky; klíčení; dormance 237
- humát sodný; aplikace; resorpce živin a Cd 43
- termín sklizně; biologické ztráty; změna kvality; vliv 275
- výnosové prvky; tvorba a kompenzace; odrůda; dávka N 449

Jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum* L.)

- diploidní a tetraploidní odrůdy; vytrvalost; tvrdá semena; travní směs 77

Jetelotravní směsi

- jetel zvrhlý; diploidní a tetraploidní odrůdy; vytrvalost 77
- srha hajní; srha říznačka; vytrvalost; výnos zelené hmoty 137

Jeteloviny

- vybrané druhy; kostřava rákosovitá; společná kultivace; klíčivost; alelopatie 425

Kadmium

- distribuce; mobilita; rostliny; kontaminace půd 249
- obsah Cd
- hlízy; brambory; velmi rané odrůdy; výnos 263
- průsaková voda; využívání půdy 371
- rostliny
- humát draselný; aplikace; vliv 481
- omezení vstupu; vápenec; bentonit; hnůj 487
- přenos; systém půda – rostlina – zvíře; travní porosty; pastva 257
- půda; sorpce; selektivní chemisorbent; huminové kyseliny 7
- resorpce Cd; humát sodný; aplikace; jarní ječmen 43
- retence Cd; půda; huminové kyseliny; sorpce/desorpce 107
- speciace Cd; výměnná forma; organická forma; mobilita; kontaminace půdy 187

Kapalné hnojivo DAM 390

- humát sodný; DAM 390; společná aplikace
- jarní ječmen; resorpce živin a Cd 43
- ozimá pšenice; výnos a kvalita zrna 37
- kombinace s insekticidy; škůdci obilnin; vliv 533

Kapková závlaha

- chmel; výnos a jakost chmele; vliv závlahy; žatecká oblast 337

Katrán habeský (*Crambe abyssinica* Hochst.)

- alternativní olejiny; struktura výnosu; stanovištní podmínky; hnojení N 143

Kejda skotu

- hnojení kejdou; dočasná louka; travní porosty; botanická skladba; produktivita 161

Klíčivost

- jeteloviny; vybrané druhy; kostřava rákosovitá; společná kultivace; alelopatie 425
- obilky; jarní ječmen; gibberelin; aktivita; posklizňové dozrávání 237
- semena; skladování; hluboké vysoušení; genetické zdroje; genové banky 117
- velikost semen; ozimé žito; vliv velikosti semen 95

Klíčící rostlina

- len; růst děložních pupenů; kyselina abscisová; benzyladenin; sacharóza; vliv 243

Klonování

- chmel otáčivý; sekvence DNA; amplifikace; PCR 525

Kontaminace

- půdy
- distribuce kovů; Cd; Pb; Zn; rostliny; mobilita; korelace 249
- POXL; ekologicky kritické regiony; ČR 357, 365
- speciace těžkých kovů; Cd; Pb; Zn; mobilita; korelace 187

Kostřava luční

- odrůdy; pícní a semenářská výkonnost; endofytní houby; *Acremonium* spp. 561

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.)

- jeteloviny; vybrané druhy; společná kultivace; alelopatie; klíčivost 425

Kříska polní (*Psammotettix alienus*)

- virová zakrslost pšenice; ozimá pšenice; výskyt; vliv 81

Křídlení

- chmel; genetické zdroje; odrůdy; hlavní znaky; hodnocení 315

Kukuřice

- aplikace herbicidů; meziřádkové kypření; účinnost 125
- N v půdě; příjem N; výnosy; lyzimetr 19
- sřan amonny (¹⁵N); lokální aplikace; využití N 13

Kultury in vitro

- smrk ztepilý; zeli hlávkové; humát sodný; somatická embryogeneze; organogeneze; snížený obsah N 231

Kyselina abscisová

- růst děložních pupenů; klíčící rostliny; len; transport kořen–stonek 243

Kyselina eruková

- řepka olejka; hodnocení kvality; NIR spektroskopie 283

Lalokonosec libečkový (*Otiorynchus ligustici* L.)

- ochrana chmele; insekticidy 333

Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.)

- biomasa; energetická analýza; obnovitelné zdroje; SR 65

Len (*Linum usitatissimum* L.)

- klíčící rostliny; růst úžlabních pupenů; kyselina abscisová; benzyladenin; sacharóza; vliv 243

Listy

- odrůdy ozimé pšenice; fyziologie listů; poškození; obilní mšice 113
- trávy; nutriční charakteristiky listů; postavení na stéble; listová diagnostika 167

Lyzimetr

- hladina podzemní vody; evapotranspirace; trvalý travní porost 571
- N v půdě; příjem N; kukuřice 19
- využívání půdy; dusičnany; rizikové prvky; vyplavování 371

Makrozoobentos

- malé vodní toky; revitalizace 395

Mastné kyseliny

- kvalitativní složení; alternativní olejiny 59

Matematický model

- mikrobiální biomasa; mineralizační aktivita; rekultivované půdy; srovnání s matematickým modelem 179
- rychlost fotosyntézy; teplota; ozáření; simulace; přirozené podmínky 205
- simulační model; statický model; lineární regresní model; koeficient determinace; vodo hospodářská soustava; ukazatele znečištění 193, 389

Mechanické poškození hlíz vliv Hlíza

Metoda TDR (Time Domain Reflectometry)

- objemová vlhkost půdy; měření; relativní chyba měření 293

Meziřádkové kypření

- účinnost; aplikace herbicidů; kukuřice 125

Mineralizační aktivita

- mikrobiální biomasa; rekultivované půdy; matematický model; srovnání 179

Minerální složení píce

- dočasná louka; systémy hnojení; poměry živin 25
- srha laločnatá; N hnojení; výživná hodnota 31

Mobilita kovů

- Cd; Pb; Zn; rostliny; kontaminace půd 249

Mrazuvzdornost

- obilniny; vliv imisí; severní Čechy 217

Mulčování

- trvalý travní porost; rozdílné využívání; evapotranspirace 571

Náhodná amplifikace polymorfního DNA (RAPD)

- identifikace genotypů; chmel otáčivý 325

Námel [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.]

- cytoplasmatická pylová sterilita; žito; tritikale 579

Nikl

- obsah Ni; hlízy; brambory; velmi rané odrůdy; výnos 263
- průsaková voda; využívání půdy; obsah Ni 371

NIR spektroskopie

- řepka olejka; hodnocení kvality; tuk; kyselina eruková; glukosinoláty 283

NPK

- hnojení 53, 199, 269

Obilky

- jarní ječmen; posklizňové dozrávání; gibbereliny 237

Obilní mšice

- ozimá pšenice; odrůdy
- Regina; Zdar; poškození odrůd; charakter a rozsah 113
- tolerance; rezistence 593

Obilniny

- genetické zdroje 553
- hnojení 37, 43, 473
- ječmen 43, 209, 237, 275, 449, 585
- odrůdy 113, 449
- produkce námelu 579
- přezimování 217
- pšenice 37, 81, 113, 149, 275, 473, 501, 593
- signální geny 149
- sklizeň 275
- systémy pěstování 585
- škůdci 81, 113, 533, 593
- tritikale 553, 579
- výnosy 37, 95, 275, 449, 463, 501, 553
- žito 95, 579

Odožování	
– trávy; listy; postavení na stěble	167
Odrůdy	
– brambory	
– Agria; Karin; polyfenoly v bramborech; vliv odrůd	541
– Krása; hnojení NPK; mechanické poškození hlíz; vztah	199
– velmi rané odrůdy; výživa N; stanoviště; výnos; obsah Cd, Ni, Zn	263
– chmel	
– světový sortiment odrůd; genetické zdroje šlechtění a křížení; znaky; fenotypová proměnlivost	315, 319
– jarní ječmen	
– výnosové prvky; tvorba a kompenzace; vybrané odrůdy	449
– ozimá pšenice	
– Regina; Zdar; obilní mšice; poškození; charakter a rozsah	113
– vojtěška	
– první seč; výnos sušiny; vliv odrůd	431
– zahraniční odrůdy; výnos; produkční znaky	547
Ochrana chmele	
– lalokonosec líbečkový; insekticidy; biologická ochrana	333
– rosiče; seřazení rosičů; efektivnost ochrany	343
Olejnatost	
– alternativní olejiny; vliv stanoviště a hnojení N	59
Olovo	
– distribuce; mobilita; rostliny; kontaminace půdy	249
– koncentrace Pb; rostliny; omezení vstupu; vápenec; bentonit; hnět	487
– průsaková voda; využívání půdy; obsah Pb	371
– přenos; systém půda – rostlina – zvíře; travní porosty; pastva	257
– speciace Pb; výměnná forma; organická hmota; mobilita; kontaminace půdy	187
Organogeneze	
– zeli hlávkové; <i>in vitro</i> ; humát sodný; snížený obsah N	231
Osivo	
– ozimé žito; velikost semen; klíčivost; délka kořínků	95
Oxid dusný	
– denitrifikace; hnědé půdy	457
Ozářenost	
– rychlost fotosyntézy; matematický model; simulace	205
Pastva	
– těžké kovy; přenos; systém půda – rostlina – zvíře	257
Pedogeneze	
– počáteční stadium; elementární půdní procesy; terasování svahů	101
Perzistentní organické xenobiotické látky (POXL)	
– kontaminace půd; zátěže půd; ekologicky kritické regiony; ČR	357, 365
Plevel	
– druhy plevelů; regulace; herbicidy; aplikace; ruderalní travní porost	439
Podsev	
– vojtěška; první seč; výnos sušiny; vliv podsevu; korelace	431
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	
– kontaminace půd; PAU v půdě a krmivech; retrospektivní monitoring	365
Polyfenoly	
– brambory; odrůdy Agria a Karin; výrobní oblasti; způsob pěstování; vliv	541
Polymerázová řetězová reakce (PCR)	
– amplifikace; genomová DNA; 7SL RNA geny; chmel	525
– chmel otáčivý; identifikace genotypů	325
Posklizňové dozrávání	
– obilky; jarní ječmen; gibereliny; aktivita giberelinů	237
Povětrnostní podmínky	
– chmelová hlávka; biosyntéza; chmelové pryskyřice a silice; alfa hořké kyseliny	301
Povrchové vody	
– plošné znečištění; makroprvky; sezonní dynamika; plošný odnos; korelace a regrese	379
Pratotechnické technologie	
– energetická analýza; travní porosty; obnova; úroveň výživy	53
Produkční potenciál půd	
– SR; půdně-ekologické podoblasti; rostlinná výroba; energetická bilance	49

Program Gel Manypart for Windows	
– identifikace genotypů; chmel otáčivý	325
Průsaková voda	
– obsah rizikových prvků; využívání půdy	371
Přísev	
– travní porosty; obnova; pratotechnika	53
Pšenice	
– jarní	
– odběr živin; rozdíly mezi P a K; výnos	501
– ozimá	
– humát sodný; foliární aplikace; kvalita zrna; výnos	37
– odrůdy; obilní mšice; tolerance; citlivost; rezistence	593
– odrůdy Regina a Zdar; poškození; obilní mšice; fyziologie listů; obsah chlorofylu; sklizňové charakteristiky	113
– půdní profil; N _{min} ; příjem N	473
– termín sklizně; biologické ztráty; změna kvality; vliv	275
– virová zakrsllost pšenice; křísek polní; vliv výskytu	81
– špalda (<i>Triticum spelta</i> L.)	
– gliadiny; gluteniny s VMH; elektroforéza (ŠGE, SDS-PAGE); signální geny	149
Půda	
– Be v půdě; oblasti zatížené imisemi	353
– Cd; sorpce; selektivní chemisorbent	7
– hnědá půda; denitrifikace	457
– hnědozem	463
– hydraulické vlastnosti půdy; stanovení	405
– imise; obilniny; zimovzdornost; mrazuvzdornost; severní Čechy	217
– kontaminace půd	187, 249, 357, 365
– N v půdě; příjem N; kukuřice; výnosy	19
– produkční potenciál půd	49
– půdní charakteristiky; aktivita fosfatáz; interakce; vybrané lokality; ČR	415
– půdní kyselost	269
– půdní P; solubilizace fosfátů; P-solubilizující mikroorganismy	421
– půdní procesy	101
– půdní test	1
– rekultivované půdy; mikrobiální biomasa; mineralizační aktivita; matematický model	179
– retence Cd; sorpce/desorpce	107
– systém půda – rostlina – zvíře; přenos Pb	257
– těžké půdy; drenážní vody; vyplavování živin; hnojení	87
– vlhkost půdy; měření; metoda TDR	293
– využívání půdy; dusičnany; rizikové prvky; průsaková voda	371
– zátěže půd; ekologicky kritické regiony; ČR	357, 365
Půdní charakteristiky	
– aktivita fosfatáz; interakce; vybrané lokality; ČR	415
Půdní kyselost	
– pH půd; hnojení a vápnění; vliv	269
Půdní test	
– Mehlich 2; KVK-UF; koncentrace K; půdní roztok	1
Redox potenciál	
– denitrifikace; hnědé půdy	457
Resorpce	
– makroživiny; Cd; humát sodný; jarní ječmen	43
Revitalizace	
– malé vodní toky; makrozoobentos	395
Rizikové prvky	
– průsaková voda	371
– půdy	7, 107, 187, 249, 257
– rostliny	43, 249, 257, 263, 353, 481, 487, 495
Rosič	
– ochrana chmele; seřazení rosičů; efektivnost ochrany	343
Rostlinná výroba	
– energetický potenciál; půdně-ekologické podoblasti; SR	49
Rostliny	
– Be; oblasti zatížené imisemi	353
– Cd, Zn, As, Pb; koncentrace v rostlinách; omezení vstupu	487
– distribuce kovů; Cd; Pb; Zn; kontaminace; mobilita	249
– obsah Cd, Zn, As; humát draselný; aplikace; vliv	481
– sacharidy; kvantitativní analýza; kapalinová chromatografie; iontoměnič	287
– systém půda – rostlina – zvíře; přenos Pb	257
Rtuf	
– přenos; systém půda – rostlina – zvíře; travní porosty; pastva	257

Růst	
– děložní pupeny; klíční rostliny lnu; kyselina abscisová;	
– benzylenadenin; sacharóza; vliv	243
– jarní ječmen; fluoranthen; doba expozice	209
– sója; heterogenita; genotypové rozdíly	225
– štirovník růžkatý; čistá kultura; travní směsi	153
Řepařská oblast	
– hnědozemě; minerální a mineralizovatelný N; výnos obilnin;	
– stanoviště; způsob hospodaření; vliv	463
Řepka	
– ozimá řepka	
– rizikové prvky; semeno; extrahovaný šrot; půda	495
– termín sklizně; biologické ztráty; změna kvality; vliv	275
– řepka olejka; kvalita semene; obsah tuku; kyselina eruková;	
– glukosinoláty; NIR spektroskopie	283
Sacharóza	
– rostliny; kvantitativní analýza; kapalná chromatografie;	
– iontoměnič	287
– růst děložních pupenů; klíční rostliny; len; transport	
– kořen–stonek	243
Semena	
– genové banky; skladování semen; hluboké vysoušení; klíčivost	117
– ozimá řepka; rizikové prvky; extrahované šrot	495
– řepka olejka; kvalita semene; NIR spektroskopie	283
– tvrdá semena; jetel zvrhlý; diploidní a tetraploidní odrůdy	77
– velikost semen; ozimé žito; klíčivost; vzházivost; výnos zrna	95
Signální geny	
– gliadiny; gluteniny s VMH; elektroforéza; pšenice špalda	149
Síra	
– sulfidická S; sorbent; Cd; půda	7
Síran amonný (¹⁵N)	
– lokální aplikace; kukuřice; využití N	13
Sklizeň	
– dělená sklizeň; brambory; hlízy; odolnost proti mechanickému	
– poškození	131
– sklizňové charakteristiky; odrůdy ozimé pšenice; obilní mšice;	
– poškození	113
– termín sklizně; ozimá řepka; jarní ječmen; ozimá pšenice;	
– biologické ztráty; změna kvality; vliv	275
Slovenská republika (SR)	
– laskavec ohnutý; biomasa; energetická analýza; obnovitelné	
– zdroje	65
– půdně-ekologické podoblasti; rostlinná výroba; energetický	
– potenciál	49
Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	
– <i>in vitro</i> ; humát sodný; somatická embryogeneze; snížený obsah N	231
Sója	
– různé genotypy; produktivita; rezistence průduchů	225
Solubilizující aktivita	
– bakterie; rozpustný fosfát; vliv	421
Somatická embryogeneze	
– smrk ztepilý; <i>in vitro</i> ; humát sodný; snížený obsah N	231
Sorpe	
– Cd; půda	
– huminové kyseliny	107
– selektivní chemisorbent	7
Sorptivita	
– hydraulické vlastnosti půdy; stanovení; infiltrační experiment	405
Srha hajní (<i>Dactylis polygama</i> Horvat.)	
– jetelotrávní směsi; vytrvalost; výnos zelené hmoty	137
Srha říznáčka (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	
– N hnojení; minerální látky; výživná hodnota; výnos	31
Stanoviště	
– brambory; velmi rané odrůdy; výživa N; výnos; obsah Cd, Ni, Zn	263
– katrán habeský; struktura výnosu; vliv	143
– minerální a mineralizovatelný N; hnědozemě; řepařská oblast;	
– vliv	463
Stěblo	
– trávy; listy; výživná hodnota; postavení na stěble	167
Sušina	
– kostřava luční; odrůdy; endofytní houby; rozdíly v obsahu	
– sušiny	1561
– obsah sušiny; vojčeska; vliv zaplevelení	69
– píceiny; obsah K; produkce sušiny; korelace	173
– produkce sušiny; štirovník růžkatý; čistá kultura; travní směsi	153
– srha říznáčka; N hnojení; výnos sušiny	31
– vojčeska; výnos sušiny; struktura porostu; vliv odrůdy a podsevu	431
Systém půda – rostlina – zvíře	
– přenos Pb, Cd, Hg; travní porosty; pastva	257
Šlechtění	
– chmel; genetické zdroje; odrůdy; hlavní znaky	315, 319
– kostřava luční; endofytní houby; odrůdové rozdíly	561
– řepka olejka; kvalita semene; NIR spektroskopie	283
Štirovník růžkatý (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	
– čistá kultura; travní směsi; růst; vývoj; produkce sušiny	153
Teplota	
– rychlost fotosyntézy; matematický model; simulace	205
Terarování savů	
– násypová část terasy; plošina terasy; počáteční stadium	
– pedogeneze	101
tlakový infiltrometr	
– hydraulické vlastnosti půdy; infiltrační experiment	405
Tolerance	
– ozimá pšenice; odrůdy; obilní mšice	593
– ozimá řepka; ozimá pšenice; jarní ječmen; opožděná sklizeň	275
Transpirace	
– obilniny; kapalně hnojivo DAM 390; kombinace s insekticidy	533
Travní porosty	
– botanická skladba; produktivnost; hnojení kejdou	161
– obnova; pratotechnické technologie; energetická analýza;	
– přisev; hnojení	53
– ruderalní travní porosty; druhy plevelů; regulace; herbicidy	439
– těžké kovy; přenos; systém půda – rostlina – zvíře	257
– využití; úhor; mulčování; evapotranspirace	571
Travní směsi	
– štirovník růžkatý; růst; vývoj; produkce sušiny	153
Trávy	
– listy; výživná hodnota; defoliace; odnožování; listová	
– diagnostika	167
Tritikale	
– cytoplazmatická pylová sterilita; produkce námelu	579
– jarní tritikale; genetické zdroje; zahraniční odrůdy; výnosy;	
– využití	553
Trvalé luční porosty	
– výnosy; botanické složení; absence N hnojení	565
Tuk	
– řepka olejka; hodnocení kvality; NIR spektroskopie	283
Úhor	
– trvalý travní porost; rozdílné využívání; evapotranspirace	571
Vápence	
– Cd, Zn, As, Pb; koncentrace v rostlinách; omezení vstupu	487
Vápnění	
– půdní kyselost; výnosy plodin; vliv	269
Vápník	
– koncentrace; povrchové vody; sezonní dynamika; plošný odnos	379
Vir mozaiky jableň (<i>ApMV</i>)	
– bezvirozní chmel; hodnocení kvality	307
Virová zakrsllost pšenice (WDV)	
– ozimá pšenice; křisek polní; vliv výskytu	81
Vlhkost půdy	
– měření; metoda TDR; relativní chyba měření	293
Vodivost průduchů	
– obilniny; kapalně hnojivo DAM 390; kombinace s insekticidy	533
Vodní toky	
– malé vodní toky; revitalizace; makrozoobentos	395
Vodohospodářská soustava	
– simulační model; ukazatele znečištění; údolní nádrž; průtok	193
– změny kvality vody; modelování	389
Vojčeska	
– genetické zdroje; výnosy; produkční znaky	547
– první seč; výnos; vliv odrůdy a podsevu; korelace	431
– zaplevelení; obsah sušiny; výnos; výška a hustota porostu;	
– hmotnost kořenů; vliv zaplevelení	69
Výnosy plodin – vlivy	
– brambory; velmi rané odrůdy – výživa N	263
– hnojení a vápnění; stacionární pokusy	269

– chmel – kapková závlaha	337	– ozimé žito; velikost semen; vliv	95
– jarní ječmen – termín sklizně	275	Zaplevelení	
– jarní ječmen; výnosové prvky – odrůda; dávka N	449	– vojtěška; obsah sušiny; výnos; výška a hustota porostu;	
– jarní pšenice – odběr P a K; vztah	501	hmotnost kořenů; vliv zaplevelení	69
– jarní tritikale – zahraniční odrůdy	553	Zelí hlávkové (<i>Brassica oleracea</i>)	
– katrán habeský – stanovištní podmínky; hnojení N	143	– in vitro; humát sodný; organogeneze; snížený obsah N	231
– kukuřice – N v půdě; příjem N	19	Zimovzdornost	
– obilniny – minerální a mineralizovatelný N v půdách	463	– obilniny; vliv imisí; severní Čechy	217
– ozimá pšenice		Zinek	
– foliární aplikace humátů	37	– distribuce; mobilita; rostliny; kontaminace půdy	249
– termín sklizně	275	– obsah Zn	
– ozimá řepka – termín sklizně	275	– hlízy; brambory; velmi rané odrůdy; výnos	263
– ozimé žito – velikost semen	95	– rostliny; humát draselný; aplikace; vliv	481
– srha říznáčka – hnojení N	31	– rostliny; omezení vstupu; vápence; bentonit; hnůj	487
– trvalé luční porosty – absence N hnojení	565	– speciace Zn; výměnná forma; organická forma; mobilita;	
– vojtěška; první seč		kontaminace půdy	187
– bez krycí plodiny – zaplevelení	69	Způsob pěstování	
– odrůda a podsev	431	– bezpluchý jarní ječmen; jakost zrna; nutričně cenné látky	585
– vojtěška – zahraniční odrůdy	547	– brambory; odrůda Agria a Karin; obsah polyfenolů	541
Vyplavování živin		Zrno	
– drenážní vody; těžké půdy; hnojení	87	– jakost zrna	
Vytrvalost		– bezpluchý jarní ječmen; způsob pěstování	585
– jetel zvrhlý; diploidní a tetraploidní odrůdy; jetelotravní směsi	77	– ozimá pšenice; humát sodný; foliární aplikace	37
– srha hajní; srha říznáčka; jetelotravní směsi	137	– výnosy zrna	37, 269, 275, 449, 463, 501, 553
Výživná hodnota		Žito (<i>Secale cereale</i> L.)	
– srha říznáčka; N hnojení; minerální složení píce	31	– cytoplazmatická pylová sterilita; produkce námelu	579
– trávy; listy; listová diagnostika	167	– ozimé žito; velikost semen; klíčivost; délka kořínků; délka	
Vzcházivost		klíčků; vzcházivost; výnos zrna	95
– hrách; <i>Fusarium</i> spp.; <i>Alternaria</i> sp.; vliv	517		

SUBJECT INDEX

Abscisic acid		Beet-growing region	
– growth of cotyledonary axillaries; flax seedlings; root-shoot transport	243	– luvisols; mineral and mineralizable N; yield of cereals; site; way of management; effect	463
Alfalfa snout weevil (<i>Otiorhynchus ligustici</i> L.)		Bentonite	
– hop protection; insecticides	333	– Cd, Zn, As, Pb; accumulation in plants; soil-plant relationship	487
Allelopathy		Benzyladenine	
– effects on germination percentage; leguminous crops; tall fescue; mixture cultivation	425	– growth of cotyledonary axillaries; flax seedlings; root-shoot transport	243
Alpha bitter acids		Beryllium	
– hop cone; weather condition; biosynthesis	301	– soils; plants; immission-loaded regions	353
– virus-free hop; five years after first planting; CR	307	Beta bitter acids	
Alsike clover		– virus-free hop; five years after first planting; CR	307
– diploid and tetraploid varieties; persistence; hard seeds; grass mixtures	77	Beta-glucans	
Alternaria sp.		– hull-less spring barley; cropping systems	585
– pea; effect on sprouting; growth	517	Biomass	
Alternative oil-bearing crops		– energy; renewable resources; <i>Amaranthus retroflexus</i> L.; SR	65
– oil content; qualitative composition of fatty acids	59	– microbial biomass; mineralization activity; reclaimed soils; mathematical model; comparison	179
Ammonium sulfate (¹⁵N)		Biosynthesis	
– local application; maize; N use	13	– hop cone; weather condition; hop resins and oils; alpha bitter acids	301
Apple Mosaic Virus (ApMV)		Bird's-foot trefoil (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	
– virus-free hop; evaluation quality	307	– pure culture; grass mixtures; growth; development; dry matter production	153
Arsenic		Botanical composition	
– As accumulation; plants; soil-plant relationship; lime; bentonite; manure	487	– permanent meadow stands; change; absence of N fertilization	565
– As content; plants; potassium humate; application; effect	481	– temporary grassland; semi-liquid manuring	161
Bacteria		Breeding	
– solubilizing activity; soluble phosphate; influence	421	– hop; genetic sources; varieties; main characteristics	315, 319
Barley		– meadow fescue; endophytic fungi; varietal differences	561
– spring barley		– rape; seeds quality; NIR spectroscopy	283
– fluoranthene; exposure time; growth; photosynthetic pigments	209	Cabbage (<i>Brassica oleracea</i>)	
– gibberellin; caryopses; germination; dormancy	237	– in vitro; sodium humate; organogenesis; N deficiency	231
– hull-less barley; grain quality; cropping systems	585	Cadmium	
– sodium humate; application; resorption of nutrients and Cd	43	– Cd content	
– time of harvest; biological losses; change of quality; effect	275	– plants	
– yield components; formation and compensation; variety; N rate	449	– potassium humate; application; effect	481
		– soil-plant relationship; lime; bentonite; manure	487

– tubers	
– potatoes; very early varieties; yield	263
– distribution; mobility; plants; soil contamination	249
– infiltration water; soil management; Cd content	371
– soil; sorption; selective chemisorbent; humic acids	7
– speciation of Cd; exchangeable form; organic form; mobility;	
soil contamination	187
– resorption of Cd; sodium humate; application; spring barley	43
– retention of Cd; soil; humic acids; sorption/desorption	107
– transfer; system soil – plant – animal; grasslands; grazing	257
Calcium	
– concentration; surface waters; seasonal dynamics; whole-area	
washing away	379
Caryopses	
– spring barley; post harvest maturation; gibberellins	237
Cereal aphids	
– winter wheat; varieties	
– Regina; Zdar; damage of varieties; character and extent	113
– tolerance; resistance	593
Cereals	
– barley	43, 209, 237, 275, 449, 585
– cropping systems	585
– ergot production	579
– fertilization	37, 43, 473
– genetic resources	553
– harvest	275
– pests	81, 113, 533, 593
– rye	95, 579
– signal genes	149
– triticale	553, 579
– varieties	113, 449
– wheat	37, 81, 113, 149, 275, 473, 501, 593
– wintering	217
– yields	37, 95, 275, 449, 463, 501, 553
Chlorophyll	
– chlorophyll content; winter wheat varieties; damage; cereal	
aphids	113
Chromatography	
– gas; liquid; free-virus hops; evaluation of quality	307
– liquid chromatography; cation exchanger; quantitative analysis;	
carbohydrates; plants	287
Cloning	
– hop; DNA sequences; amplification; PCR	525
Clover-grass mixtures	
– alsike clover; diploid and tetraploid varieties; persistence	77
– <i>Dactylis polygama</i> ; cocksfoot; persistence; green matter yield	137
Cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	
– N fertilization; mineral substances; nutritive value; yield	31
Conductance of stomata	
– cereals; liquid fertilizer DAM 390; combination with	
insecticides	533
Contamination	
– soils	
– heavy metal speciation; Cd; Pb; Zn; mobility; correlation	187
– metal distribution; Cd; Pb; Zn; plants; mobility; correlation	249
– POXS; ecologically critical regions; CR	357, 365
Cotyledonary axillary	
– flax seedlings; growth; abscisic acid; benzyladenine; sucrose;	
effect	243
Crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst.)	
– alternative oil-bearing crops; yield structure; site conditions;	
N fertilization	143
Crop yields – influences	
– cereals – mineral and mineralizable N in soils	463
– cocksfoot – N fertilization	31
– crambe – site condition; N fertilization	143
– fertilization and liming; stationary trials	269
– hop – trickle irrigation	337
– lucerne; first cut	
– variety and undersowing	431
– without cover crop; weed infestation	69
– lucerne – foreign varieties	547
– maize – N in soil; N uptake	19
– permanent meadow stands – absence of N fertilization	565
– potatoes – very early varieties; N nutrition	263
– rape – time of harvest	275
– spring barley – time of harvest	275
– spring barley; yield components – variety; N rate	449
– spring triticale – foreign varieties	553
– spring wheat – P and K uptake; relation	501
– winter rye – seed size	95
– winter wheat	
– foliar application of humate	37
– time of harvest	275
Cropping system	
– hull-less barley; grain quality; nutritional value	585
– potatoes; Agria and Karin varieties; polyphenol content	541
Cytoplasmic pollen sterility	
– rye; triticale; ergot production	579
Czech Republic (CR)	
– contamination of soils; POXS; PAHs; ecologically; critical	
regions	357, 365
– hope protection; alfalfa snout weevil; insecticides; biological	
control	333
– phosphatase activity; soil characteristics; interactions; some	
locations	415
– virus-free hope; evaluation of quality; five years after first	
planting	307
<i>Dactylis polygama</i> Horvat.	
– clover-grass mixture; persistence; green matter yield	137
Deep drying	
– seeds; storage; germination capacity; preservability	117
Denitrification	
– eutric cambisol; nitrates; nitrites; nitric oxide; redox potential	457
DNA polymorphism	
– hop; amplification; PCR	525
Dormancy	
– caryopses; spring barley; post harvest maturation	237
Dry matter	
– cocksfoot; N fertilization; dry matter yield	31
– dry matter content; lucerne; effect of weed infestation	69
– dry matter production; bird's-foot trefoil; pure culture; grass	
mixtures	153
– forage crop; K content; dry matter production; correlation	173
– lucerne; dry matter yield; structure of stand; effect of variety	
and undersowing	431
– meadow fescue; varieties; epiphytic fungi; differences in dry	
matter yield	561
Ecology	
– ecologically critical regions; soil contamination; CR	357, 365
– environmental effect; drain waters; heavy textured soils	87
– pedological and ecological subregions; plant production; energy	
potential; SR	49
Electrophoresis (SGE, SDS-PAGE)	
– gliadins; HMW glutenins; spelt	149
Elementary soil processes	
– initial stage of pedogenesis; terracing of slopes	101
Emergence rate	
– pea; <i>Fusarium</i> spp.; <i>Alternaria</i> sp.; effect	517
– winter rye; seed size; influence	95
Endophytic fungi	
– meadow fescue; varieties; herbage and seed production	561
Energy analysis	
– grassland; recovery; pratotechnic technologies; various level	
of nutrition	53
– plant production; SR; pedological and ecological subregions;	
energy potential	49
– tassel flower; biomass; renewable resources; SR	65
Ergot (<i>Claviceps purpurea</i> (Fr.) Tul.]	
– cytoplasmic pollen sterility; rye; triticale	579
Erucic acid	
– rape; evaluation of quality; NIR spectroscopy	283
Eutric cambisol	
– denitrification; nitrates; nitrites; nitric oxide; redox potential	457
Evapotranspiration	
– permanent grassland; hydrological regime; ground water table;	
lysimeter	571

Fallow	
– permanent grassland; differential use; evapotranspiration	571
Fat	
– rape; quality control; NIR spectroscopy	283
Fatty acids	
– qualitative composition; alternative oil crops	59
Fertilization	
– ammonium sulfate	
– maize; local application; N use	13
– manure	
– pH of soils; crop yields; effect of fertilization	269
– nitrogen	
– cocksfoot; yield; nutrition value; mineral composition; effect of fertilization	31
– crame; yield; effect of fertilization	143
– permanent meadow stands; absence of N fertilization; yields; botanical composition	565
– potatoes	
– tubers; glycoalkaloid content	509
– very early varieties; yield; Cd, Ni, Zn content	263
– spring barley	
– chosen varieties; yield components	449
– resorption of nutrients and Cd	43
– winter wheat	
– Nmin in soil; N uptake	473
– yield; grain quality; effect of fertilization	37
– NPK	
– grassland recovery; pratotechnic technologies; energy analysis	53
– pH of soils; crop yield; effect of fertilization	269
– potatoes; Krasa variety; relationship of fertilization – mechanical damage of tubers	199
– semi-liquid manure	
– temporary grassland; grasslands; botanical composition; grassland productivity	161
– sodium humate; common application with DAM 390	
– spring barley; resorption of nutrients and Cd; effect of fertilization	43
– winter wheat; grain yield and quality; effect of fertilization	37
– systems of fertilization	
– temporary grassland; mineral composition of herbage; nutrient ratios	25
Fingerprinting	
– identification of genotypes; hop	325
Flax (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	
– seedlings; outgrowth of axillary buds; abscisic acid; benzyladenine; sucrose; effect	243
Fluoranthene	
– exposure time; spring barley; growth; photosynthetic pigments	209
Frost-hardiness	
– cereals; effect of immissions; North Bohemian	217
Fructose	
– plants; quantitative analysis; liquid chromatography; cation exchanger	287
Fusarium spp.	
– pea; effect on sprouting; growth	517
Gel Manager for Windows Program	
– identification of genotypes; hop	325
Genetic resources	
– hop; varieties	
– breeding; crossing	315
– world collection; evaluation of characteristics	319
– lucerne; yields; production characters	547
– spring triticale; yields; use	533
Genotypes	
– hop	
– breeding; hybridization; choice of genotypes; cloning	315, 525
– identification of genotypes; fingerprinting; PCR; RAPD; Gel Manager for Windows Program	325
– soybean; genotype differences; production abilities; heterogeneity	225
Germ and rootlet length	
– winter rye; seed size; effect	95
Germination capacity	
– caryopses; spring barley; gibberellin; activity; post-harvest maturation	237
– seed size; winter rye; influence of seed size	95
– seeds; storage; deep drying; genetic resources; gene banks	117
– some leguminous crops; tall fescue; mixture cultivation; allelopathy	425
Gibberellin	
– activity; caryopses; spring barley; germination; dormancy	237
Gladiols	
– spelt; electrophoresis (SGE); signal genes	149
Glucose	
– plants; quantitative analysis; liquid chromatography; cation exchanger	287
Glucosinolates	
– rape; evaluation of quality; NIR spectroscopy	283
Glycoalkaloids	
– α -chaconin; α -solanine; potatoes; varieties; damage of tubers; chemical preparation; time of storage	509
Grain	
– grain quality	
– hull-less spring barley; cropping systems	585
– winter wheat; sodium humate; foliar application	37
– grain yield	37, 269, 275, 449, 463, 501, 553
Grass mixtures	
– bird's-foot trefoil; growth; development; dry matter production	153
Grasses	
– leaves; nutritive value; defoliation; tillering; leaf diagnostics	167
Grassland	
– botanical composition; productivity; semi-liquid manuring	161
– heavy metals; transfer; system soil – plant – animal	257
– recovery; pratotechnic technologies; energy analysis; reseeding; fertilization	53
– ruderal grassland; weed species control; herbicides	439
– use; fallow; mulching	571
Grazing	
– heavy metals; transfer; system soil – plant – animal	257
Groundwater table	
– permanent grassland; evapotranspiration; hydrological regime	571
Growth	
– bird's-foot trefoil; pure culture; grass mixtures	153
– cotyledonary axillaries; flax seedlings; abscisic acid; benzyladenine; sucrose; effect	243
– soybean; heterogeneity; genotype differences	225
– spring barley; fluoranthene; exposure time	209
Harvest	
– date of harvest; winter rape; spring barley; winter wheat; biological losses; change of quality; effect	275
– divided harvest; potatoes; tubers; resistance to mechanical damage	131
– yield characteristics; winter wheat varieties; cereal aphids; damage	113
Herbicides	
– pre- and postemergent herbicides; application; interrow tillage; effectiveness; maize	125
– weed species control; application; effect; ruderal grassland	439
HMW glutenins	
– spelt; electrophoresis (SDA-PAGE); signal genes	149
Hop	
– breeding process	
– genofond; world collection of hop varieties; evaluation of characteristics	319
– hybridization process; choice of genotypes; world collection of hop varieties	315
– cloning; DNA sequences; amplification; PCR	525
– hop cone; weather condition; biosynthesis; hop resins and oils; alpha bitter acids	301
– hope protection	333, 343
– identification of genotypes; fingerprinting	325
– trickle irrigation; hop yield and quality; influence of irrigation; Žatec region	337
– virus-free hop; quality evaluation; beta bitter acids; five years after first planting; CR	307
Hop oils	
– hop cone; weather condition; biosynthesis	301
– virus-free hop; five years after first planting; CR	307

Hop protection	
– alfalfa snout weevil; insecticides; biological control	333
– spraying machine; setting of sprayers; effectiveness of protection	343
Hop resins	
– hop cone; weather condition; biosynthesis	301
Humic acids	
– retention of Cd; soil; sorption/desorption	107
– selective chemisorbent; Cd; soil	7
Hybridization	
– hop; genetic sources; varieties; main characteristics; evaluation	315
Immissions	
– Be in soils; immission-loaded regions	353
– soil; cereals; resistance; wintering; effect of immissions; North Bohemian	217
Infiltration water	
– risk elements content; soil utilization	371
Insecticides	
– hop protection; alfalfa snout weevil; carbofuran; fipronil	333
– liquid fertilizer; DAM 390; combination with insecticides; influence on pests; cereals	533
Interraw tillage	
– effectiveness; herbicide application; maize	125
In vitro cultures	
– Norway spruce; cabbage; sodium humate; somatic embryogenesis; organogenesis; N deficiency	231
Irradiance	
– rate of photosynthesis; mathematical model; simulation	205
Lead	
– distribution; mobility; plants; soil contamination	249
– infiltration water; soil management; Pb content	371
– Pb accumulation; plants; soil-plant relationship; lime; bentonite; manure	487
– Pb speciation; exchangeable form; organic form; mobility; soil contamination	187
– transfer; system soil – plant – animal; grasslands; grazing	257
Leaves	
– grasses; nutritive characteristics; position on stem; leaf diagnostics	167
– winter wheat; varieties; leaf physiology; damage; cereal aphid	113
Leguminous crops	
– some leguminous crops; tall fescue; mixture cultivation; germination percentage; allelopathy	425
Lime	
– Cd, Zn, As, Pb; accumulation in plants; soil-plant relationship	487
Liming	
– soil acidity; crop yields; effect	269
Liquid fertilizer DAM 390	
– combination with insecticides; cereal pests	533
– sodium humate; DAM 390; common application	
– spring barley; resorption of nutrients and Cd	43
– winter wheat; grain yield and quality	37
Lucerne	
– first cut; yield; effect of variety and undersowing; correlation	431
– genetic resources; yields; production characters	547
– weed carpet; dry matter content; yield; height and stand density; root weight; effect of weed carpet	69
Luvisols	
– beet growing region; mineral and mineralizable N; site; way of management; effect	463
Lysimeter	
– groundwater table; evapotranspiration; permanent grassland	571
– N in soil; uptake of N; maize	19
– soil utilization; nitrates; risk elements; washing-off	371
Macrozoobenthos	
– small water streams; revitalization	395
Magnesium	
– concentrations; surface waters; seasonal dynamics; whole-area washing away	379
Maize	
– ammonium sulfate (^{15}N); local application; N use	13
– herbicide application; interrow tillage; effectiveness	125
– N in soil; N uptake; yield; lysimeter	19
Manure	
– Cd, Zn, As, Pb; accumulation in plants; soil-plant relationship	487
Mathematical model	
– microbial biomass; mineralization activity; reclaimed soils; comparison with mathematical model	179
– rate of photosynthesis; temperature; irradiance; simulation; natural conditions	205
– simulation model; static model; linear regression model; determination coefficient; water management system; indicators of contamination	193, 389
Meadow fescue	
– varieties; herbage and seed production; endophytic fungi; <i>Acronium</i> spp.	561
Mechanical damage of tubers – see Tubers	
Mercury	
– transfer; system soil – plant – animal; grasslands; grazing	257
Metal mobility	
– Cd; Pb; Zn; plants; soil contamination	249
Mineral composition of herbage	
– cock's foot; N fertilization; nutritive value	31
– temporary grassland; systems of fertilization; nutrient ratios	25
Mineralization activity	
– microbial biomass; reclaimed soils; mathematical model; comparison	179
Mulching	
– permanent grassland; differential use; evapotranspiration	571
Nickel	
– infiltration water; soil management; Ni content	371
– Ni content; tubers; potatoes; very early varieties; yield	263
NIR spectroscopy	
– rape; evaluation of quality; fat; erucic acid; glucosinolates	283
Nitrates	
– denitrification; eutric cambisol; redox potential	457
– infiltration water; soil utilization; nitrates content	371
– nitrates and K contents; correlation; forage crops	173
Nitric oxide	
– denitrification; eutric cambisol	457
Nitrites	
– denitrification; eutric cambisol; redox potential	457
Nitrogen	
– inorganic N; various forms; drain waters; heavy textures soils; leaching out	87
– mineral and mineralizable N in soils	
– luvisol; beet growing region; site; way of management; influence	463
– N_{min} ; N fertilization; N uptake; winter wheat	473
– N uptake; effect of fertilization	269
– N deficiency; sodium humate; <i>in vitro</i> ; Norway spruce; cabbage; somatic embryogenesis; organogenesis	231
– N fertilization	31, 37, 43, 143, 263, 449, 473, 509, 565
– N in soil; N uptake; maize yield	19
– N rate; spring barley; varieties; yield components	449
– N use; maize; ammonium sulfate; local application	13
– nitrate and ammonia N; concentration; surface waters; seasonal dynamics; whole area washing away	379
Norway spruce (<i>Picea abies</i>)	
– <i>in vitro</i> ; sodium humate; somatic embryogenesis; N deficiency	231
NPK	
– fertilization	53, 199, 269
Nutrients leaching	
– drainage waters; heavy textured soils; fertilization	87
Nutritive value	
– cocksfoot; N fertilization; mineral composition of herbage	31
– grasses; leaves; leaf diagnostics	167
Oil content	
– alternative oil crops; effect of site and N fertilization	59
Organogenesis	
– cabbage; <i>in vitro</i> ; sodium humate; N deficiency	231
Pea	
– <i>Fusarium</i> spp.; <i>Alternaria</i> sp.; effect on sprouting; growth	517
Pedogenesis	
– initial stage; elementary soil processes; terracing of slopes	101

Permanent meadows stands	
– yields; botanical composition; absence of N fertilization	565
Persistence	
– alsike clover; diploid and tetraploid varieties; clover-grass mixtures	77
– <i>Dactylis polygama</i> ; cocksfoot; clover-grass mixtures	137
Persistent organic xenobiotic substances (POXS)	
– soil contamination; loads of soils; ecologically critical regions; CR	357, 365
Phosphatase	
– phosphatase activity; soil characteristics; interaction; some locations; CR	415
Phosphorus	
– concentration; surface waters; seasonal dynamics; whole-area washing away	379
– P uptake; spring wheat; yield; relation between yield and uptake	501
– soil P; soluble phosphate; solubilizing activity; bacteria	421
Photosynthesis	
– photosynthesis intensity; liquid fertilizer DAM 390; combination with insecticides; cereals	533
– photosynthetic pigments; spring barley; fluoranthene; exposure time	209
– rate of photosynthesis; temperature; irradiance; mathematical model; simulation; natural conditions	205
Plant production	
– energy potential; pedological and ecological subregions; SR	49
Plants	
– Be; immission-loaded regions	353
– carbohydrates; quantitative analysis; liquid chromatography; cation exchanger	287
– Cd, Zn, As; potassium humate; application; effect	481
– Cd, Zn, As, Pb; accumulation in plants; soil-plant relationship	487
– metal distribution; Cd; Pb; Zn; contamination; mobility	249
– system soil – plant – animal; Pb transfer	257
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	
– soil contamination; PAHs in soils and feeds; retrospective monitoring	365
Polymerase Chain Reaction (PCR)	
– amplification; genomic DNA; 7SL RNA genes; hope	525
– identification of genotypes; hop	325
Polyphenols	
– potatoes; Agria nad Karin varieties; growing regions; way of cultivation; effect	541
Post harvest maturation	
– caryopses; spring barley; gibberellins; activity of gibberellins	237
Potassium	
– concentration; surface waters; seasonal dynamics; whole-area washing away	379
– K and nitrate contents; dry matter production; correlation; forage crops	173
– K content; soil test; soil solution; correlation	1
– K uptake; spring wheat; yield; relation between yield and uptake	501
Potassium humate	
– application; Cd, Zn, As content; plants; effect	481
Potatoes	
– divided harvest; tubers; resistance to mechanical damage	131
– N nutrition; site; yield; Cd, Ni, Zn content; very early varieties	263
– NPK fertilization; mechanical damage to tubers; relationship; Krasa variety	199
– varieties; tubers; glycoalkaloids; cultivation technology; mechanical damage	509
Pratotechnic technologies	
– energy analysis; grassland; recovery; level of nutrition	53
Pressure infiltrometer	
– soil hydraulic properties; infiltration experiment	405
Production potential of soils	
– SR; pedological and ecological subregions; plant production; energy balance	49
Psammotettix alienus	
– wheat dwarf virus; winter wheat; occurrence; influence	81
Pure culture	
– bird's-foot trefoil; growth; development; dry matter production	153

Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)	
– identification of genotypes; hop	325
Rape	
– seeds quality; fat content; erucic acid; glucosinolates; NIR spectroscopy	283
– winter rape	
– risk elements; oil meals; organs; seed; soil	495
– time of harvest; biological losses; change of quality	275
Redox potential	
– denitrification; eutric cambisol	457
Re seeding	
– grassland; recovery; pratotechnic	53
Resorption	
– macronutrients; Cd; sodium humate; spring barley	43
Revitalization	
– small water streams; macrozoobenthos	395
Risk elements	
– infiltration water	371
– plants	43, 249, 257, 263, 353, 481, 487, 495
– soils	7, 107, 187, 249, 257
Rye (<i>Secale cereale</i> L.)	
– cytoplasmic pollen sterility; ergot production	579
– winter rye; seed size; germination capacity; rootlet and germ length; emergence rate; grain yield	95
Seedling	
– flax; growth of cotyledonary axillares; abscisic acid; benzyladenine; sucrose; effect	243
Seeds	
– gene banks; storage of seeds; deep drying; germination capacity	117
– hard seeds; alsike clover; diploid and tetraploid varieties	77
– rape; seed quality; NIR spectroscopy	283
– seed size; winter rye; germination; emergence; grain yield	95
– winter rape; risk elements; meal of winter rape	495
Semi-liquid manure	
– manuring; temporary grassland; grassland; botanical composition; productivity	161
Signal genes	
– gliadins; HMW glutenins; electrophoresis; spelt	149
Site	
– crumbe; yield structure; effect of site	143
– mineral and mineralizable N; luvisols; beet-growing region; effect	463
– potatoes; very early varieties; N nutrition; Cd, Ni, Zn content	263
Slovak Republic (SR)	
– pedological and ecological subregions; plant production; energy potential	49
– tassel flower; biomass; energy analysis; renewable resources	65
Sodium humate	
– application; spring barley; resorption of nutrients and Cd	43
– foliar application; winter wheat; grain yield and quality	37
– <i>in vitro</i> ; Norway spruce; cabbage; somatic embryogenesis; organogenesis; N deficiency	231
Soil	
– Be in soils; immission-loaded regions	353
– Cd; sorption; selective chemisorbent	7
– eutric cambisol; denitrification	457
– heavy textured soils; drainage waters; nutrients leaching; fertilization	87
– immissions; cereals; winter-hardiness; frost-hardiness; North Bohemian	217
– loads of soils; ecologically critical regions; CR	357, 365
– luvisols	463
– N in soil; N uptake; maize yield	19
– production potentials of soils; SR	49
– reclaimed soils; microbial biomass C; mineralization activity; mathematical model	179
– retention of Cd; sorption/desorption	107
– soil acidity	269
– soil characteristics; phosphatase activity; interactions; some locations; CR	415
– soil contamination	187, 249, 357, 365
– soil hydraulic properties; determination	405
– soil moisture; measurement; TDR method	293

– soil P; solubilization of phosphate; P-solubilizing microorganisms	421
– soil processes	101
– soil test	1
– soil utilization; nitrates; risk elements; infiltration water	371
– system soil – plant – animal; transfer of Pb	257
Soil acidity	
– pH of soils; fertilization and liming; effect	269
Soil characteristics	
– phosphatase activity; interactions; some locations; CR	415
Soil hydraulic properties	
– hydraulic conductivity; determination; pressure infiltrometer; infiltration experiment	405
Soil moisture	
– measurement; TDR method; measurement error	293
Soil test	
– Mehlich 2; KVK-UF; K content; soil solution	1
Solubilizing activity	
– bacteria; soluble phosphate; influence	421
Somatic embryogenesis	
– Norway spruce; <i>in vitro</i> ; sodium humate; N deficiency	231
Sorption	
– Cd; soil	
– humic acids	107
– selective chemisorbent	7
Sorptivity	
– soil hydraulic properties; determination; infiltration experiment	405
Soybean	
– selected genotypes; productivity; growth; resistance of stomata	225
Spraying machine	
– hop protection; setting of sprayers; effectiveness of protection	343
Stem	
– grasses; leaves; nutritive value; position on stem	167
Sucrose	
– growth of cotyledonary axillaries; flax seedlings; root-shoot transport	243
– plants; quantitative analysis; liquid chromatography; cation exchanger	287
Sulphur	
– sulphidic sulphur; sorbent; Cd; soil	7
Surface waters	
– whole-area pollution; macroelements; seasonal dynamics; whole-area washing away; correlation and regression	379
System soil – plant – animal	
– transfer of Pb, Cd, Hg; grasslands; grazing	257
Tall fescue (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	
– some leguminous crop; mixture cultivation; allelopathy; germination percentage	425
Tassel flower (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	
– biomass; energy analysis; renewable resources; SR	65
TDR method (Time Domain Reflectometry)	
– volumetric soil water content; measurement; measurement error	293
Temperature	
– rate of photosynthesis; mathematical model; simulation	205
Temporary grassland	
– semi-liquid manuring; grasslands; botanical composition; productivity	161
– systems of fertilization; mineral composition of herbage; nutrient ratios	25
Terracing of slopes	
– terrace edge of terrace; stage of terrace; initial stage of pedogenesis	101
Tillering	
– grasses; leaves; position on stem	167
Tolerance	
– winter rape; winter wheat; spring barley; delayed harvest	275
– winter wheat; varieties; cereal aphid	593
Transpiration	
– cereals; liquid fertilizer DAM 390; combination with insecticides	533
Trickle irrigation	
– hop; hop yield and quality; influence of irrigation; Žatec hop region	337

Triticale

- cytoplasmic pollen sterility; ergot production 579
- spring triticale; genetic resources; foreign varieties; yields; using 553

Tuber

- potatoes
- damage of tubers; glycoalkaloids content 509
- divided harvest; resistance to mechanical damage; tuber weight; temperature of tubers 131
- Krása variety; mechanical damage to tubers; NPK fertilization; relationship 199
- very early varieties; N nutrition; site; yield; Cd, Ni, Zn content 263

Undersowing

- lucerne; first cut; dry matter yield; effect of undersowing; correlation 431

Varieties

- hop
- world assortment of varieties; genetic sources for breeding and hybridization; characteristics; phenotype variability 315, 319
- lucerne
- first cut; dry matter yield; effect of variety 431
- foreign varieties; yield; production characters 547
- potatoes
- Agria; Karin; polyphenol content; influence of varieties 541
- Krása; NPK fertilization; mechanical damage to tubers; relationship 199
- very early varieties; N nutrition; site; yield; Cd, Ni, Zn content 263
- spring barley
- yield components; formation and compensation; chosen varieties 449
- winter wheat
- Regina; Zdar; cereal aphids; damage; characters and extent 113

Water management system

- changes in water quality; modelling 389
- simulation model; indicators of contamination; valley reservoir; flowing 193

Water streams

- small water streams; revitalization; macrozoobenthos 395

Weather conditions

- hop cone; biosynthesis; hop resins and oils; alpha bitter acids 301

Weed carpet

- lucerne; dry matter content; height and stand density; root weight; effect of weed carpet 69

Weeds

- weed species control; herbicides; application; ruderal grassland 439

Wheat

- spelt (*Triticum spelta* L.)
- gliadins; HMW glutenins; electrophoresis (SGE, SDS-PAGE); signal genes 149
- spring wheat
- nutrients uptake; differences between P and K; yield 501
- winter wheat
- cultivars; cereal aphids; tolerance; sensitivity; resistance 593
- Regina and Zdar cultivars; damage; cereal aphids; leaf physiology; chlorophyll content; yield characteristics 113
- sodium humate; foliar application; grain yield and quality 37
- soil profile; N_{min}; N depletion 473
- time of harvest; biological losses; change of quality; effect 275
- wheat dwarf virus; *Psmmotettix alienus*; influence of occurrence 81

Wheat dwarf virus (WDV)

- winter wheat; *Psmmotettix alienus*; influence of occurrence 81

Winter-hardiness

- cereals; effect of immissions; North Bohemia 217

Zinc

- distribution; mobility; plants; soil contamination 249
- Zn content
- plants; potassium humate; application; effect 481
- plants; soil-plant relationship; lime; bentonite; manure 487
- tubers; potatoes; very early varieties; yield 263
- Zn speciation; exchangeable form; organic form; mobility; soil contamination 187

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 dvojité 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 komprimované 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 nedostatcích 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 prvního 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.

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.

OBSAH – CONTENTS

Míka V., Pfannmöller M.: Pícní a semenářská výkonnost odrůd kostřavy luční infikovaných endofytními houbami <i>Acremonium</i> spp. – Herbage and seed production performance of meadow fescue varieties infected with endophytic fungi <i>Acremonium</i> spp.	561
Mrkvička J., Veselá M.: Vývoj výnosů a botanického složení trvalých lučních porostů při absenci N-hnojení – Progress of yields and botanical composition of permanent meadow stands in absence of N-fertilization	565
Kvítek T., Klímová P.: Hydrologický režim intenzivně a extenzivně využívaných travních porostů – Hydrological regime of intensively and extensively used grasslands	571
Dotlačil L., Stehno Z., Bocková R., Valík J., Boháč J.: Využití pylové sterility u žita a tritikale k produkci námelu – Utilization of pollen sterility in rye and triticale for ergot production	579
Ehrenbergerová J., Vaculová K., Zimolka J.: Jakost zrna bezpluchého jarního ječmene z odlišných způsobů pěstování – Grain quality of hull-less spring barley from different cropping systems	585
Havlíčková H.: Differences in level of tolerance to cereal aphids in five winter wheat cultivars – Rozdíly v hladině tolerance pěti odrůd ozimé pšenice vůči mšicím	593