

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ODBORNÁ KNIHOVNA
ministerstva zemědělství
České republiky
PRAHA 1 - TESNOV 6, 17

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

2

VOLUME 44
PRAHA
ÚNOR 1998
CS ISSN 0370-663X

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

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

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

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 44 vychází v roce 1998.

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

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1998 je 744 Kč.

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 44 appearing in 1998.

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

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1998 is 177 USD (Europe), 195 USD (overseas).

JAKOST SLADU V ZÁVISLOSTI NA ODRŮDĚ, ROČNÍKU A TECHNOLOGII SLADOVÁNÍ U JARNÍHO JEČMENE

MALTING QUALITY IN DEPENDENCE ON GENOTYPE, YEAR
AND MALTING TECHNOLOGY IN SPRING BARLEY

M. Špunarová¹, J. Prokeš²

¹*Agricultural Research Institute, Kroměříž, Czech Republic*

²*Research Institute for Brewing and Malting, Brno, Czech Republic*

ABSTRACT: One-third of spring barley production is used for malt, and subsequently beer production. High qualitative parameters are required for this part of the production. The main objective of the study was to evaluate individual malt quality parameters in relation to genetic, technological and climatic factors. Two standard varieties of spring barley Rubín and Akcent, and new breeding line KM 1630 were cultivated after sugarbeet in four replicates. They were malted after the harvest using four malting processes: standard one – two months after the harvest, classic steeping, descending temperatures and higher water content at shorter germination in 1994 to 1996. The obtained values were analysed using the Stat-Plus program and presented in graphs produced by the Excel program. Mean values of qualitative parameters in the tested varieties under four malting processes during three years are illustrated in Figs 1 to 8. ANOVA was used to assess effects of the variety, year and malting process on individual qualitative parameters (Tab. I). The effect of the variety on malt extract content and diastatic power was highly significant ($P = 0.01$), and that on protein content, final attenuation and malt friability was insignificant. Ratios of mean squares (Tab. I) show dominant effects of the year on protein, final attenuation and friability. Changed conditions of malting processes showed highly significant effects on Kolbach index, diastatic power and final attenuation. Relative extract at 45 °C and malt friability were affected only significantly ($P = 0.05$). The analysis showed that the adjusted malting process could not affect values of the decisive malting parameter, malt extract content, and protein content either. To assess potential relationships between individual malt parameters, the correlation analysis was used (Tab. II) which suggested a lot of significant to highly significant correlations. Most of all, the highly significant positive correlation was found between grain protein content and diastatic power ($r = 0.85^{**}$). Highly significant negative correlations were assessed between grain protein content and the following parameters: malt extract ($r = -0.49^{**}$), Kolbach index ($r = -0.67^{**}$), and friability ($r = -0.76^{**}$). Other very important qualitative parameter, malt extract, correlated with Kolbach index highly significantly ($r = -0.76^{**}$) and with relative extract significantly ($r = -0.37^{**}$). All the findings in this study suggest that malting quality of barley is a complex of closely related characters.

spring barley; malting quality; variety; qualitative parameters; year; malting process

ABSTRAKT: U souboru tří sladovnických odrůd jarního ječmene byly v ročnících 1994 až 1996 sledovány jednotlivé parametry sladovnické jakosti a možnosti jejich ovlivnění čtyřmi různými technologiemi sladování. Výsledky sladování zhodnocené analýzou variance prokázaly vysoce průkazný vliv ($P = 0.01$) odrůdy na obsah extraktu sladu a diastatickou mohutnost, průkazný vliv ($P = 0.05$) na obsah relativního extraktu a Kolbachova čísla, nevýznamný vliv na konečný stupeň prokvašení, friabilitu sladu a obsah bílkovin. Ročník ve srovnání s odrůdou prokázal převažující vliv na hodnoty bílkovin, konečného stupně prokvašení a friability. Z hlediska změněných podmínek technologie sladování byly vysoce průkazně ovlivněny hodnoty Kolbachova čísla, diastatické mohutnosti a konečného stupně prokvašení. Jen významně byl ovlivněn obsah relativního extraktu při 45 °C a friabilita sladu. Analýzou se prokázalo, že úpravami technologie sladování nelze ovlivnit hodnoty rozhodujícího sladovnického ukazatele obsahu extraktu sladu a rovněž obsahu bílkovin. Ke zjištění vztahů mezi jednotlivými sledovanými parametry byla provedena korelační analýza, která ukázala na řadu významných, statisticky průkazných až vysoce průkazných korelačních vztahů. Především byla stanovena vysoce průkazná korelace mezi obsahem bílkovin v zrně a diastatickou mohutností ($r = 0.85^{**}$) a extraktem sladu ($r = -0.49^{**}$) a Kolbachovým číslem ($r = -0.67^{**}$) a friabilitou ($r = -0.76^{**}$). Další velmi důležitý kvalitativní parametr extrakt sladu vysoce kladně ($r = 0.76^{**}$) koreloval s Kolbachovým číslem a průkazně ($r = 0.37^{*}$) s relativním extraktem. Všechna zjištění v této studii ukazují, že sladovnická hodnota ječmene představuje komplex vzájemně provázaných znaků.

jarní ječmen; sladovnická jakost; odrůda; kvalitativní parametry; ročník; technologie sladování

ÚVOD

Produkce zrna jarního ječmene jako druhé nejdůležitější obilniny se zhruba ze 70 % zkrmuje. Zbývající třetina produkce ječmene je surovinou k výrobě sladu a následně piva. Na tuto menší část produkce jsou kladeny vysoké jakostní požadavky, plně odpovídající záměrům zpracovatelského průmyslu. Náročné požadavky zpracovatelů jsou nutné nejen pro uspokojení stále náročnějších zahraničních odběratelů sladu, ale dnes i pro zabezpečení tuzemské výroby sladu a piva (Kosař, 1996). V rámci přiblížení se k systémům hodnocení používaným v členských zemích EBC (Evropská pivovarská konvence) bylo dosavadních šest hodnocených znaků sladařské kvality (obsah bílkovin v zrně, obsah extraktu ve sladu, relativní extrakt při 45 °C, Kolbachovo číslo, diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení) rozšířeno o další dva významné parametry jakosti – friabilitu sladu a obsah β -glukanů ve sladině (Psoťa et al., 1995). S ohledem na podstatu všech znaků lze konstatovat, že jde o množství a jakost látek tvořících extrakt a enzymatickou aktivitu nezbytnou k převedení těchto látek do rozpustné formy a dále tvorbu chuťových a aromatických látek nutných při výrobě piva pro jeho koloidní a senziorickou stabilitu (Stoklasová, 1993; Kosař et al., 1997).

Obsah technologicky důležitých látek a činnost enzymatického komplexu zrna je ovlivňována nejen genotypem, ale i výrazně klimatickými a technologickými podmínkami při jeho pěstování a zpracování.

Cílem předloženého příspěvku bylo prostudování odrůdových a technologických vlivů a jejich podílů na jednotlivých ukazatelích sladařské jakosti zrna u standardních sladovnických odrůd a nového materiálu jarního ječmene.

MATERIÁL A METODA

Vybrané sladovnické odrůdy Rubín, Akcent a nový šlechtitelský materiál jarního ječmene KM 1630 byly pěstovány v maloparcelkových pokusech ($4 \times 10 \text{ m}^2$) na pozemcích Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž v letech 1994 až 1996. Metodika pěstování byla standardní, po předplodině cukrovce se zaorávkou chrástu. Pokusy byly sklizeny maloparcelním kombajnem Osevan v plné zralosti. Po sklizni byl u každého opakování stanoven výnos zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), hmotnost zrna (HTZ v g) a podíl zrna na sítě 2,5 mm (%). Sladovnická hodnota zrna ječmene byla hodnocena laboratorním sladováním ve Výzkumném ústavu sladařském v Brně (VÚPS) za použití čtyř technologií:

T1 – sladování standardní technologií: máčení 3denní, vzdušné, 4–5 h pod vodou, 14 °C, celkem 53 h, z toho 14 h pod vodou a 39 h bez vody; ječmen po vymočení dokropen na 46 % vody, teplota při klíčení 14 °C, vzorky 1x denně obraceny a kypřeny, máčení a klíčení trvalo celkem 6 dní (144 h), hvozďení 1 x 22 h při dotahovací teplotě 80 °C po dobu 4 h;

T2 – sladování s klasickým máčením: máčení 3denní, 16–16–16 h pod vodou, celkem 64 h, z toho 48 h pod vodou a 16 h bez vody, při klíčení 14 °C, vzorky 1x denně obraceny a kypřeny, máčení a klíčení trvalo celkem 6 dní (144 h), hvozďení 1 x 22 h při dotahovací teplotě 80 °C po dobu 4 h;

T3 – sladování sestupnou teplotou při klíčení se současným zvyšováním vody: máčení 2denní 4–5 h pod vodou, 18 °C, celkem 29 h, z toho 9 pod vodou a 20 h bez vody, klíčení při sestupné teplotě od 18 °C na 12 °C (denně o 2 °C, tj. z 18 °C na 16–14–12 °C) a dokropení na 48 % vody, máčení a klíčení trvalo celkem 6 dní (144 h), hvozďení na elektricky vyhřívaném hvozdu 1 x 22 h při dotahovací teplotě 80 °C po dobu 4 h;

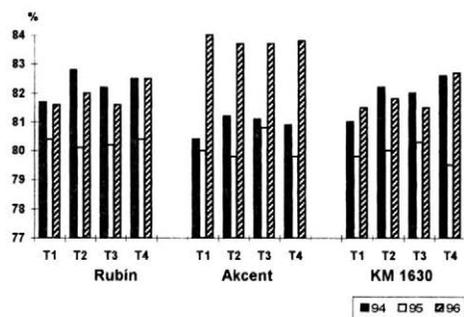
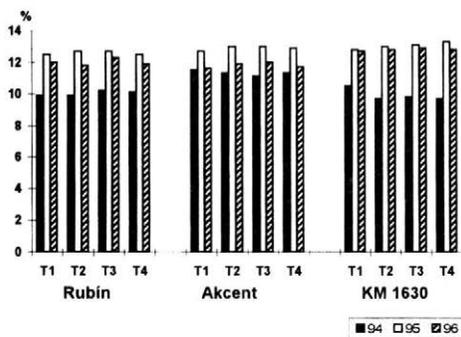
T4 – sladování s vysokým obsahem vody při současně zkrácené délce klíčení: máčení 3denní, vzdušné, 4–5–5 h pod vodou, 14 °C, celkem 53 h, z toho 14 h pod vodou a 39 h bez vody; ječmen po vymočení dokropen na 48 % vody, teplota při klíčení 14 °C, vzorky 1x denně obraceny a kypřeny, máčení a klíčení trvalo celkem 5 dní (120 h), hvozďení 1 x 22 h při dotahovací teplotě 80 °C po dobu 4 h.

Výsledky sladování byly zpracovány pomocí analýzy variance za použití počítačového programu Stat-Plus. Průkaznost rozdílů mezi ročníky, odrůdami a technologiemi sladování byla hodnocena Tukeyovým testem. Vzájemné vztahy mezi testovanými parametry jakosti byly stanoveny výpočtem korelačních koeficientů. Ke grafickému vyjádření získaných výsledků jednotlivých parametrů sladovnické jakosti bylo použito počítačového zpracování programem Excel.

VÝSLEDKY A DISKUSE

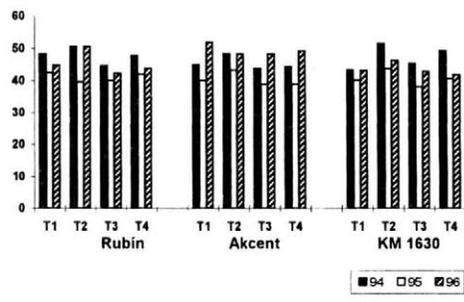
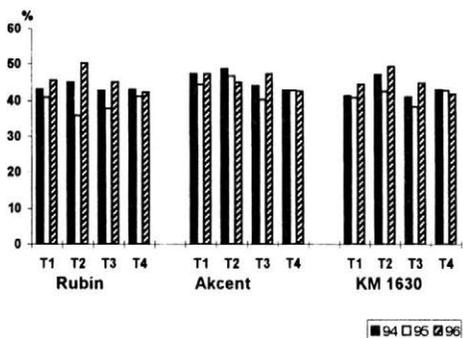
Hodnoty sledovaných parametrů sladovnické jakosti zrna analyzovaných odrůd jarního ječmene při různých technologických sladování v průběhu tří ročníků jsou graficky znázorněny na obr. 1 až 8. Z grafického znázornění je zřejmý vyšší obsah bílkovin (obr. 1) v ročnících 1995 a 1996. Stejně výsledky prokázali Prokeš, Kráus (1995) při hodnocení odrůd ječmene ze sklizně 1995 z celé ČR. Statisticky vysoce průkazné zvýšení průměrných obsahů bílkovin v ročnících 1995 a 1996 oproti roku 1994 se projevilo u všech tří pozorovaných odrůd. Statisticky průkazný rozdíl byl nalezen mezi odrůdami Rubín a Akcent. Zcela neprůkazné zůstaly obsahy bílkovin při použití různých technologií sladování.

Nejnižšímu obsahu bílkovin v roce 1994 odpovídá nejvyšší obsah extraktu, s výjimkou odrůdy Akcent, u které byl dosažen při všech technologických významně vyšší extrakt v roce 1996. Naopak s vysokým obsahem bílkovin v roce 1995 souvisí velmi vysoce průkazný pokles obsahu extraktu (obr. 2) v tomto ročníku u všech sledovaných odrůd, rovněž i při všech technologických sladování. Postup jednotlivých technologií sladování se významně neodrazil na hodnotách obsahu extraktu.



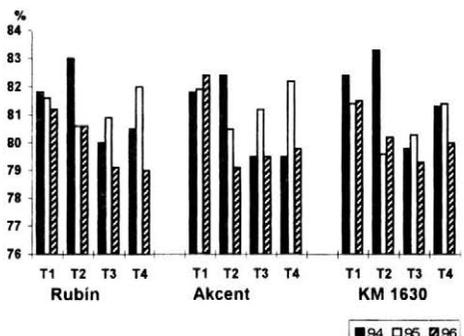
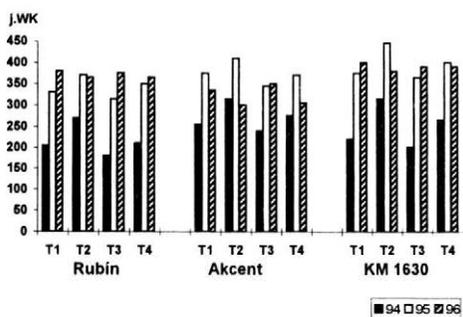
1. Obsah bílkovin – Protein content

2. Extrakt v sušině sladu – Malt extract



3. Relativní extrakt (45 °C) – Relative extract (45 °C)

4. Kolbachovo číslo – Kolbach index

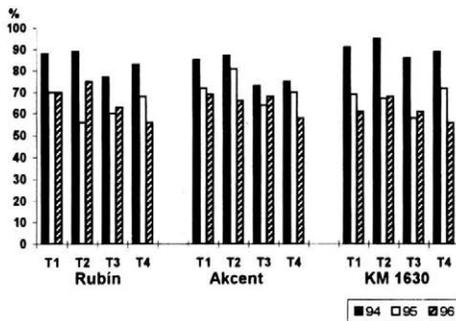


5. Diastatická mohutnost – Diastatic power

6. Konečný stupeň prokvašení – Final attenuation

Obdobně i obsah relativního extraktu při 45 °C (obr. 3) byl statisticky nejnižší v ročníku 1995 u všech odrůd. Stejná závislost se však neprojevila v roce 1994, ale významně nejvyšší relativní extrakt byl dosažen v roce 1996, přičemž nejvyšší hodnoty v tomto roce dosáhla odrůda Rubín při technologii T2. Nejnižšího

obsahu relativního extraktu dosáhlo nši, KM 1630, ale opět s výjimkou roku 1996, kdy rovněž použitou technologií T2 vykázalo stejnou hodnotu s odrůdou Rubín. Statisticky průkazný pokles hodnot v tomto roce zpracováním stejnou technologií se projevil u odrůdy Akcent. Změněná technologie sladování průkazně ovlivni-



7. Friabilita – Friability

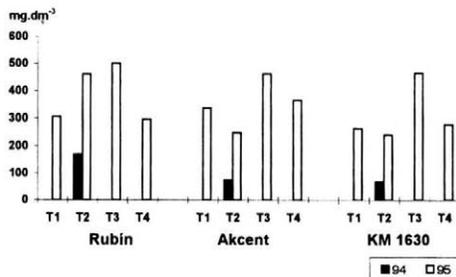
la hodnoty parametru relativního extraktu, nejlépe se projevilo klasické máčení (T2), kdy klíčení probíhalo 48 h pod vodou a 16 h bez vody, při nepřetržitém větrání.

Rovněž i hodnota Kolbachova čísla (obr. 4) měla obdobný ročníkový trend, kdy byly statisticky vysoce významně nejvyšší hodnoty tohoto parametru v roce 1994, výjimečně velmi nízké v roce 1995 a téměř stejné (s rokem 1994) v roce 1996. Nejvyšší hodnotu během tří ročníků měla odrůda Akcent a statisticky průkazně nižší nšl. KM 1630. Významně byla ovlivněna hodnota Kolbachova čísla změnou technologií sladování, přičemž se nejlépe projevilo opět klasické máčení oproti sestupné teplotě při klíčení i sladování s vysokým obsahem vody při současně zkrácené délce klíčení.

Vzestupný charakter ročníkových průběhů sledovaných parametrů sladovnické jakosti byl zaznamenán u diastatické mohutnosti (obr. 5). Nejnižších hodnot bylo dosaženo u všech odrůd v roce 1994, naopak nejvyšších v roce 1996, s výjimkou odrůdy Akcent při všech technologiích. Statisticky vysoce významné změny diastatické mohutnosti nastaly úpravou technologie sladování, přičemž nejvyšší diastatická mohutnost byla dosažena technologií T2 u nšl. KM 1630.

Důležitý parametr hodnocení jakosti ječmene – konečný stupeň prokvašení (obr. 6), který vyjadřuje souhrn všech zkvasitelných látek, byl nejvyšší v roce 1994 při sladování klasickým máčením (T2). Průkazný pokles hodnot prokvašení byl v roce 1996, s nejnižšími hodnotami dosaženými při sladování sestupnou teplotou při klíčení (T3). Obdobně u friability (obr. 7) se po ročníku 1994 s nejvyšší dosaženou hodnotou projevilo statisticky vysoce významné snížení tohoto parametru v ročních 1995 a 1996 u všech odrůd sladovaných technologií sestupné teploty. Poslední ze sledovaných parametrů (obsah β -glukanů nelze hodnotit v komplexu působení všech faktorů z důvodu jen částečného stanovení v roce 1994 a v roce 1995).

Hodnoty jednotlivých parametrů byly podrobeny analýze variance s cílem zjistit vliv odrůdy, ročníku a technologie sladování na jednotlivé parametry jakosti (tab. I). Vliv odrůdy byl vysoce průkazný ($P = 0,01$) u obsahu extraktu sladu a diastatické mohutnosti, prů-



8. Obsah β -glukanů – Content of β -glucans

kazný ($P = 0,05$) u obsahu relativního extraktu při 45 °C a Kolbachova čísla. Vliv odrůdy se neprojevilo významně u obsahu bílkovin, dosažitelného stupně prokvašení a friability sladu. Obdobný vliv odrůdy na rozhodující sladovnické ukazatele našli u ječmene Back, Narziss (1997).

Poměr středních čtverců (tab. I) ukazuje převažující vliv ročníku na hodnotu obsahu bílkovin, obsahu extraktu a friability sladu, což je také v souladu s poznatkami z literatury (Kosař, Vrtělová, 1988). Vlivem podmínek ročníku dochází ke změnám v zrně ječmene, zvláště při vysokých teplotách se mění tvorba, rychlost a ukládání škrobu do zrna (Jenner et al., 1993), nebo dochází až k tzv. gelatizaci škrobu, a tím zvyšování obsahu bílkovin (Tester et al., 1991; McGregor, 1996) s dopadem na friabilitu (křehkost) sladu.

Naopak vyvážený vliv genotypu s ročníkem se vyskytuje u obsahu extraktu, relativního extraktu a diastatické mohutnosti (tab. I).

Na základě změných podmínek technologie sladování byly vysoce průkazně ovlivněny hodnoty Kolbachova čísla, diastatické mohutnosti sladu a konečného stupně prokvašení. Jen významně byl ovlivněn obsah relativního extraktu při 45 °C a friabilita sladu. Z analýzy je vidět, že úpravami technologie sladování nelze ovlivnit hodnoty rozhodujícího sladovnického ukazatele, tj. obsahu extraktu, a rovněž obsahu bílkovin (tab. I).

Akumulace bílkovin v zrně ječmene je tradiční kritériem u selekce sladovnických linií ječmene. Mnozí autoři (Muncik, 1987; McGregor, 1991; Home, Elam, 1993) považují za důležitější jejich inverzní poměr k obsahu škrobu a extraktu v sušině sladu. Obdobně i my jsme zjistili poměrně vysokou negativní korelaci k obsahu extraktu ($r = -0,49^{**}$), což má velký význam a potvrzuje nutnost používání odrůd pro sladovnické účely s hodnotami obsahu bílkovin 10,7 až 11,5 %, neboť při zvyšování obsahu bílkovin dochází k nárůstu podílu zásobních prolamínů, které zpomalují luštění endospermu, což vede k nižšímu množství rozpustného dusíku (Sacher, Back, 1996; Back, Narziss, 1997). Z našich výsledků je zřejmé (tab. II), že obsah bílkovin záporně koreloval i s Kolbachovým

I. Analýza variance pro faktor genotyp, ročník a technologie sladování – Results of multifactor analysis of variance for genotype, year and malting technology

Zdroj variance ¹	Obsah bílkovin ² (%)	Extrakt sladu ³ (%)	Relativní extrakt ⁴ (45 °C) (%)	Kolbachovo číslo ⁵	Diastatická mohutnost ⁶ (j.W.K.)	Stupeň prokvašení ⁷ (%)	Friabilita ⁸ (%)
Genotyp ⁹	0,769	4,581**	19,480*	16,834*	9 704,861**	0,116	11,194
Ročník ¹⁰	20,321**	17,480**	56,764**	148,117**	58 075,694**	4,576*	1 483,694**
Technologie sladování ¹¹	0,025	0,289	20,999*	36,852**	3 313,657**	5,224**	144,667*

** hladina významnosti 0,01 – significance level 0.01

* hladina významnosti 0,05 – significance level 0.05

¹source of variation, ²protein content, ³malt extract, ⁴relative extract, ⁵Kolbach index, ⁶diastatic power, ⁷final attenuation, ⁸friability, ⁹genotype, ¹⁰year, ¹¹malting technology

II. Korelační koeficienty mezi parametry sladovnické jakosti v letech 1994 až 1996 – Correlation coefficients between malting quality parameters of the years 1994 to 1996

	B	EX	REX	KČ	DM	KSP
B	1,00					
EX	-0,49**	1,00				
REX	-0,17	0,37*	1,00			
KČ	-0,67**	0,76**	0,65**	1,00		
DM	0,85**	-0,32	0,08	-0,37*	1,00	
KSP	-0,23	-0,20	0,11	0,15	-0,10	1,00
FRI	-0,76**	0,22	0,23	0,50**	-0,62**	0,45**

* $P \leq 0,05 = 0,34$ ($n = 36$)

** $P \leq 0,01 = 0,41$ ($n = 36$)

Vysvětlivky k tab. II až V – Explanations to Tabs II to V:

B – obsah bílkovin v sušíně zrna – protein content in grain dry matter

EX – extrakt sladu – malt extract

REX – relativní extrakt (45 °C) – relative extract (45 °C)

KČ – Kolbachovo číslo – Kolbach index

DM – diastatická mohutnost – diastatic power

KSP – konečný stupeň prokvašení – final attenuation

FRI – friabilita – friability

IV. Korelační koeficienty mezi parametry sladovnické jakosti v roce 1995 – Correlation coefficients between malting quality parameters of the year 1995

	B	EX	REX	KČ	DM	KSP
B	1,00					
EX	-0,41	1,00				
REX	0,24	-0,44	1,00			
KČ	-0,20	-0,18	0,50	1,00		
DM	0,57	-0,59*	0,53	0,44	1,00	
KSP	-0,40	-0,01	0,18	-0,25	-0,49	1,00
FRI	0,12	-0,47	0,95**	0,56	0,41	0,29

číslem ($r = -0,67$; $P < 0,01$) a friabilitou ($r = -0,76$; $P < 0,01$).

Na druhé straně zjištěná vysoko průkazná kladná korelace mezi obsahem bílkovin a diastatickou mohutností ($r = 0,85^{**}$) vysvětluje, že oproti ostatním ukazatelům se vyšším obsahem bílkovin diastatická mohutnost

III. Korelační koeficienty mezi parametry sladovnické jakosti v roce 1994 – Correlation coefficients between malting quality parameters of the year 1994

	B	EX	REX	KČ	DM	KSP
B	1,00					
EX	-0,86**	1,00				
REX	0,40	-0,21	1,00			
KČ	-0,56	0,66*	0,45	1,00		
DM	0,27	-0,12	0,76**	0,52	1,00	
KSP	-0,22	0,14	0,55	0,65*	0,53	1,00
FRI	-0,52	0,31	0,23	0,65*	0,32	0,86**

V. Korelační koeficienty mezi parametry sladovnické jakosti v roce 1996 – Correlation coefficients between malting quality parameters of the year 1996

	B	EX	REX	KČ	DM	KSP
B	1,00					
EX	-0,63*	1,00				
REX	-0,13	-0,11	1,00			
KČ	-0,75**	0,67*	0,55	1,00		
DM	0,74**	-0,84**	0,04	-0,70*	1,00	
KSP	-0,15	0,01	0,33	0,37	0,15	1,00
FRI	-0,21	0,54	-0,39	0,14	-0,50	0,14

* $P \leq 0,05 = 0,58$ ($n = 12$)

** $P \leq 0,01 = 0,71$ ($n = 12$)

nehorší. Teprve při poklesu pod minimální hranici 9,5 % nelze již zajistit hodnoty diastatické mohutnosti odpovídající požadavkům na sladovnický ječmen (P s o t a et al., 1995).

Poněkud rozdílná byla tato korelace v jednotlivých letech. Stejně vysoká ($r = 0,74^{**}$) byla v roce 1996 (tab. V), na hranici průkaznosti ($r = 0,57^*$) v roce 1995 (tab. IV) a zcela neprůkazná v roce 1994 (tab. III). Příčinou nízké diastatické mohutnosti v některých letech jsou zřejmě změny v aktivitě β -amylázy, především v její citlivosti k vysoké teplotě (G u e r i n et al., 1992), což může být v našem případě vysvětleno vyššími teplotami a vláhovým deficitem v červnu a červenci, zvláště v povětrnost-

ně abnormálním roce 1994 (Prokeš et al., 1994; Prokeš, 1996; Špunar et al., 1996).

Friabilita (křehkost sladu) jako další kvalitativní znak korelovala vysoce kladně ($r = 0,50^{**}$) s Kolbachovým číslem a rovněž i konečným stupněm prokvašení ($r = 0,46^{**}$). Tato naše stanovení jsou v souladu s hodnocením kvalitativních parametrů ječmene a sladu, jak je uveřejnil Kosař (1996).

Obsah extraktu ve sladu, považovaný za důležitý a široce užívaný indikátor kvality ječmene (Bamforth, 1993), daný obsahem škrobu v zrně ječmene (Basařová, Čepička, 1992), jsme potvrdili ve vysoce kladné korelaci ($r = 0,76^{**}$) s Kolbachovým číslem a v průkazné korelaci s relativním extraktem.

Tato práce vznikla při řešení grantového projektu ČR č. 510/94/1441.

LITERATURA

BACK, W. – NARZISS, L.: Malt parameters and beer quality. *Brauwelt*, 15, 1997 (1): 29–35.
BAMFORTH, C. W.: Malting technology and the uses of malt. In: MCGREGOR, A. W. – BHATTY, R. S. (eds): *Barley: Chemistry and Technology*. St. Paul, Amer. Assoc. Cereal Chem. 1993: 297–354.
BASAROVÁ, G. – ČEPIČKA, J.: Sladařství a pivovarství. Praha, SNT 1992. 256 s.
GUERIN, J. R. – LANCE, R. C. M. – WALACE, W.: Release and activation of barley β -amylase by malt endopeptidases. *J. Cereal Sci.*, 15, 1992: 5–14.
HOME, S. – ELAMO, E.: Evaluation of malting potential in barley breeding programmes. *Msch. Brauwiss.*, 46, 1993 (6): 216–220.
JENNER, C. F. – SIWEK, K. – HAWKER, J. S.: The synthesis of ^{14}C starch from sucrose in isolated wheat grains is dependent upon the activity of soluble starch synthase. *Austral. J. Pl. Physiol.*, 20, 1993: 329–335.
KOSAŘ, K.: Kvalitativní parametry ječmene a sladu. *Kvasný Prům.*, 42, 1996 (6): 201–206.

KOSAŘ, K. – VRTĚLOVÁ, H.: Požadavky pivovarského průmyslu na kvalitu jarního ječmene. In: Sbor. Ref. Šlechtění zemědělských plodin na znaky a vlastnosti, důležité pro jejich průmyslové zpracování, Bučany, VŠUSOPP 1988: 31–36.
KOSAŘ, K. – PSOTA, V. – PROKEŠ, J. – ONDERKA, M. – VÁNOVÁ, M.: Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování. Sbor. ÚZPI Praha, 1997.
MCGREGOR, A. W.: The effect of barley structure and composition on malt quality. *Proc. Eur. Brew. Conv. Cong. Lisbon*, 1991: 37–50.
MCGREGOR, A. W.: Malting and brewing science: challenges and opportunities. *J. Inst. Brew.*, 102, 1996: 97–102.
MUNCK, L.: Quality assessment of brewing barley varieties. *Proc. Eur. Brew. Conv. Cong. Madrid*, 1987: 145–156.
PROKEŠ, J.: Stanovení vlastností a zásad zpracování sladovnického ječmene ze sklizně 1996 v ČR. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚPS 1996, 40 s.
PROKEŠ, J. – KRAUS, I.: Jakost ječmene sklizně 1995. *Kvasný Prům.*, 41, 1995 (12): 389–393.
PROKEŠ, J. – ŠUSTA, J. – KRAUS, I.: Stanovení vlastností a zásad zpracování sladovnického ječmene ze sklizně 1994 v ČR. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚPS 1994, 38 s.
PSOTA, V. – KOSAŘ, K. – LANGER, I. – PAŘÍZEK, P. – DZUBÁK, I. – KROFTA, V.: Ukazatel sladovnické jakosti. *Kvasný Prům.*, 41, 1995 (12): 393–394.
SACHER, B. – BACK, W.: Malze. Wurzen und Biere aus Gersten der Ernte 1995. *Brauwelt*, 19, 1996: 857–867.
STOKLASOVÁ, D.: Sladovnický ječmen – kvalita. *Obiln. Listy*, 7, 1993 (5): 4–5.
ŠPUNAR, J. – OBORNÝ, J. – ŠPUNAROVÁ, M. – VACU-LOVÁ, K.: Sladovnická kvalita odrůd a její zlepšení v geneticko-šlechtitelském procesu ozimého ječmene. *Genet. a Šlecht.*, 32, 1996 (2): 107–114.
TESTER, R. F. – SOUTH, J. B. – MORRISON, W. R. – ELLIS, R. P.: The effect of ambient temperature during the grain-filling period on the composition and properties of starch from four barley genotypes. *J. Cereal Sci.*, 13, 1991: 113–127.

Došlo 20. 5. 1997

Kontaktní adresa:

Ing. Marie Špunarová, CSc., Zemědělský výzkumný ústav, s. r. o., Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/31 71 82, fax: 0634/227 25, e-mail: spunarova@vukrom.cz

VLIV RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ ZALOŽENÍ POROSTU KUKUŘICE NA VÝNOS ZRNA A PŮDNÍ VLASTNOSTI

THE EFFECT OF DIFFERENT WAYS OF MAIZE STAND ESTABLISHMENT ON GRAIN YIELD AND SOIL PROPERTIES

V. Škoda, R. Bureš

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: At the school agricultural enterprise of the Czech University of Agriculture at Červený Újezd the Department of General Plant Production and Agrometeorology established trials with cultivation of grain maize after tillage, after rotation loosener and on no-till soil. Each variant consisted of two levels of N fertilization (60 and 120 kg N.ha⁻¹). Before trial establishment in spring and after harvest soil samples were taken from each variant to compare changes in bulk density and soil porosity. Soil samples were taken from all variants during growing season to assess biological activity of soil. This is a slightly warmer drier beet-growing region, beet-cereal type with long-term average sum of precipitation 549 mm (361 mm for the growing season) and average air temperature 7.7 °C (13.9 °C for the growing season). The soil is predominantly loamy with good P, K and Mg content, pH is neutral and humus content is around 1%. The highest grain maize yield 9.03 t.ha⁻¹ was on average for four years (1993 to 1996) recorded in the variant I, i.e. after tillage (namely in individual years) at the dose of 60 kg N.ha⁻¹. Then follow the yields of the variant II and III after loosener 8.35 t.ha⁻¹ but at the dose 120 kg N.ha⁻¹ and also on the same variant 8.15 t.ha⁻¹ at the dose 60 kg N.ha⁻¹. The lowest grain maize yields were recorded in the variant III, i.e. no-till, namely 7.65 t.ha⁻¹ at the dose 60 kg N.ha⁻¹ and 7.51 t.ha⁻¹ at the dose 120 kg N.ha⁻¹. The model with solid effects: yield = constant + year + soil cultivation + N fertilization + year x soil cultivation + year x N fertilization + soil cultivation x N fertilization. Interaction of the third order was not used in the model because its influence was not statistically confirmed. All components of the model used act highly significantly. A part of analysis of variance was also the test of significance of all simple contrasts in the model. A great majority of them is statistically significantly different from zero. Physical properties of soil (bulk density and porosity) and biological activity of soil were not significantly affected.

grain maize; tillage; loosening; no-till; N fertilization; grain yield; physical properties and biological activity of soil

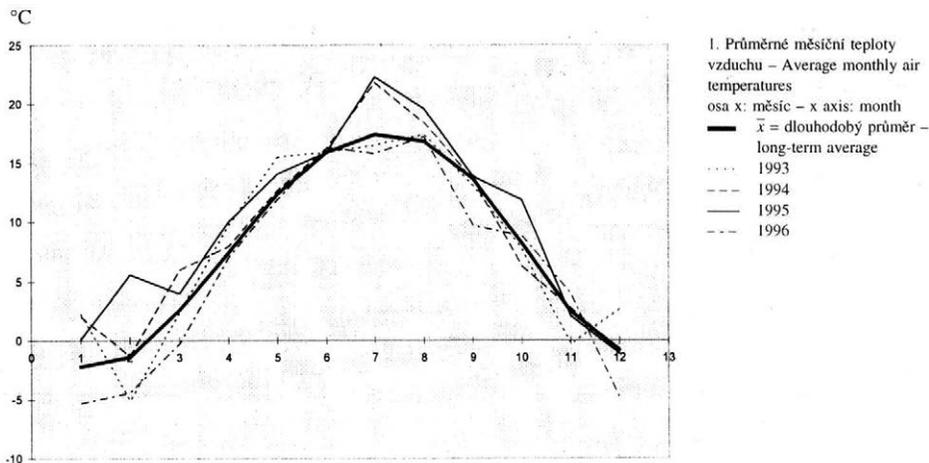
ABSTRAKT: Na školním zemědělském podniku ČZU Praha v Červeném Újezdě byly katedrou obecné produkce rostlinné a agrometeorologie založeny pokusy s pěstováním kukuřice na zrno po orbě, po vířivém kypřiči a na nezpracované půdě. Každá varianta měla dvě úrovně hnojení N (60 a 120 kg N.ha⁻¹). Před založením pokusu na jaře a po sklizni byly z každé varianty odebrány půdní vzorky k porovnání změn v objemové hmotnosti a pórovitosti půdy. Během vegetace byly odebrány ze všech variant půdní vzorky k posouzení biologické aktivity půdy. Jde o mírně teplou sušší oblast řepařskou, typ řepařsko-obilnářský s dlouhodobým průměrným ročním úhrnem srážek 549 mm (za vegetaci 361 mm) a průměrnou roční teplotou vzduchu 7,7 °C (za vegetaci 13,9 °C). Půda je převážně hlinitá s dobrým obsahem P, K a Mg, pH je neutrální a obsah humusu kolem 1 %. Nejvyšší výnos kukuřice na zrno 9,03 t.ha⁻¹ byl v průměru čtyř let 1993 až 1996 zaznamenan na variantě I, tj. po orbě (a to i v jednotlivých letech) při dávce 60 kg N.ha⁻¹. Následují výnosy na variantě II po kypřiči 8,35 t.ha⁻¹, ale při dávce 120 kg N.ha⁻¹, a na téže variantě 8,15 t.ha⁻¹ při dávce 60 kg N.ha⁻¹. Nejnižší výnosy kukuřice na zrno byly zaznamenány na variantě III, tj. bez zpracování půdy, a to 7,65 t.ha⁻¹ při dávce 60 kg N.ha⁻¹ a 7,51 t.ha⁻¹ při dávce 120 kg N.ha⁻¹. K analýze rozptylu byl použit model s pevnými efekty: výnos = konstanta + rok + zpracování půdy + hnojení N + rok x zpracování půdy + rok x hnojení N + zpracování půdy x hnojení N. V modelu nebyla použita interakce třetího řádu, protože její vliv nebyl statisticky prokázán. Všechny složky použitého modelu působí vysoce významně. Součástí analýzy rozptylu byl rovněž test významnosti všech jednoduchých kontrastů v modelu. Naprostá většina z nich je statisticky významně odlišná od nuly. Fyzikální vlastnosti půdy (objemová hmotnost a pórovitost) a biologická aktivita půdy nebyly podstatně ovlivněny.

kukuřice; orba; kypření; bez zpracování půdy; hnojení N; výnos zrna; fyzikální vlastnosti a biologická aktivita půdy

ÚVOD

Současné trendy zakládání porostů jsou podmíněny novými technologiemi zpracování půdy (S u š k v i č,

1995). Uplatnění a rozšíření nových technologií je charakterizováno ekonomickým tlakem na snižování nákladů, spotřeby energie i cen mechanizačních prostředků při zvyšování jejich výkonu (H ů l a, Z e l e n á,



1995). Škoda, Horák (1996) připomínají, že nelze opomíjet ani ekologické hledisko na zastavení procesů zhoršování půdních vlastností. Můžeme konstatovat, že se nákladné pracovní postupy omezují a přechází se k půdoochranným minimalizačním technologiím.

První výsledky zakládání porostu minimalizačními technologiemi byly zaznamenány v Anglii na konci 60. let, později v Německu, Belgii, Francii a u nás před 27 lety (Šimon et al., 1989; Suškevič, 1990).

Ze studia četných výsledků výzkumu minimálního zpracování půdy ve světě vyplývají ještě další aspekty, které jsou pro uplatnění systému redukováného zpracování půdy důležité. Na tyto aspekty upozornil již Frye (1986) a stanovil pořadí naléhavosti studia: problematika zbytků plodin na povrchu půdy, osevní postupy, zaplevelení, způsoby setí, ochrana rostlin, mikrobiologické aspekty půdy, fyzikální vlastnosti půdy a úrodnost půdy. Půdoochrannými technologiemi pro kukuřici se u nás zabývali zejména Suškevič (1990, 1995) a Škoda, Horák (1995), změnami fyzikálních vlastností půdy pak Lacko-Bartošová (1990), Procházková, Hrubý (1989), Suškevič (1991, 1994) aj. a obsahem vody v půdě při jejím různém zpracování Suškevič (1986) a Škoda et al. (1986).

Uplatnění redukováných systémů zpracování půdy při zakládání porostů je závislé především na klimatických a půdních podmínkách, na hloubce ornice a obsahu humusu a rovněž tak na zastoupení vytrvalých plevelů (Škoda, 1995).

Cílem našeho pokusu bylo sledovat vliv různých způsobů přípravy půdy při dvou hladinách hnojení N na výnos zrna a výnos nadzemní hmoty a na fyzikální vlastnosti a mikrobiální činnost půdy.

MATERIÁL A METODA

Katedra obecné produkce rostlinné a agrometeorologie na ČZU v Praze ve spolupráci s VÚRV v Praze-Ru-

zyni a FAL (Bundesforschungsanstalt) Braunschweig v SRN založila v roce 1993 pokusy s odlišnými způsoby zakládání porostu kukuřice na zrno a dalších plodin.

Pokus byl umístěn na školním zemědělském podniku ČZU Praha v Červeném Újezdě, západně od Prahy. Nachází se v řepařské oblasti v typu řepařsko-obilnářské v nadmořské výšce 384 m n. m. Jde o okrajovou oblast pěstování kukuřice na zrno. Geologicky je území zahrnuto do Bělohorské plošiny s kvaterními pokryvy. Genetickým půdním představitelem je hnědozem se sprašovitým opukovým pokryvem s převládajícím ilimerizačním procesem. Ornice je převážně hlinitá, dosahující 0,28 až 0,4 m hloubky, pH je neutrální, obsah humusu kolem 1 %, obsah P, K a Mg velmi dobrý, sorpční komplex nasycen. Hnojeno bylo 20 kg P.ha⁻¹ ve formě superfosfátu a 40 kg K.ha⁻¹ ve formě 60% draselné soli.

Červený Újezd spadá do oblasti mírně teplé, klimatického okruhu mírně suchého, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu činí 7,7 °C, roční úhrn srážek je 549 mm. Průměrná teplota za vegetaci (duben až říjen) je 13,9 °C a úhrn srážek 361 mm (meteorologické údaje udává obr. 1 a 2, tab. I a II).

Uspořádání pokusu

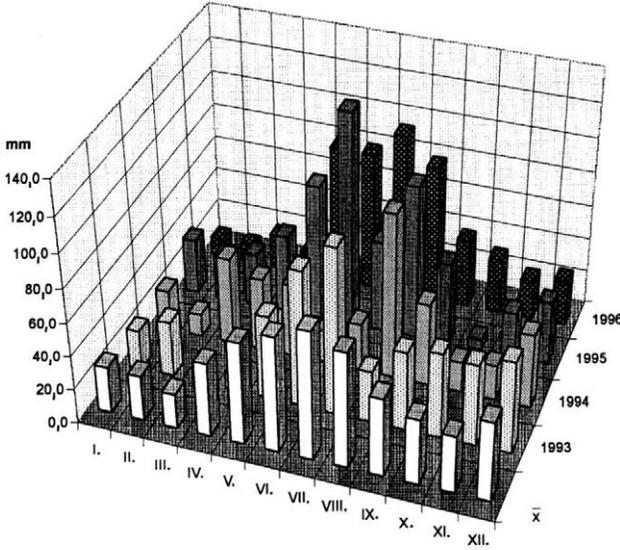
Polní velkoplošný pokus měl tři varianty (I, II, III):

I. podzimní orba – vířivý kypřič AMAZONE KG 25-S, secí stroj BECKER aeromat DT 4-R (od roku 1995 secí stroj JOHN DEERE 750)

II. bez orby – vířivý kypřič AMAZONE KG 25-S, secí stroj BECKER aeromat DT 4-R (od roku 1995 secí stroj JOHN DEERE 750)

III. bez orby – setí do nezpracované půdy, secí stroj BECKER aeromat DT 4-R (od roku 1995 secí stroj JOHN DEERE 750).

Každá varianta měla dvě hladiny hnojení N (60 a 120 kg.ha⁻¹). Aplikován byl vždy ledek amonný s vá-



I. Průměrné teploty vzduchu – Average air temperatures

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok ²	Vegetační období ³
Dlouhodobý průměr ¹	-2,2	-1,4	2,6	7,4	12,4	15,9	17,4	16,8	13,7	8,2	2,5	-0,8	7,7	13,9
1993	2,3	-5,1	2,4	9,7	15,5	15,9	16,5	17,4	13,1	7,7	-0,3	2,7	8,2	14,7
1994	2,1	-1,3	6,0	7,9	12,7	16,2	21,8	18,4	13,6	6,3	2,8	-0,9	8,8	15,1
1995	0,1	5,6	4,0	10,0	14,1	15,9	22,3	19,6	13,9	11,9	2,1	-1,1	9,9	15,9
1996	-5,3	-4,4	-0,3	7,0	11,9	16,3	15,8	17,2	9,7	8,8	4,0	-4,9	6,3	12,9

¹long-term average, ²year, ³growing season

II. Průměrné úhrny srážek – Average sums of precipitation

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok ²	Vegetační období ³
Dlouhodobý průměr ¹	27,0	26,0	20,0	43,0	60,0	68,0	76,0	68,0	46,0	39,0	34,0	47,0	612,4	449,5
1993	24,0	33,8	8,2	10,1	50,2	81,3	98,7	29,7	46,0	49,6	47,3	53,6	457,8	285,9
1994	24,2	13,7	52,2	43,9	44,5	20,6	29,0	98,4	49,5	17,9	20,2	43,7	532,5	316,0
1995	32,7	26,5	31,4	46,6	80,6	126,7	54,6	91,6	49,4	6,7	27,5	38,1	549,0	361,0
1996	10,8	9,8	19,9	12,8	81,6	81,3	96,2	80,6	40,1	32,7	23,4	27,1	516,3	392,6

For 1-3 see Tab. I

pencem koncem května. Předplodinou kukuřice na zrno byl v roce 1993 jarní ječmen, v letech 1994 a 1995 ozimá pšenice a v roce 1996 opět jarní ječmen.

Před založením pokusu na jaře a na podzim byly z každé varianty odebrány půdní vzorky pro zjištění a porovnání změn objemové hmotnosti a pórovitosti půdy jako rozhodujících fyzikálních vlastností půdy. Během vegetace byly též ze všech tří variant odebrány půdní vzorky pro posouzení biologické aktivity půdy (mikrobiální testy). Sklizeň kukuřice na zrno probíhala

ručně, z každé varianty 15 m² v 10 opakováních. Přehled technologie je uveden v tab. III.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Co se týká charakteristiky průběhu počasí ve vegetaci v letech 1993 až 1996, teplotně byly roky 1993, 1994 a 1995 (duben až říjen) nad dlouhodobým průměrem, a to v dubnu, květnu, červenci i v srpnu, což cha-

III. Sled rozhodujících operací u kukuřice na zrno včetně předplodiny a odrůdy – Sequence of decisive operations in grain maize including forecrop and variety

	1993	1994	1995	1996
Předplodina ¹	jarní ječmen ²	ozimá pšenice ³	ozimá pšenice	jarní ječmen
Podmítka ⁴	11. 8. 1992	15. 8. 1993	12. 8. 1994	23. 8. 1995
Odrůda ⁵	Carabe	Markus	Markus	Anjou
Orba ⁶ (0,22 m)	19. 4. 1993	20. 11. 1993	21. 11. 1994	29. 11. 1995
Aplikace herbicidů před setím (resp. preemergentně) ⁷	27. 4. Roundup 2 l.ha ⁻¹		13. 4. Roundup 3 l.ha ⁻¹	
Kypření předseťové ⁸ (0,10–0,12 m) + setí ⁹	20. 4.	27. 4.	3. 5.	3. 5.
Hnojení N ¹⁰ (LAV) 60 a 120 kg.ha ⁻¹	31. 5.	30. 5.	22. 5.	29. 5.
Postemergentní aplikace herbicidu ¹¹	27. 4. Zeazin 2 l.ha ⁻¹	29. 5. Tell 40 g Zeazin 2 l.ha ⁻¹	19. 6. Faneron 2 l.ha ⁻¹	15. 5. Zeazin 2 l.h ⁻¹
Postemergentní aplikace herbicidu		24. 6. Basagran 2 l.ha ⁻¹ Zeazin 2 l.ha ⁻¹	28. 6. Zeazin 2 l.ha ⁻¹ Titus 40 g.ha ⁻¹	
Sklizeň ¹²	14. 10.	17. 10.	10. 10.	11. 11.
Počet vegetačních dnů ¹³	176	172	158	190

¹forecrop, ²spring barley, ³winter wheat, ⁴stubble ploughing, ⁵variety, ⁶tillage, ⁷pre-sowing application of herbicides (or preemergently), ⁸pre-sowing loosening, ⁹sowing, ¹⁰N fertilization, ¹¹postemergent application of herbicide, ¹²harvest, ¹³number of vegetation days

rakterizuje teplejší periodu vegetační doby uvedených let. Srážkově však vegetační období roku 1993 představuje 87 % a v roce 1994 jen 79 % dlouhodobého průměru úhrnu srážek. Naopak ve vegetačním období roku 1995 bylo zaznamenáno 125 % dlouhodobého průměru úhrnu srážek.

Rok 1996 je teplotně ve srovnání s dlouhodobým průměrem celoročním o 1 °C a ve vegetaci o 1,4 °C chladnější. Srovnáme-li rok 1996 s nejteplejším rokem sledovaného pokusu 1995, pak celoroční průměrná teplota i průměrná teplota za vegetaci byla o 3 °C nižší. Tento rozdíl lze považovat za extrém, který se projevil na velmi pozdním dozrávání kukuřice. Zatímco např. v letech 1993 a 1994 byl u kukuřice počet vegetačních dnů 176 a 172, v nejteplejším roce 1995 jen 158 dnů, v nejchladnějším roce 1996 190 dnů. Srážkově byl rok 1996 z celoročního pohledu mírně pod dlouhodobým normálem (–32,7 mm), tj. 94 % dlouhodobého průměru, ve vegetaci mírně nad dlouhodobým průměrem (+31,6 mm), tj. 108 % dlouhodobého průměru. Pozdní sklizeň se projevila negativně, tj. vyšším obsahem vody v zrnu kukuřice. Zatímco v letech 1993 až 1995 se vlhkost pohybovala kolem 35 %, v roce 1996 v průměru kolem 45 %.

Základní výnosové ukazatele kukuřice na zrno a průměrný počet rostlin na 1 ha jsou uvedeny v tab. IV. Pořadí výnosů zrna koresponduje s hmotností celých rostlin kukuřice při sklizni, výjma varianty II (po kypřiči), kde dávky 60 a 120 kg N.ha⁻¹ jsou ve vzájemném opačném pořadí. Průměrný počet rostlin při sklizni se pohybuje od 80 do 92 tis. jedinců na 1 ha a dokumentuje poměrně vyrovnané porosty kukuřice.

Nejvyšší výnosy zrna kukuřice v letech 1993 a 1994 byly zaznamenány po orbě při nižší dávce 60 kg N.ha⁻¹.

V roce 1995 byl nejvyšší výnos zaznamenán po kypřiči při dávce 120 kg N.ha⁻¹.

Druhý nejvyšší výnos v pořadí v témže roce byl při dávce 60 kg N.ha⁻¹ opět po orbě. Hrubý, Procházková (1990) konstatují, že výnosová reakce kukuřice na rozdílnou hloubku zpracování půdy je neprůkazná. Sušková i č (1995) uvádí, že výnosy kukuřice na černozemi při stejné úrovni hnojení nebyly v průměru 20 let významně ovlivněny různými způsoby zpracování půdy. V našem případě na hnědozemí byly výnosy kukuřice na zrno prokazatelně statisticky významné.

Provzdušnění orničního profilu urychluje uvolňování živin, ovlivňuje pozitivně využití N, a tím i výnosy kukuřice, což bylo již několikrát potvrzeno nejen u nás, ale i v zahraničí. Při setí do nezpracované půdy se ukazuje, že je třeba zvyšovat dávku N. Mobilizace živin, a tím i výnosy jsou ovlivňovány i ročníkem, tj. průběhem počasí, zejména úhrnem a četností srážek a teplotou.

Hlavní fyzikální vlastnosti půdy jsou uvedeny v tab. V. Objemová hmotnost a pórovitost, které jsou obvykle středem zájmu, při minimalizovaných způsobech zpracování půdy nevykázaly podstatné změny. Půdy v hloubce 0,1 až 0,2 m měly na jaře nižší objemovou hmotnost a na podzim vyšší pórovitost, což je v důsledku působení mrazů přirozené (jde o tzv. mrazové garé). Příprava půdy k setí na jaře proběhla vždy za vhodné vlhkosti půdy (kolem 16 % hmotnostních).

Biologická aktivita půdy (uhlík biomasy půdních mikroorganismů, vybrané enzymové aktivity, respirometrický test, formy půdního fosforu, amonifikace a nitrifikace) se během tří sledovaných let na jednotlivých variantách s různou technologií zpracování půdy výrazněji nelišila.

IV. Základní výnosové ukazatele kukuřice na zrno – Basic yield indicators of grain maize

Varianty ¹						
Ukazatel ²	orba ³		kypřič ⁴		bez zpracování ⁵	
Rok ⁶	60 N	120 N	60 N	120 N	60 N	120 N
Výnos zrna ⁹ (t.ha ⁻¹)						
1993	9,70	9,00	6,90	7,69	7,06	8,78
1994	7,61	6,19	6,72	7,01	7,06	7,24
1995	8,81	7,19	7,88	9,12	6,57	7,02
1996	10,00	8,79	11,10	9,58	9,66	6,99
Průměr ⁷ 1993–1996	9,03	7,79	8,15	8,35	7,65	7,51
Pořadí ⁸	1	4	3	2	5	6
v %	100,00	100,00	90,25	107,19	84,83	96,40
Hmotnost čerstvých rostlin ¹⁰ (t.ha ⁻¹)						
1993	32,98	28,62	24,25	21,96	23,96	26,89
1994	27,47	23,33	24,67	24,85	17,65	19,11
1995	38,68	30,35	36,71	39,17	27,85	19,65
1996	36,10	39,10	47,90	43,00	47,90	37,20
Průměr 1993–1996	33,81	30,35	33,38	32,24	29,34	25,71
Hmotnost 1000 zrn ¹¹ (g)						
1993	263,6	252,2	245,4	235,5	250,7	252,5
1994	262,5	256,1	255,7	254,8	246,6	246,4
1995	258,7	237,9	267,2	269,2	255,0	244,2
1996	221,6	220,8	219,6	219,9	212,8	211,6
Průměr 1993–1996	251,6	241,8	247,0	244,9	241,3	238,7
Počet rostlin při sklizni ¹²						
1993	93 777	94 220	80 987	97 332	87 999	93 777
1994	81 333	90 667	68 889	89 333	84 444	85 333
1995	70 943	72 295	66 009	74 342	64 693	71 711
1996	97 000	97 000	103 000	107 000	96 000	105 000
Průměr 1993–1996	85 763	88 546	79 721	92 002	83 284	88 955

¹variants, ²indicator, ³tillage, ⁴loosener, ⁵no-till, ⁶year, ⁷average, ⁸order, ⁹grain yield, ¹⁰weight of fresh plants, ¹¹1000-kernel weight, ¹²number of plants at harvest

V. Hlavní fyzikální vlastnosti půdy – Main physical properties of soil

Měsíc ¹	Varianta ²	1993	1994	1995	1996	Průměr let ³	%
objemová hmotnost půdy v ornici ⁷ 0,1–0,2 m (g.cm ⁻³)							
IV.	orba ⁴	1,39	1,38	1,34	1,36	1,37	100
	kypřič ⁵	1,42	1,45	1,37	1,39	1,41	103
	bez zpracování půdy ⁶	1,47	1,54	1,39	1,43	1,46	107
IX.	orba	1,45	1,47	1,47	1,48	1,47	100
	kypřič	1,47	1,53	1,42	1,55	1,49	102
	bez zpracování půdy	1,47	1,57	1,49	1,60	1,53	104
pórovitost půdy v ornici ⁸ 0,1–0,2 m (%)							
IV.	orba	43	42	43	44	43,0	100
	kypřič	38	40	41	42	40,3	93
	bez zpracování půdy	36	35	36	38	36,3	84
IX.	orba	42	41	38	40	40,3	100
	kypřič	40	40	42	39	40,3	100
	bez zpracování půdy	41	36	37	36	37,5	93

¹month, ²variant, ³average for years, ⁴tillage, ⁵loosener, ⁶no-till, ⁷bulk density of soil in topsoil, ⁸soil porosity in topsoil

Zdroj ¹	Součet čtverců ²	SV	Průměrný čtverec ³	F	P
Rok ⁴	172,3254	3	57,4418	26,0493	0,0000
Zpracování půdy ⁵	31,0933	2	15,5466	7,0502	0,0011
N hnojení ⁶	9,1756	1	9,1756	4,1611	0,0426
Rok x zpracování půdy	85,9790	6	14,3298	6,4984	0,0000
Rok x N hnojení	47,0404	3	15,6801	7,1108	0,0001
Zpracování půdy x N hnojení	22,5332	2	11,2666	5,1093	0,0068
Reziduum ⁷	487,3317	221	2,2051		

¹source, ²sum of squares, ³average square, ⁴year, ⁵soil tillage, ⁶N fertilization, ⁷residue

Statisticky byl pokus vyhodnocen analýzou rozptylu s použitím modelu s pevnými efekty (tab. VI):

výnos = konstanta + rok + zpracování půdy + hnojení N + rok x zpracování půdy + rok x hnojení N + zpracování půdy x hnojení N.

Do modelu nebyla zahrnuta interakce třetího řádu, protože její vliv nebyl statisticky prokázán. Všechny složky použitého modelu působí vysoce signifikantně, jak dokládá tab. VI.

Statisticky významné jsou kontrasty:

Faktor rok: 1993 až 1994 a dále kontrolní varianty všech ročníků s rokem 1996

Faktor zpracování půdy: kontrast kypření – bez zpracování půdy a orba – bez zpracování půdy

Faktor hnojení N: kontrast hnojení 60 až 120 N.ha⁻¹
Interakce:

Faktor rok x zpracování půdy: kontrast 1993 orba – 1994 kypření, 1993 orba – 1994 bez zpracování půdy; kontrast 1993 orba – 1995 bez zpracování půdy, 1993 bez zpracování půdy – 1996 kypření; kontrast 1993 kypření – 1996 kypření, 1994 bez zpracování půdy – 1996 kypření; kontrast 1994 kypření – 1996 kypření, 1994 bez zpracování půdy – 1996 orba; kontrast 1994 kypření – 1996 orba, 1996 bez zpracování půdy – 1996 kypření; kontrast 1995 bez zpracování půdy – 1996 kypření, 1995 orba – 1996 kypření; kontrast 1994 bez zpracování půdy – 1996 orba, 1995 bez zpracování půdy – 1996 orba

Faktor rok x hnojení N: kontrast 1994 – 120 kg N, 1993 – 120 kg N, 1996 – 60 kg N; kontrast 1993 – 60 kg N, 1996 – 60 kg N, 1993 – 120 kg N; kontrast 1996 – 60 kg N, 1994 – 60 kg N, 1996 – 60 kg N; kontrast 1994 – 120 kg N, 1996 – 60 kg N, 1995 – 60 kg N; kontrast 1996 – 120 kg N, 1994 – 120 kg N, 1996 – 60 kg N; kontrast 1995 – 120 kg N, 1996 – 120 kg N, 1996 – 60 kg N

Faktor zpracování půdy x hnojení N: kontrast orba – 60 kg N, bez zpracování půdy – 60 kg N; kontrast orba – 60 kg N, bez zpracování půdy – 120 kg N

Pořadí faktorů z hlediska významnosti působení:

1. rok (ročník): $F = 26,05$
2. rok x hnojení N: $F = 7,11$
3. zpracování půdy: $F = 7,05$
4. rok x zpracování půdy: $F = 6,50$

5. zpracování půdy x hnojení N: $F = 5,11$

6. hnojení N: $F = 4,11$

Dosažené výsledky a získané poznatky lze shrnout do těchto závěrů:

Velmi rané hybridy kukuřice mají krátkou vegetační dobu dozrávají i v oblastech středních Čech.

Tvrzení, že kukuřice pěstovaná na zrno vyžaduje zejména dostatek tepla a není tak náročná na vláhu, v současné době zcela neobstojí. Je to právě vláha (úhrny srážek ve vegetaci, zejména v kritických měsících červnu a červenci), která se i v našich podmínkách pro výnosy značně ukazuje jako rozhodující.

Kukuřice na zrno poskytují i v okrajových oblastech stabilní výnosy 6 až 7 t.ha⁻¹ a překonává odrůdy ozimé pšenice pěstované ke krmeným účelům a má také vyšší nutriční hodnotu ve srovnání s krmnou pšenicí.

Nelze přehlédnout ani tu okolnost, že kukuřici lze pěstovat po sobě, takže odpadají problémy při zařazování do osevního postupu.

Značnou nevýhodou pěstování kukuřice na zrno zejména s ohledem na náklady je posklizňové dosoušení zrna. V našem pokusu se vlhkost zrna při sklizni pohybovala v průměru tři let (1993 až 1995) kolem 35 %, ale v roce 1996 kolem 45 %. Pro trvalé skladování je nutné upravit vlhkost na 15 %, což představuje v provozních podmínkách značné a často rozhodující náklady.

LITERATURA

- FRYE, W. W.: Economics of legume cover crops. Soil-Sci-New-View-Coop-Ext-Serv. Univ. Kentucky, 1986 (7): 2.
- HRUBÝ, J. – PROCHÁZKOVÁ, B.: Vliv zpracování půdy na tvorbu výnosů a kvalitu silážní kukuřice v řepařské výrobní oblasti. Rostl. Vyr., 36, 1990 (2): 193–201.
- HŮLA, J. – ZELENÁ, L.: Technika v postupech ochranného zpracování půdy k širokořádkovým plodinám. Metodiky MZ ČR, Praha, 15, 1995: 28.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M.: Změny fyzikálních vlastností půdy vplyvom obrábání pri pestovaní ozimnej pšenice. Rostl. Vyr., 36, 1990 (2): 131–138.
- PROCHÁZKOVÁ, B. – HRUBÝ, J.: Zpracování půdy ke kukuřici silážní v kukuřičné výrobní oblasti. Rostl. Vyr., 35, 1989 (2): 213–222.

- SUŠKEVIČ, M.: Vliv intenzity zpracování půdy na plodiny a půdní úrodnost. [Doktorská dizertace.] Hrušovany u Brna, VÚRV OZA 1990. 303 s.
- SUŠKEVIČ, M.: Změny fyzikálních vlastností hnědé půdy vyvolané různým zpracováním. Rostl. Výr., 37, 1991 (12): 967–971.
- SUŠKEVIČ, M.: Vliv půdoochranných technologií na fyzikální vlastnosti černozemní půdy. Rostl. Výr., 40, 1994 (5): 401–406.
- SUŠKEVIČ, M.: Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. Rostl. Výr., 41, 1995 (2): 55–58.
- ŠIMON, J. – LHOTSKÝ, J. a kol.: Zpracování a zúrodnování půd. Praha, SZN 1989. 317 s.
- ŠKODA, V.: Změny zpracovatelnosti půd. In: BRÁZDIL, R. – ROŽNOVSKÝ, J. a kol.: Územní studie – Klimatické změny v ČR. Národní klimatický program ČR, Brno 1995: 153–159.
- ŠKODA, V. – HORÁK, L.: Různé způsoby zakládání porostu kukuřice na zrna. In: Sbor. Ref. III. Mezin. Věd. Konf. 35. Výročí založení ZF JU v Českých Budějovicích, 1995: 133–139.
- ŠKODA, V. – HORÁK, L.: Alternativní způsoby zakládání porostů cukrovky a kukuřice na zrna. In: Sbor. Nové trendy ve zpracování půdy, České Budějovice, 1996: 61–68.
- ŠKODA, V. – ŠIMON, J. – SUŠKEVIČ, M.: Vliv zpracování půdy na obsah vody v půdě. In: Sbor. ČSVTS Voda v soustavě hospodaření na půdě, České Budějovice, 1986: 195–207.

Došlo 22. 5. 1997

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Vítězslav Škoda, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/ 24 38 27 78, fax: 02/20 92 03 12

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

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

Pérovky mohou být zpracovány jako předloha pro skenování nebo mohou být dodány též jako bitmapa ve formátu ***.TIF** (600 DPI).

Grafy je třeba dodat **včetně zdrojových dat** (jako tabulku) v programu EXCEL.

Prosíme **nezasílejte** obrázky ve formátu **Harvard Graphics**, nýbrž vyexportované do některého z výše uvedených formátů.

Redakce časopisu

VPLYV RÔZNEHO OBRÁBANIA PÔDY A HNOJENIA NA ÚRODU, KVALITU A ODBER ŽIVÍN PRI CUKROVEJ REPE

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL CULTIVATION AND FERTILIZATION ON YIELD, QUALITY AND UPTAKE OF NUTRIENTS IN SUGAR BEET

K. Kováč

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In the field stationary trial conducted in the years 1991, 1992 and 1996 on fertile, medium-heavy textured chernozem soils in maize-growing region (in the external protective zone of underground waters II) the effect of soil cultivation (C1 – conventional, C2 – protective), fertilization or nutrition of sugar beet, resp. (B1 – manure, B2 – wheat straw + reduced NPK from fertilizers, B3 – manure + NPK from fertilizers with medium intensity of fertilization) on its yield, technological quality and uptake of nutrients was studied. Sugar beet, the Intera variety, was cultivated in six-plot crop rotation (alfalfa, alfalfa, winter wheat, sugar beet, spring barley, silage maize with alfalfa underseeding) with a sowing distance to 125 mm. Under the given soil-ecological conditions yield formation and technological quality were most affected by weather. There was a significant dependence between the root yield and precipitation (June to August $r = 0.952$, for the growing season $r = 0.996$). In protective soil cultivation (variant C1) the tendency of higher root yield and production of polarizing sugar per 1 ha compared with conventional soil cultivation have been shown. Incorporation of wheat straw + reduced NPK fertilization from fertilizers (variant B2) compared only with manure (variant B1) manifested a trend of root yield decrease, increase in sugar content and refined sugar yield per 1 ha. In this variant the level of sodium and alpha-amino nitrogen in root decreased to the lowest level in the trial (insignificantly). Negative significant dependence ($r = -0.323$ or $r = -0.649$, resp.) was found between sugar content and sodium content or between sugar content and alpha-amino nitrogen, resp. The highest parameters of root production, polarizing sugar and refined sugar per 1 ha, sugar content and sugar beet yield were recorded in the variant where manure + NPK from fertilizers with medium intensity of fertilization were applied (variant B3). It was confirmed that with higher root yield the yield consumption per production unit is lower. In calculation of nutrients from sugar beet tops at the yield 23.31 t.ha⁻¹ it was found that proportion of nutrients (according to the order NPK) supplied into soil from manure (rate 40 t.ha⁻¹ and average availability of nutrients NPK 45, 45 and 75%) is 70, 30 and 60%.

sugar beet; soil cultivation; fertilization; yield; quality; uptake of nutrients

ABSTRAKT: Trojročné experimentálne výsledky pokusu s rôznym obrábaním pôdy a hnojením k cukrovej repe na úrodných černoziemných pôdach v kukuričnej výrobnjej oblasti ukázali, že tvorbu úrody a technologickú kvalitu najviac ovplyvnilo počasie. Medzi úrodou koreňa a zrážkami bola významná závislosť (jún až august $r = 0,952$, za vegetačné obdobie $r = 0,996$). Pri ochrannom obrábaní pôdy sa ukázala tendencia vyššej úrody koreňa a produkcie polarizačného cukru z 1 ha v porovnaní s konvenčným. Zapravenie pšeničnej slamy + redukované hnojenie NPK v porovnaní s maštaľným hnojom ukázalo tendenciu zníženia úrody koreňa, zvýšenia cukrnatosti a výťažnosti rafinády, ako aj zvýšenia produkcie cukru a rafinády z 1 ha. Najvyššie parametre produkcie koreňa, polarizačného cukru a rafinády z 1 ha, cukrnatosti a výťažnosti cukrovej repy boli pri variante hnojenom maštaľným hnojom + NPK so strednou intenzitou hnojenia. Náhrada maštaľného hnoja pšeničnou slamou v PHO podzemných vôd sa ukázala ekologicky prospešná.

cukrová repa; obrábanie pôdy; hnojenie; úroda; kvalita; odber živín

ÚVOD

Paušálne uplatňovanie konvenčných technológií pestovania cukrovej repy je v podmienkach Slovenska z energetického a prevádzkového hľadiska náročné. Nízke úrody a cukrnatosť spôsobujú, že jej pestovanie (s vý-

nimkou roka 1996) je v mnohých podnikoch nerentabilné. Spôsobujú to nielen vysoké ceny vstupov, opotrebovaná technika, ale i nedostatočná aplikácia nových biologických a technických poznatkov.

Z viacerých alternatívnych možností podmienok úspešnosti a prosperity pestovania cukrovej repy je mož-

né využití optimalizaci dávek živin z průmyselných hnojiv (Vrkoč, Suškevič, 1990; Strnad, Javůrek, 1991; Bajčí, 1996), náhradu maštalného hnojiva slamou obilnín (Alison, Hetschkun, 1990; Hudcová, 1990 a i.) a minimalizačné prvky v obrábaní pôdy (Miština, Kováč, 1993; Hůla, 1995 a i.). Z ekologického a ekonomického hľadiska je významná bilancia vstupov a výstupov živín, hlavne dusíka (Baier et al., 1992) a cielavedomé využitie imobilizačných pôdnych procesov, osobitne v pásmach hygienickej ochrany spodných vôd (Alison, Hetschkun, 1990; Kováč et al., 1997).

Z týchto hľadísk bola zameraná naša pozornosť na výskumné riešenie uvedených otázok v širšom kontexte, na produkciu a kvalitu cukrovej repy s ohľadom i na podmienky PHO vodných zdrojov II. vonkajšieho pásma experimentálnej bázy VÚRV Piešťany v Borovciach.

MATERIÁL A METÓDA

Zájumové územie pokusu bolo v Borovciach pri Piešťanoch v nadmorskej výške 167 m. Priemerná ročná teplota bola 9,2 °C, priemerná suma teplôt 3 000 °C (kukuričná výrobná oblasť), dlhodobé priemerné zrážky 625 mm, za vegetačné obdobie 352 mm. Ďalšie údaje o vlhových pomeroch v pokusných rokoch sú uvedené na obr. 1 a 2. Pôdy sú černoze na spraši, stredne ťažké, so stredným obsahom humusu, strednou zásobou fosforu, vysokou zásobou draslíka a s neutrálnou až slabou kyslou pôdnou reakciou.

Cukrovú repu, odrodu Intera sme pestovali v šesťhodinovom osevnom postupe (lucerna siata, lucerna siata, ozimná pšenica, cukrová repa, jarný jačmeň, kukurica na siláž s podsevom lucerny) s výsevom na 125 mm. Kombináciou variantov hnojenia a obrábania pôdy vzniklo šesť základných variantov (kombinácií). Polyfaktoriálny pokus bol založený blokovou metódou, v štyroch opakovaníach. Rozmery pokusných parceliek boli 6 x 12 m². Zberová plocha cukrovej repy bola 10,80 m² (dva riadky po celej dĺžke parcely). Zber sme robili ručne. V pokuse sme sledovali úrodu koreňa a skroj-

kov (i spolu). Z dvoch opakovaní sme odobrali 25 kusov reip na stanovenie technologickej kvality. Fyzikálno-chemickými analýzami na automatickej linke VENENA (Selekt Bučany) bola stanovená cukrnatosť (Dg) v °S a obsahy draslíka, sodíka a alfaaminodusíka v mgkv/100 g repy. Na základe cukrnatosti a obsahu melasotvorných látok bola vypočítaná výťažnosť rafinády (B) podľa Reinefelda:

$$B = Dg - [(K + Na) \cdot 0,343 + \text{alfaaminodusík} \cdot 0,094 + 0,291].$$

Ďalej sme vypočítali produkciu polarizačného cukru a úrodu rafinády z 1 ha, stanovili obsah N, P, K v sušine biomasy a podľa metodiky, ktorú uverejnili Baier et al. (1992), prepočítali odber živín N, P, K v kg na produkciu 1 t koreňa a na jednotku produkcie polarizačného cukru a rafinády z 1 ha. Zo všetkých variantov sme odobrali 100 koreňov rastlín (štyri opakovania, po 25 kusoch) a stanovili ich priemernú dĺžku.

Získané výsledky sme zhodnotili analýzou rozptylu, regresnou a korelačnou analýzou a znázornili graficky.

VARIANTY POKUSU

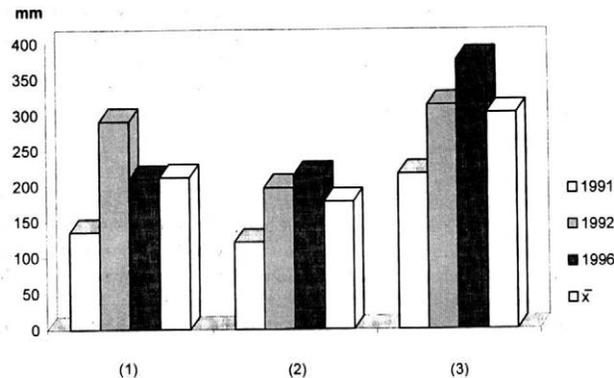
Obrábanie pôdy

C₁ – konvenčné: podmietka, zaorávka organických hnojív stredne hlbokou orbou a ošetrovanie oráčiny valcom, hlboká orba s hrubým urovanňaním oráčiny kľincovou bránou; predsejbová príprava pôdy stredne ťažkými nesenými kľincovými bránami;

C₂ – ochranné: podmietka radličkovým kypričom s pasívnymi radličkami (Lemken-Smaragd 80/300) súčasne so zaorávkou organických hnojív; kyprenie oráčiny na hĺbku 30 až 32 cm; predsejbová príprava pôdy strojmi s aktívne poháňanými pracovnými orgánmi (rotačný kyprič Amazone KG) v spojení s utlačiacim valcom.

Hnojenie

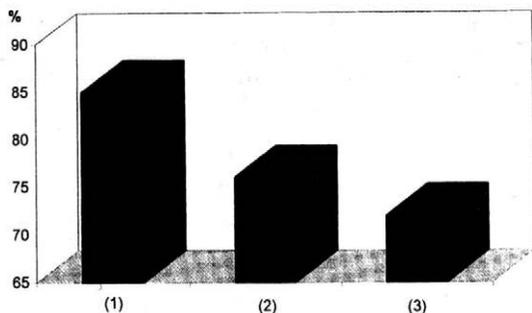
B₁ – maštalný hnoj (40 t.ha⁻¹);



1. Vlhové pomery v rokoch 1991, 1992 a 1996 – Moisture conditions in 1991, 1992 and 1996

Vysvetlivky k obr. 1 a 2 – Explanations to Figs 1 and 2:

- (1) zimné zrážky (november až marec) – winter precipitation (November to March)
- (2) letné zrážky (jún až august) – summer precipitation (June to August)
- (3) zrážky za vegetačné obdobie – precipitation for the growing season



2. Krytie potreby vlhových pomerov cukrovej repy v priemere za roky 1991, 1992 a 1996 (%) – Coverage of need of moisture conditions of sugar beet on average for the years 1991, 1992 and 1996 (%)

B₂ – pšeničná slama + 50 kg N + NPK (110 : 19 : 48, v druhom a treťom roku pokusu 80 : 19 : 48); dávky PK boli redukované vzhľadom na vysokú zásobu fosforu a draslíka v pôde;

B₃ – organické hnojenie, maštalný hnoj 40 t.ha⁻¹ + NPK (110 : 38 : 96, v druhom a treťom roku pokusu 80 : 38 : 96).

Nižšie dávky dusíka v druhom a treťom roku boli použité na požiadanie vodohospodárskeho orgánu (ochranné pásmo PHO podzemných vôd).

VÝSLEDKY

Priemerná úroda koreňa cukrovej repy v jednotlivých rokoch pokusu bola 39,53; 59,30 a 77,00 t.ha⁻¹, v priemere 58,61 t.ha⁻¹ (tab. I). Analýzou variancie sme zistili, že variabilita úrod za celé pokusné obdobie bola signifikantne ovplyvnená ročníkom. Vplyv obrábania pôdy a hnojenia bol štatisticky nepreukazný. Ukázala sa tendencia vyššej úrody koreňa pri variantoch ochranného obrábania pôdy a nižšej úrody koreňa pri variantoch hnojených slamou + NPK (variant B₁). V podstate podobná tendencia bola i pri skrojkoch, s rozdielom signifikantného vplyvu hnojenia. Priemerná úroda skrojkov bola 23,31 t.ha⁻¹ a v jednotlivých rokoch sa pohybovala od 13,96 t.ha⁻¹ (1991) až po 37,53 t.ha⁻¹ (1996).

Priemerná úroda koreňa a skrojkov v pokuse bola 81,93 t.ha⁻¹. Štatisticky významne bola ovplyvnená rokmi (vysokopreukazne) a interakciou obrábanie pôdy x hnojenie (preukazne).

Priemerná cukornatosť v pokuse za tri roky bola 17,70 °S a v jednotlivých rokoch sa pohybovala od 17,19 do 18,20 °S (tab. II). Cukornatosť bola signifikantne ovplyvnená ročníkom, hnojením a interakciou obrábanie pôdy x hnojenie. Tendencia vyššej cukornatosti bola pri variantoch hnojených slamou + NPK (variant B₂).

Priemerná výťažnosť rafinády bola 15,35 % (tab. II). V rokoch pokusu bola 15,03; 13,38 a 17,61 %. Výťažnosť rafinády bola pri variantoch obrábania pôdy prakticky rovnaká (vplyv faktorov nepreukazný). Pri variantoch hnojenia boli rozdiely malé, nepreukazné.

Obsah melasotvorných látok je uvedený v tab. III. Z údajov vyplýva, že v obsahu draslíka sa ukázali tendencie jeho zvyšovania s dávkami priemyselných hnojív. Rozdiel medzi variantami B₁ a B₃ bol 5 %. Rozdiel medzi variantami obrábania pôdy bol vysokopreukazný s nižšou hodnotou v prospech ochranného obrábania pôdy. Najvyššie rozdiely v obsahu melasotvorných látok boli pri sodíku na variantoch hnojenia. Najnižší obsah sodíka bol pri variante B₂. Rozdiel v porovnaní s variantom B₁ je vysokopreukazný. Podobná tendencia bola i pri

I. Produkcia biomasy cukrovej repy (t.ha⁻¹) – Production of sugar beet biomass (t.ha⁻¹)

Variant ¹ (skupinové priemery ²)	Koreň ⁵				Skrojky ⁶				Koreň + skrojky			
	1991	1992	1996	\bar{x}	1991	1992	1996	\bar{x}	1991	1992	1996	\bar{x}
C ₁	37,39	56,80	77,78	57,30	13,49	17,18	38,53	23,06	50,88	74,00	116,31	80,39
C ₂	41,67	61,80	76,22	59,89	14,59	19,70	36,55	23,61	56,26	81,54	112,77	83,52
B ₁	42,07	60,78	74,35	59,09	14,03	18,19	36,11	22,78	56,10	78,97	110,45	81,84
B ₂	35,86	58,55	76,03	56,81	13,68	17,02	35,85	22,18	49,54	75,57	111,88	78,99
B ₃	40,65	58,65	80,62	59,97	14,41	20,12	40,67	25,07	55,06	78,77	121,29	85,04
\bar{x}	39,53	59,30	77,00	58,61	14,00	18,45	37,54	23,33	53,53	77,70	114,54	81,95
D pre ³ B	0,05	–	–	5,19	–	–	–	2,55	–	–	–	6,55
pre roky ⁴	0,01	–	–	6,58	–	–	–	3,23	–	–	–	8,29
D pre C	0,05	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,37
pre roky	0,01	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	13,68

¹variant, ²group means, ³for, ⁴for years, ⁵root, ⁶sugar beet tops

II. Vplyv rôzneho obrábania pôdy a hnojenia na cukornatosť, produkciu polarizačného cukru, výťažnosť a produkciu rafinády – The effect of various soil cultivation and fertilization on sugar content, production of polarizing sugar, yield and refined sugar production

Variant ¹	Rok ²	Cukornatosť ³ (%)	Produkcia polarizačného cukru ⁴ (t.ha ⁻¹)	Výťažnosť ⁵ (%)	Produkcia rafinády ⁶ (t.ha ⁻¹)
C1	1991	17,26	6,44	15,45	5,77
	1992	18,10	10,28	13,62	7,73
	1996	18,09	13,16	17,70	12,88
\bar{x}		17,80	10,19	15,59	8,79
C2	1991	17,13	7,13	14,62	6,09
	1992	17,30	10,69	13,15	8,12
	1996	18,32	13,96	17,53	13,36
\bar{x}		17,60	10,53	15,59	8,79
B1	1991	16,34	6,87	14,78	6,21
	1992	17,50	10,60	12,33	7,49
	1996	18,24	13,56	17,70	13,15
\bar{x}		17,30	10,22	14,94	8,59
B2	1991	18,48	6,62	15,08	5,40
	1992	17,70	10,36	14,95	8,75
	1996	18,37	13,96	16,55	12,58
\bar{x}		18,20	10,33	15,52	8,91
B3	1991	16,74	6,80	15,24	6,19
	1992	17,90	10,49	12,88	7,55
	1996	18,01	14,51	18,60	14,99
\bar{x}		17,50	10,49	15,60	9,57
Priemer ⁷	1991	17,19	6,79	15,03	5,94
	1992	17,70	10,49	13,38	7,93
	1996	18,20	14,01	17,61	13,55
\bar{x}		17,70	10,37	15,35	8,99

¹variant, ²year, ³sugar content, ⁴production of polarizing sugar, ⁵yield, ⁶refined sugar production, ⁷average

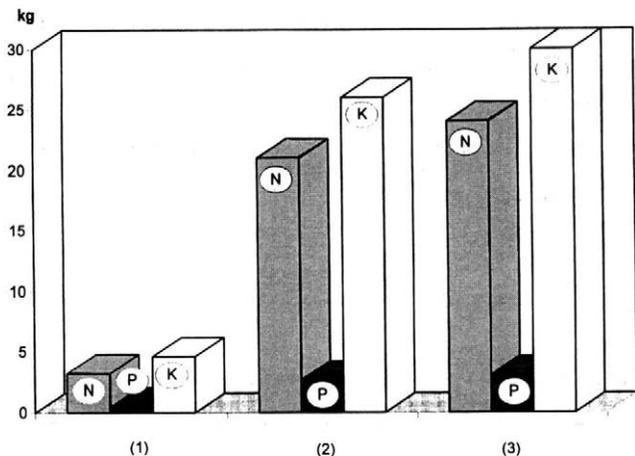
III. Obsah melasotvorných látok (mmol/100 g repy) – Content of molasses-forming components (mmol/100 g of beet)

Variant ¹ (skupinové priemery ²)	Draslík ⁵				Sodík ⁶				Alfaaminodusík ⁷			
	1991	1992	1996	\bar{x}	1991	1992	1996	\bar{x}	1991	1992	1996	\bar{x}
C ₁	3,85	6,29	6,23	5,46	0,84	0,99	1,08	0,97	8,02	8,85	6,65	7,84
C ₂	3,98	7,17	6,43	5,86	0,75	1,04	1,00	0,93	8,42	8,90	6,22	7,85
B ₁	3,89	6,80	6,03	5,57	1,00	1,30	1,08	1,13	7,9	9,87	6,26	8,01
B ₂	3,83	6,49	6,43	5,58	0,68	0,71	0,89	0,76	8,3	8,20	6,35	7,62
B ₃	4,00	6,91	6,53	5,83	0,68	1,03	1,15	0,95	8,4	8,55	6,68	7,87
\bar{x}	3,91	6,73	6,33	5,66	0,79	1,01	1,04	0,95	8,22	8,87	6,43	7,84
D pre ³ B pre roky ⁴	0,05	–	–	0,275	–	–	–	0,295	–	–	–	0,542
D pre C	0,01	–	–	0,395	–	–	–	0,339	–	–	–	0,709
D pre roky	0,05	–	–	0,184	–	–	–	0,174	–	–	–	0,364
D pre roky	0,01	–	–	0,253	–	–	–	0,239	–	–	–	0,500

For 1–4 see Tab. I, ⁵potassium, ⁶sodium, ⁷alpha-amino nitrogen

obsahu alfaaminodusíka. Rozdiel medzi rokmi však bol preukazný. Medzi cukornatosťou a obsahom sodíka, resp. medzi cukornatosťou a obsahom alfaaminodusíka sa zistila negatívna signifikantná závislosť ($r = -0,323$, resp. $r = -0,649$).

Vhodnosť pôdneho prostredia vytvoreného obrábaním pôdy možno posúdiť aj priemernou dĺžkou koreňa. Priemerná dĺžka koreňa za tri roky pokusu bola 0,259 m a jeho variabilita v rokoch pokusu bola vysokopreukazná. Vplyv ostatných faktorov bol nepreukazný. Výsledky



3. Odber živín celkovou produkciou biomasy na 1 t produkcie koreňa (1), polarizačného cukru (2) a rafinády (3) – Uptake of nutrients by total biomass production per 1 t of root production (1), polarizing sugar (2) and refined sugar (3)

ukázali tendenciu dlhšieho koreňa cukrovej repy pri konvenčnom obrábaní pôdy a pri variante bez priemyselých hnojív.

Stanovením odberu dusíka celou úrodou sušiny koreňa a skrojkov sme zistili, že na 1 t produkcie koreňa v priemere za tri roky sa z pôdy odobralo 3,2 kg N, 0,48 kg P a 4,57 kg K, na 1 t polarizačného cukru 21 kg N, 2,6 kg P a 26 kg K a na 1 t produkcie rafinády 24 kg N, 3 kg P a 30 kg K (obr. 3).

DISKUSIA

Výsledky pokusov ukázali, že na tvorbu produkcie i na technologickú kvalitu cukrovej repy malo počasie výraznejší vplyv (signifikantný vplyv rokov) ako skúšané agrotechnické opatrenia. Potvrdilo sa, že pre tvorbu biomasy je potrebné rovnomerné rozdelenie zrážok počas vegetačného obdobia a výdatnejšie zrážky v letnom období (jún až august). Naše poznatky korešpondujú s výsledkami, ktoré uverejnili Bajčí, Tománková (1991) i ďalší autori, podľa ktorých úroda i kvalitu cukrovej repy najviac ovplyvňuje ročník. Tendencie vyšších prírastkov koreňa boli pri ochrannom obrábaní pôdy (nepreukazné). V suchých podmienkach ročníka 1991, pri nedostatku zimnej vlhky zapracovanie slamy do pôdy k cukrovej repe spôsobilo redukcii úrody biomasy. Na druhej strane, rozklad pozberových zvyškov a slamy (širší pomer C : N) podmienil imobilizačné procesy dusíka, ktoré sa pravdepodobne odrazili vo vyššej cukornatosti koreňa cukrovej repy. Podobné výsledky s hnojením slamou získal i Longden (1991). Slama a s ňou vyvolané imobilizačné procesy zvyšujú hospodárnosť pôdy s dodanými dusíkatými hnojivami najmä tým, že zabraňujú hromadeniu minerálneho dusíka a súčasne zabraňujú aj jeho translokácii z koreňovej zóny rastlín. Preto je zapracovanie slamy k cukrovej repe účelné najmä v PHO podzemných vod-

ných zdrojov. Získané výsledky sú v súlade s údajmi, ktoré publikovali Alison, Hetschkun (1990), Kováč et al. (1997) a i. Aplikácia slamy obilnín pod cukrovú repu i pri tendencii zníženia úrody (nepreukazné) diverzifikuje možnosti pestovania cukrovej repy v systémoch hospodárenia bez živočíšnej výroby.

Obsah draslíka a dusíka bol najviac ovplyvnený počasím. S vyššími zrážkami sa zvyšoval i obsah draslíka v koreni cukrovej repy.

Odber dusíka celkovou biomasou cukrovej repy koreňa predstavoval 3,2 kg N.t⁻¹. Baier et al. (1992) udávajú pri strednom odbere 4,0 kg N.t⁻¹ produkcie koreňa. Rozdiel môže byť spôsobený rozdielnym stanovištom, hnojením a odrodou. Súčasne sa potvrdili poznatky, podľa ktorých sa objem živín zo skrojkov nevyrovnaná objemu živín dodaných hnojením maštaľným hnojom (Baier et al., 1992).

LITERATÚRA

- ALISON, M. F. – HETSCHKUN, H. M.: Sugar beet research – straw incorporation. [Výskumná správa.] Rothamsted, Long Ashton, Broom's Barn, England, AFRC Inst. Arable Crops Res. 1990: 87–88.
- BAIER, J. – BAIEROVÁ, V. – BARTOŠOVÁ, Z.: Vliv stanoviště a způsobu sklizně cukrovky na odběr živin. Rostl. Vyr., 38, 1992 (6): 517–522.
- BAJČÍ, J.: Výživa a hnojení repy cukrovej. In: JECH, J. a kol.: Výživa a hnojení repy cukrovej. Bratislava, MK Group 1996: 4–25.
- BAJČÍ, P. – TOMÁNKOVÁ, E.: Stupňované dusíkaté hnojenie a jeho vplyv na zmeny v tvorbe biomasy a v technologickú kvalite jednozemenej odrody cukrovej repy. Rostl. Vyr., 37, 1991 (1): 81–90.
- HUDCOVÁ, M.: Základní zpracování půdy při rozdílném organickém hnojení v cukrovce. Rostl. Vyr., 36, 1990 (10): 1025–1032.

- HÚLA, J.: Požadavky na zemědělskou techniku pro ekologické hospodaření na půdě. In: Zbor. Semin. Trvalo udržateľné hospodárenie na pôde, Piešťany, VÚRV 1995: 114–118.
- KOVÁČ, K.: Nové technológie pestovania cukrovej repy. Pôda a Úroda, 40, 1992 (12): 564–565.
- KOVÁČ, K. et al.: Ekologické hospodárenie na pôde. Piešťany, VÚRV 1997. 132 s.
- LONGDEN, P. C.: Sugar beet research. [Výskumná správa.] Rothamsted, Long Ashton, Broom's Barn, England, AFRC Inst. Arable Crops Res. 1991: 71–80.
- MIŠTINA, T. – KOVÁČ, K. et al.: Ochranné obrábanie pôdy. Piešťany, VÚRV 1993. 165 s.
- STRNAD, P. – JAVŮREK, M.: Závislosť tvorby výnosu a jaskosti cukrovky na príjmu živín. Rostl. Výr., 37, 1991 (5): 405–412.
- VRKOČ, F. – SUŠKEVIČ, M.: Podíl některých regulovatelných faktorů na výnosu cukrovky. Rostl. Výr., 36, 1990 (10): 1019–1024.

Došlo 21. 4. 1997

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Karol Kováč, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 00421 838/72 23 11, fax: 00421 838/72 63 06

COMPETITION BETWEEN MAIZE AND BARNYARD GRASS (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI*) AT DIFFERENT MOISTURE REGIME

KONKURENCE MEZI KUKUŘICÍ A JEŽATKOU KUŘÍ NOHOU (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI*) PŘI RŮZNÉM VLÁHOVÉM REŽIMU

Z. Martinková, A. Honěk

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

ABSTRACT: Competition between a natural stand of barnyard grass *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. and a maize crop was studied during two years. The combined biomass of maize and barnyard grass increased with soil water availability. Maize density varied little and its yield was determined by individual plant size. Maize shoot weight decreased with increase in root biomass of barnyard grass (which is a product of plant number per area and individual root weight) and decreasing soil water availability. Barnyard grass density was greatest when the water capacity of soils was low. Root weight and the proportion of dry matter allocated to roots (root to shoot ratio) was correlated with individual size of barnyard grass plants. Weight of barnyard grass plants decreased but root to shoot ratio increased with decreasing soil water availability. Root competition was the major factor decreasing maize weight while above ground competition was of minor importance. With similar above ground biomass, dense stands of barnyard grass consisting of small plants with numerous roots caused a greater decrease in maize yield than sparse stands consisting of large plants with fewer roots.

maize; barnyard grass; below ground competition; water availability in soil; plant growth; root; shoot

ABSTRAKT: Ve dvouletých polních pokusech byla studována konkurence mezi porosty kukuřice a přirozeným zaplevelením ježatkou kuří nohou, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. Celková biomasa rostlin (suchá hmotnost kukuřice a ježatky na jednotku plochy) vzrůstala s dostupností vody v půdě. Poněvadž u kukuřice byl počet rostlin na jednotku plochy dán hustotou výsevu a jen málo kolísala, produkce biomasy závisela na velikosti rostlin. Hmotnost nadzemních částí kukuřice klesala s růstem biomasy kořenů ježatky (součin počtu rostlin na jednotku plochy a průměrné hmotnosti kořenů) a dostupností vody v půdě (vyjádřeno vodní kapacitou půdy). Hustota porostů ježatky byla nejvyšší v místech s nízkou vodní kapacitou půdy. Hmotnost kořenů a podíl hmoty přidělované do kořenů rostlin (root/shoot ratio) byl v korelaci s individuální velikostí rostlin ježatky. Průměrná hmotnost rostlin ježatky klesala a poměr kořenů k nadzemním částem vzrůstal s klesající dostupností vody v půdě. Konkurence v kořenové sféře byla zřejmě hlavní příčinou snižující se hmotnosti rostlin kukuřice, zatímco nadzemní konkurence měla menší význam. Při stejné biomase nadzemních částí na jednotku plochy měly husté porosty malých rostlin ježatky kuří nohy intenzivnější konkurenční vliv na kukuřici než řídké porosty skládající se z velkých rostlin. Rozdíl v konkurenci byl způsoben relativně větší biomasou kořenů u malých než u velkých rostlin.

kukuřice; ježatka kuří noha; podzemní konkurence; dostupnost vody v půdě; růst rostlin; kořeny; nadzemní části

INTRODUCTION

Barnyard grass, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., is an important weed of maize crops. In the Czech Republic, it is the fourth species in order of dominance [after goosefoot *Chenopodium album* L., couchgrass *Agropyron repens* (L.) Beauv., and scentless mayweed *Tripleurospermum maritimum* (L.) Sch. Bip.] in silage maize (ca 80% of maize acreage), and the top one in maize grown for grain (20% acreage).

The competition of barnyard grass with maize was studied by Kropff et al. (1984) and Spitters et al. (1989) who showed that the reciprocal of the aver-

age weight per maize plant was proportional to density (per area numbers) of barnyard grass plants. This was demonstrated also for barnyard grass competition with other crops (Keeley, Thullen, 1991; Norris, 1992; Sacco et al., 1993; Vail, Oliver, 1993). It corresponds with a hyperbolic model of the relationship between crop yield and weed density, typical for crop/weed competition (Altieri, Liebmann, 1988). The studies also indicated the importance of root competition (Pereira et al., 1992). Since the intensity of competition may be affected by soil water availability, any variation in soil quality may influence the intensity of competition.

In this study, we investigated the effects of soil water availability and barnyard grass competition in a maize stand in Czech Republic. We studied the relationship between soil water capacity, barnyard grass density and yield of maize plants by selecting plots within the stand having different soil moisture characteristics and barnyard grass densities.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were performed in a production crop of maize grown for two years at the same field at Odolena Voda (50° 16' N, 14° 26' E, 15 km north of Prague). The experimental field (0.20 km²) was a mosaic of soils which differed in soil water capacity. Water availability was estimated from soil water capacity, i.e. percent water in saturated soil (Dahiya et al., 1988). Soil water capacity is significantly correlated with the upper limit of water availability for plants, i.e. the water content at which drainage from a prewatered soil ceases (Cassell et al., 1983; Ratliff et al., 1983). Three 50 g soil samples from each plot were submerged into the water for 5 days. The saturated soil was then weighed immediately after removal from water, and after drying at 120 °C to constant weight.

Maize was sown in rows with 70 cm spacing, at a density of 7 plants.m⁻², on April 15, 1990 and April 22, 1991. A nearly pure stand of barnyard grass was established within the crop from the resident seedbank. Agricultural practices were according to those recommended in the Czech Republic, except for the herbicide treatment. In 1990, no herbicides were applied. Barnyard grass occurred through the whole maize crop but varied in density and shoot biomass. Forty one experimental plots of 1.4 m x 2.0 m (a 2 m section of two adjacent rows) were harvested on August 1, at the beginning of barnyard grass seed maturation. Plots were selected within the crop to cover the range of variation in biomass and density of barnyard grass, and maize yield. On each plot we counted the maize plants and measured their dry shoot weight. On each plot, barnyard grass plants were harvested from two 0.25 m² quadrats taken between maize rows, and plant number and dry shoot biomass per quadrat were established. One soil sample was taken for each 2 to 5 plots which were close (< 30 m) one to each other.

In 1991, barnyard grass was controlled on April 25, except of 16 areas of 5 m x 10 m size randomly distributed over the field where experiments were done. The herbicide treatment was made by ACENIT 50EC (4 l.ha⁻¹, active substance acetochlor 500 g.l⁻¹) + ZEAZIN S40 (1.5 l.ha⁻¹, active substance atrazine 400 g.l⁻¹). The unsprayed areas were populated with a natural stand of barnyard grass with admixture of amaranth, *Amaranthus retroflexus* L. (always < 10% of the total above ground weed biomass). On August 8, maize was harvested from one 1.4 m x 2 m plot within each weedy area, and one plot from weed-free area near each weedy

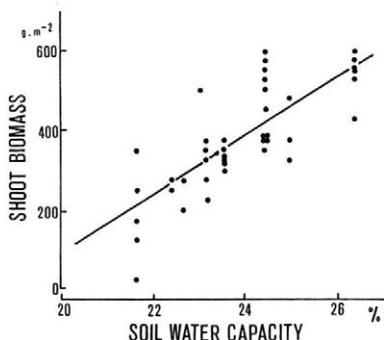
plot (controls). The distance between weedy and weed free plots was 3 m. On weedy plots, barnyard grass from two 0.25 m² quadrats was dug up with roots, and the soil was washed off. The plants were counted, divided into roots and shoots, dried and weighed. A soil sample was taken from each pair of plots. The difference in the average weight of single maize plant between weed free and weedy plots was expressed as percentage of that at weed free plots.

RESULTS

The combined shoot biomass of maize and barnyard grass increased with soil water capacity in both 1990 ($r = 0.788, p < 0.01$) (Fig. 1) and 1991 ($r = 0.613, p < 0.05$, for weedy plots). The proportion of maize in combined plant biomass was not correlated with the combined plant weight ($r = -0.101$ and -0.163 , n.s., in 1990 and 1991, respectively) as the maize yield was influenced also by barnyard grass density. The total plant biomass was thus determined by water availability, but the relative success of each competing species was independent of water availability.

The variation in maize density was small (6.1 ± 0.7 and 7.6 ± 1.6 plants.m⁻² in 1990 and 1991, respectively), caused by variation in planting density rather than mortality from competition. Since maize density did not vary, maize yield was correlated with average individual plant weight ($r = 0.93$ and 0.97 in 1990 and 1991, respectively). There was no correlation between barnyard grass and maize density ($r = -0.019$ and 0.292 , in 1990 and 1991, respectively). The individual weight of maize plants was therefore investigated as determinant of maize yield.

The average dry weight of maize plants at different plots varied between 5.3 to 60.5 g (mean 25.4 ± 17.6 g) in 1990, and 4.4 to 84.1 g (mean 23.8 ± 20.9 g) in 1991. This weight increased with soil water capacity, and the reciprocal of this weight was linearly related to the density of barnyard grass (Fig. 2). In 1991, the net



1. Soil water capacity and combined above ground biomass of maize and barnyard grass in 1990

effect of barnyard grass competition measured as the difference between weight of maize plants on weedy and weed-free plots increased with root biomass of barnyard grass, and decreased with increasing soil water capacity (Fig. 3). Water was apparently the critical resource for which the competition occurred.

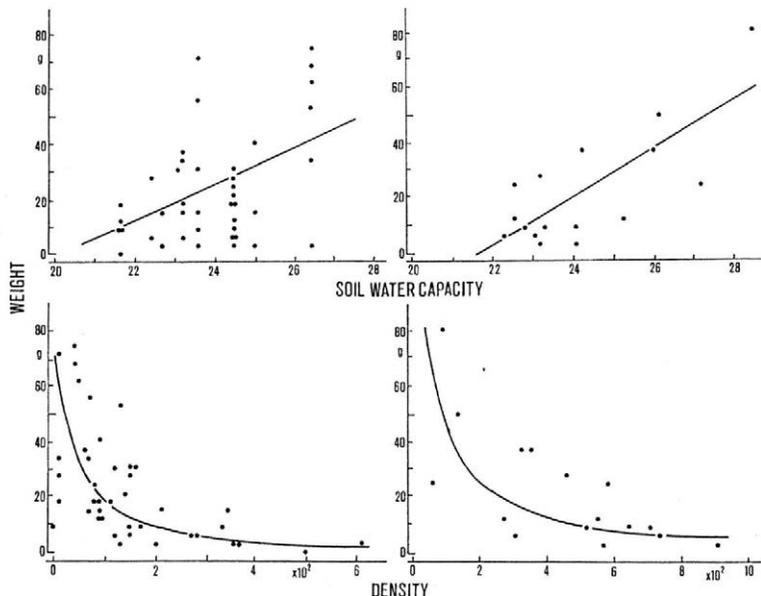
The per area root biomass of barnyard grass is a product of plant density and individual plant root weight. The latter is determined by whole plant weight and proportion of dry mass allocated to roots (root/shoot ratio). These factors were correlated (Fig. 4). Individual plant weight decreased and root to shoot ratio increased with decreasing soil water capacity and increasing barnyard grass density. The density of barnyard grass stand was greater on soils with low water capacity. In 1991, correlation between soil water capacity and barnyard grass density was $r = -0.702$, $p < 0.005$.

The relationship between maize weight and above ground barnyard grass biomass was ambiguous, negative in 1990 ($r = -0.427$, $p < 0.01$) but positive in 1991 ($r = 0.522$, $p < 0.05$). This was apparently due to dominant role of root competition. Similar shoot biomass may consist of a small number of large plants or a large number of small plants. The competition for light or CO_2 was probably less important. This was due to the fact that barnyard grass did not overtop maize, and its shoot height was only about 1/3 of maize height. Plant height at the time of harvesting experimental plots was measured in 1990, and was 30.0 ± 13.6 cm in barnyard grass, and 92.6 ± 32.5 cm in maize.

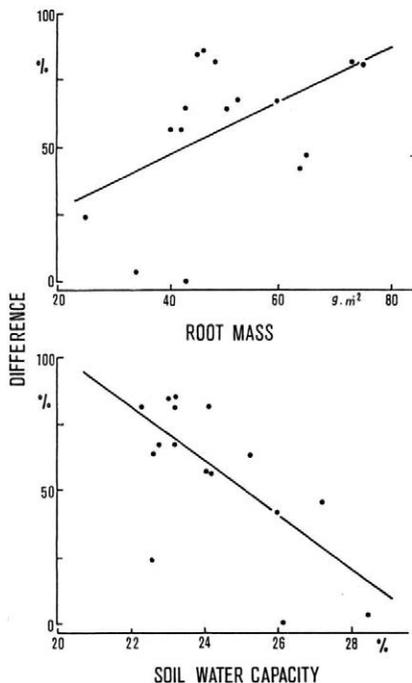
DISCUSSION

The competition with barnyard grass was an important factor of individual weight and yield of maize. The effects were apparently due to root competition for water, and increased with barnyard grass root mass and decreasing soil water availability. In our experiment soil water capacity and root biomass of barnyard grass were correlated. The barnyard grass root biomass increased on low water capacity soils since water stress increased the dry mass partitioning to roots and also plant density was greater on soils with low water capacity (cf. Honěk, Martinková, 1991). The greater barnyard grass density on low water capacity soils may be due either to differences in seed supply in the soil or increased germination rate. Since the seed production is directly proportionate to shoot mass (Martinková, Honěk, 1992, 1993) and this increased with soil water capacity, the former explanation is not probable. No data on variation of germination rate in field conditions are available, but this soil environment may favour greater emergence (Harper, 1977).

The earlier studies (Kropff et al., 1984; Spitters et al., 1989) revealed a close relationship between barnyard grass density and maize yield. The variance explained by the regression analysis of maize yield on barnyard grass density was $r^2 = 0.92$. Our regressions explained substantially lower proportion of variance, $r^2 = 0.62$ in 1990, and $r^2 = 0.41$ in 1991. The high coefficient of determination found by Spitters



2. Effects on individual maize plant weight in 1990 (left) and 1991 (right); above: soil water capacity (1990: weight = $6.40 \text{ percent water} - 128.2$, $r = 0.449$, $p < 0.005$; 1991: weight = $8.86 \text{ percent water} - 191.5$, $r = 0.744$, $p < 0.001$); below: barnyard grass density (1990: $1/\text{weight} = 4.38 \text{ E-4 plants.m}^{-2} + 1.40 \text{ E-2}$, $r = 0.792$, $p < 0.001$; 1991: $1/\text{weight} = 1.71 \text{ E-4 plants.m}^{-2} + 5.99 \text{ E-3}$, $r = 0.639$, $p < 0.01$)

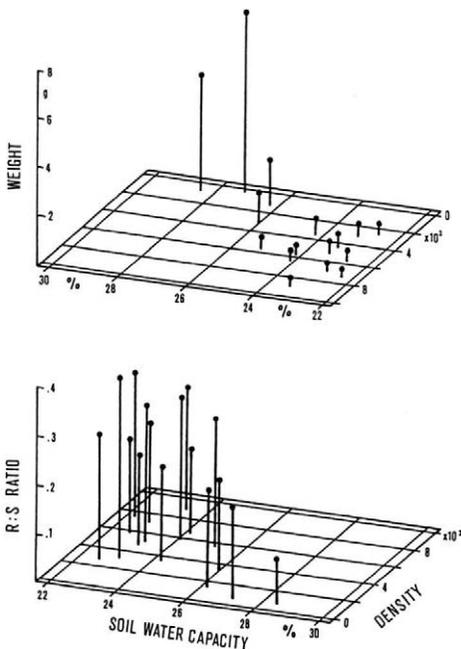


3. The difference in individual maize shoot weight between weed free and barnyard grass grown stand (in percent of weight of weed-free plants) in relation to dry root biomass of barnyard grass per 1 m^2 (above, difference = $0.98 \text{ root biomass} + 8.05$, $r = 0.491$, $p = 0.05$) and soil water capacity (below, difference = $-10.3 \text{ percent water} + 307.5$, $r = 0.674$, $p < 0.005$) in 1991

et al. (1989) may be due to uniform environment conditions where barnyard grass presence was the only source of variation in maize yield. The experiments were perhaps made on a soil with a uniform water holding capacity.

Knowing only the weed density, the prediction of the effect of barnyard grass competition on maize is difficult. An annual variation in barnyard grass effects on maize yield which may consist in differences in water availability was demonstrated by Spitters et al. (1989). We may therefore expect a poor prediction in semi-arid areas with uneven precipitation, and in grounds with a mosaic of soils with different water holding capacity.

The importance of below ground competition probably increases with sowing date. In the Czech Republic, silage maize may be sown up to mid June while a recommended date is late April. Warm weather may favour barnyard grass over maize. Its relative growth rate (weight increase per unit weight per day) at 21°C is 0.29 (Shipley, Parent, 1991) while relative growth rate of maize is only 0.19 (calculated from Pommel, 1990). Dry mass allocation to roots also increases with



4. The effect of barnyard grass density and soil water capacity on (above) whole plant (root + shoot) size of barnyard grass ($R^2 = 0.648$, $p < 0.005$) and (below) its root to shoot ratio ($R^2 = 0.345$, $p < 0.1$) in 1991

advancing season, and was greater in plants sown in July than in May (Martinková, Honěk, unpublished).

Root competition is an important factor when one of the competing species is more plastic than the other in changing the proportion of resources allocated to roots in response to environmental stress (Aerts et al., 1991). Barnyard grass is superior in this respect over maize (Honěk, Martinková, 1991) although it lacks physiological adaptations for increasing soil water extraction under drought conditions (Conover, Sovonick-Dunford, 1989). Therefore below ground competition for water may become a crucial factor of maize yield in semi-arid areas, and in late sown stands on low water capacity soils.

Acknowledgement

We thank R. J. Thullen (U.S. Cotton Research Station at Shafter, California), B. Shipley (Université de Sherbrooke, Canada), and L. A. P. Lotz (Centre of Agrobiological Research at Wageningen, Netherlands) for critical reading and many valuable comments, and Miss J. Králová and Mrs L. Kreslová for excellent technical assistance.

Data processing was supported by Grant No. 522/97/0271 of the Grant Agency of the Czech Republic.

REFERENCES

- AERTS, R. – BOOT, R. G. A. – AART, P. J. M. VAN DER: The relation between above- and belowground biomass allocation patterns and competitive ability. *Oecologia*, 87, 1991: 551–559.
- ALTIERI, M. A. – LIEBMANN, M.: Weed management in agroecosystems: ecological approaches. CRC Press. Boca Raton 1988. 354 pp.
- CASSEL, D. K. – RATLIFF, L. F. – RITCHIE, J. T.: Models for estimating in-situ potential extractable water using soil physical and chemical properties. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 47, 1983: 764–769.
- CONOVER, D. G. – SOVONICK-DUNFORD, S. A.: Influence of water deficits on the water relations and growth of *Echinochloa turneriana*, *Echinochloa crus-galli* and *Pennisetum americanum*. *Austral. J. Pl. Physiol.*, 16, 1989: 291–304.
- DAHIYA, I. S. – DAHIYA, D. J. – KUHAD, M. S. – KARWASRA, S. P. S.: Statistical equations for estimating field capacity, wilting point and available water capacity of soils from their saturation percentage. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 110, 1988: 515–520.
- HARPER, J. L.: Population biology of plants. London, New York, San Francisco, Acad. Press 1977. 892 pp.
- HONĚK, A. – MARTINKOVÁ, Z.: Competition between maize and barnyard grass *Echinochloa crus-galli*, and its effect on aphids and their predators. *Acta Oecol.*, 12, 1991: 741–751.
- KEELEY, P. E. – THULLEN, R. J.: Growth and interaction of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Sci.*, 39, 1991: 369–375.
- KROPFF, M. J. – VOSSEN, F. J. H. – SPITTERS, C. J. T.: Competition between maize crop and a natural population of *Echinochloa crus-galli* (L.) P. B. *Netherl. J. Agric. Sci.*, 32, 1984: 324–327.
- MARTINKOVÁ, Z. – HONĚK, A.: Effect of plant size on the number of caryopses in barnyard grass, *Echinochloa crus-galli* (Poaceae). *Preslia*, 64, 1992: 171–176.
- MARTINKOVÁ, Z. – HONĚK, A.: The effects of sowing depth and date on emergence and growth of barnyard grass, *Echinochloa crus-galli*. *Ochr. Rostl.*, 29, 1993: 251–257.
- NORRIS, R. F.: Case history for weed competition/population ecology: barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in sugarbeets (*Beta vulgaris*). *Weed Technol.*, 6, 1992: 220–227.
- PERERA, K. K. – AYRES, P. G. – GUNASENA, H. P. M.: Root growth and relative importance of root and shoot competition in interactions between rice (*Oryza sativa*) and *Echinochloa crus-galli*. *Weed Res.*, 32, 1992: 67–76.
- POMMEL, B.: Influence du poids de la semence et de la profondeur de semis sur la croissance et le développement de la plantule de maïs. *Agronomie*, 10, 1990: 699–708.
- RATLIFF, L. F. – RITCHIE, J. T. – CASSEL, D. K.: Field-measured limits of soil water availability as related to laboratory measured properties. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 47, 1983: 770–775.
- SACCOL, A. V. – SCHNEIDER, F. M. – ESTEFANEL, V. – BURIOL, G. A. – HELDWEIN, A. B.: Competição do capim-aroza soja cultivada em solo hidromórfico. I. Efeito sobre o acúmulo de matéria seca de capim-aroza e o rendimento de grãos de soja. *Pesq. Agropec. Brasil.*, 28, 1993: 803–812.
- SHIPLEY, B. – PARENT, M.: Germination responses of 64 wetland species in relation to seed size, minimum time to reproduction and seedling relative growth rate. *Funct. Ecol.*, 5, 1991: 111–118.
- SPITTERS, C. J. T. – KROPFF, M. J. – GROOT, W. DE: Competition between maize and *Echinochloa crus-galli* analysed by a hyperbolic regression model. *Ann. Appl. Biol.*, 115, 1989: 541–551.
- VAIL, G. D. – OLIVER, L. R.: Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) interference in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technol.*, 7, 1993: 220–225.

Received on March 11, 1997

Contact Address:

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

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

MEZINÁRODNÍ SYMPOZIUM EVROPSKÉ LUKAŘSKÉ FEDERACE V POLSKU

Ve dnech 19. až 23. května 1997 se konalo v Polsku mezinárodní sympozium *Zachování biodiverzity při obhospodařování travních porostů*. Symposia, které zorganizovala Polská lukařská společnost pod záštitou Evropské lukařské federace (EGF), se zúčastnilo přes 80 účastníků ze 17 evropských zemí. Sympozium bylo zahájeno na Vysoké škole zemědělské ve Varšavě. První blok přednášek se zabýval využíváním druhově pestrých porostů, druhý byl věnován extenzifikaci obhospodařování a jejím vlivům na biodiverzitu. Pak jednání pokračovalo ve 150 km vzdálené Lomze třetím blokem, který byl zaměřen na vztah travních porostů a životního prostředí. Ve čtvrtém bloku byly hodnoceny vztahy mezi stanovištěm a biodiverzitou a v závěrečném bloku zazněly referáty k ochraně přírody. Souběžně bylo předvedeno 40 posterů, které byly rozděleny do čtyřch tematických bloků jako přednášky. V průběhu symposia se sešly tři pracovní skupiny, v nichž se jednalo o metodách stanovení biodiverzity travních porostů, o úloze bylin v lučních porostech a konečně o možnosti využití genetických zdrojů z travních porostů. Tradiční exkurze vedla do Národního parku Biebrza, který byl zřízen v roce 1993 k ochraně existujících ekosystémů (celkem bylo na území identifikováno 43 rostlinných společenstev) a různých typů rašelinišť. Park se rozkládá v údolí stejnojmenné řeky a svou rozlohou 59 223 ha je největším národním parkem v Polsku.

Trvalé travní porosty zaujímají v Polsku více než 4 mil. ha, což představuje 14 % území. Využívají se většinou extenzivně, krmivovou základnu pokrývají pouze z 50 %. Louky převažují nad pastvinami a tradiční výroba sena je stále nejběžnější metodou konzervace píce. Díky specifickým rysům (různorodé půdní a klimatické podmínky, výrazný podíl rašelinišť a mokřadů, vysoká biodiverzita) mají trvalé travní porosty v Polsku unikátní charakter (Kozłowski, Stypinski).

Změny v obhospodařování travních porostů v Evropě vedly v průběhu uplynulých čtyř desetiletí k ústupu mnoha druhů. Biodiverzita sice přispívá ke stabilitě krajiny a k uchování genotypů druhů, ale její zvyšování má často negativní vliv na ekonomiku. Předpokládá to souběžnou existenci různých typů travních porostů a různých systémů obhospodařování (Nösberger, Kessler). Obnova druhově pestrých porostů se málokdy obejde bez přisetí nových druhů (Hopkins, Feber). Existence a stabilita ekosystémů závisí do značné míry na

biodiverzitě, na niž je třeba pohlížet i z hlediska živočišné výroby, kde naopak není velká floristická diverzita žádoucí (Kostuch). Extenzifikace hospodaření na travních porostech (absence hnojení a omezení počtu sklizní) nevede k rychlým změnám ve floristické diverzitě a projevuje se především výrazným poklesem výnosu a krmné hodnoty píce (Jeangros, Bertola). Množství druhů lehce vzrostlo až po pěti letech.

Extenzifikací se nezlepšuje biodiverzita automaticky a její účinek (kladný i záporný) závisí na výchozím počtu druhů a na dosud málo prozkoumaných interakcích mezi půdou, rostlinami a zvířaty. Další (nutně interdisciplinární) výzkum musí studovat ekosystémy jako celek včetně mechanismu změn druhů (Fisher, Rahmann). Zvýšení hladiny podzemní vody nemělo vliv na rodovou diverzitu, nástup druhů byl limitován hustotou porostu a rozptylem semen. Velice účinné bylo odstranění drnu (do hloubky 10 cm), jehož nejdůležitějším důsledkem bylo otevření povrchu půdy na několik let. Podpořilo to klíčení semen z půdní zásoby, rychleji stoupla biodiverzita a objevily se dokonce druhy, které na daném stanovišti rostly před 50 lety (Oomes).

Vzájemné vztahy mezi travními porosty a prostředím jsou velice těsné a proměnlivé. Lze je hodnotit na třech úrovních komplexnosti: 1. jako obecné působení prostředí na travní biot, 2. jako vztah prostředí a travních ekosystémů a 3. jako vliv některých abiotických faktorů na populační strukturu a rostlinné pochody. Pokud jde o zachování kvalitního životního prostředí, je úloha travních porostů nezastupitelná (Rychnovská, Parente).

Produktivita porostů je v těsné vazbě s biodiverzitou. Je-li vodní režim nejdůležitějším faktorem, který přímo či nepřímo limituje produktivitu mnoha typů travních porostů, pak je určující i pro trvalé zachování diverzity (Verkaar a kol.). Pestřejší složení (nad 20 druhů na 100 m²) bylo zaznamenáno jen na půdách s nízkým obsahem výměnných živin v půdě (fosforu pod 5 mg P a draslíku pod 30 mg K na 100 g půdy). Nízký obsah fosforu navíc ovlivňuje mineralizaci organické hmoty, a tím i přístupnost dusíku (Peeters a kol.). Předpokladem pro druhovou pestrost je také pravidelná sklizeň. Přestanou-li se travní porosty obhospodařovat, počet druhů se snižuje (Szozkiewicz).

Sborník referátů je k dispozici u účastníků symposia.

*Ing. Josef Královec, CSc., ÚKZÚZ Brno
Ing. Magdalena Ševčíková, Oseva PRO, s. r. o., Zubří*

ÚČINOK ODRODY A MEDZIRIADKOVEJ VZDIALENOSTI NA ÚRODU SEMENA LÁSKAVCA (*AMARANTHUS* SSP.)

THE EFFECT OF VARIETY AND ROW SPACING ON SEED YIELD OF AMARANTH (*AMARANTHUS* SSP.)

P. Jamriška

Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

ABSTRACT: In field experiments on degraded chernozem, 167 m above sea level, with long-term annual temperature average of 9.1 °C and annual precipitation 625 mm (48° 34' N. W. and 17° 45' E. L.), the effects of six varieties and two row spacing (125 and 500 mm) on the seed yield, stand density and height, and 1000 seed weight (TSW) of amaranth have been studied. Three varieties, 1008, K-369 and Plainsman, were of *A. hypochondriacus* species and another three, 17-GUA, 29-USA and A-70, were of *A. cruentus* species. With the exception of TSW, weather conditions influenced evaluated characters the most. The greatest seed yield (3.48 t.ha⁻¹) was reached in 1994 and the lowest (1.33 t.ha⁻¹) in 1995 (Tab. I). Unfavourable weather conditions after emergence were the reason of this marked difference. While in 1994 amaranth reached the stand height of 300 mm in 32 days, in 1995 the period of 40 days was necessary to reach this height. Amaranth stand height of 300 mm indicates overcoming of critical period (Collective, 1984). Plainsman variety had the best yield (2.69 t.ha⁻¹), on the other hand, the lowest yield of (2.27 t.ha⁻¹) appeared in the K-369 variety. The yield of more productive varieties varied more, depending on weather conditions, than the yield of less productive varieties. The stands with narrower row spacing produced, on the average, higher yields than the stands with wider row spacing. It was significant in two of three experimental years. Weather conditions had the greatest effect on the stand density (Tab. II). Substantially thinner stand in 1996 caused unfavourable conditions at emergence. Immediately after the sowing, vigorous rain and then soil crusting appeared, in most days the temperature fell below 15 °C and up to 20th June it did not rain. 17-GUA and 29-USA had the stands with the highest density and Plainsman and K-369 stands with the lowest density. In two of three years the smaller row spacing resulted in higher density of the stand. In one (1995) of three years, there was no difference between varieties. In the year with the lowest stand density (1996), *A. cruentus* varieties had clearly denser stands than *A. hypochondriacus* varieties, what could indicate a higher tolerance to unfavourable conditions at the time of emergence. Amaranth reached the highest stand in the year with thinnest stand, the lowest one in the year with lowest yield (Tab. III). The best yielding Plainsman was, on the average, also the highest variety and, on the contrary, K-369 with lowest yield performance was the smallest one. Higher plants in the stands with wider row spacing were an obvious tendency almost with all the varieties and years, what could be regarded as manifestation of higher level of intraspecific competition in the rows. Tested varieties differed the most in stand height in the year with the greatest yield (1994). In the year with lowest plants (1995), only the Plainsman variety had higher stand than the rest, in the year with highest plants (1996), on the contrary, only K-369 variety had a lower stand as compared to the others. Variability of TSW was affected more by varieties than by weather conditions (Tab. IV). Row spacing in that case had no influence and, on the contrary, there was only one case of significant variety interaction with row spacing. With narrower rows, there were different relations between varieties than with wider row spacing. TSW of varieties 1008 and 29-USA varied, depending on the year, much less than TSW of 17-GUA variety. In all analyzed characters, there were more marked differences between *A. hypochondriacus* varieties than between *A. cruentus* varieties.

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

ABSTRAKT: V poľných pokusoch sa skúmal účinok šiestich odrôd láskavca a dvoch medziriadkových vzdialeností (125 a 500 mm). Okrem úrody semena sa hodnotili hustota a výška porastu a hmotnosť 1000 semien (HTS). Poveternostné podmienky boli s výnimkou HTS najväčším zdrojom variability analyzovaných znakov. Najvyššiu úrodu (2,69 t.ha⁻¹) a najvyšší a najrýchlejší porast mala odroda Plainsman. Najnižšiu úrodu (2,27 t.ha⁻¹) a najnižší a skor redší porast a semená s najnižšou HTS mala odroda K-369. Šírka medziriadkov pôsobila na všetky hodnotené ukazovatele okrem HTS. K preukaznej interakcii odrôd s medziriadkovou vzdialenosťou došlo len pri HTS. V interakcii odrôd s medziriadkami a rokmi pri vyššej úrovni úrod reagovali odrody Plainsman i 29-USA na 125mm vzdialenosť medzi riadkami zvýšením úrody. V priemernom hodnotení v dvoch z troch pokusných rokov spôsobili užšie medziriadky prírastok úrody semena. Hustota porastu bola najviac ovplyvňovaná teplotnými a vlhkosťnými podmienkami a štruktúrou pôdy pri vzhádzaní láskavca.

láskavec; druhy; odrody; medziriadková vzdialenosť; úroda semena; hustota a výška porastu; hmotnosť 1000 semien

ÚVOD

Pri pestovaní láskavca na semeno môže mať okrem druhu a odrody určitý význam aj medziriadková vzdialenosť. Väčšina odporúčaní z Ameriky (Kolektiv, 1984), popríklad zo západnej Európy (Wegerle, Zeller, 1995) uvádzajú 500 až 750 mm, poznatky zo strednej Európy (Lazany et al., 1988) však nevyklučujú ani užšie medziriadky. V našich predchádzajúcich pokusoch (Jamriška, 1990) bola jednoznačne výhodnejšia vzdialenosť 375 mm ako 750 mm. Z uvedených aspektov sme skúmali tri odrody *A. hypochondriacus* a tri odrody *A. cruentus* v 125 a 500 mm širokých medziriadkoch. Porast láskavca vysiaty so 125mm medziriadkovou vzdialenosťou by mohol s výnimkou burinových druhov láskavca vytvárať lepšie podmienky na konkurenciu proti burinám.

MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v kukuričnej výrobnjej oblasti s hlinitej černozei 167 m n. m. v Borovciach pri Piešťanoch (48° 34' s. š., 17° 45' v. d.). Pokusné stanovište má v priemere 9,1 °C teplotu a 625 mm zrážok za rok. Pokusné roky 1994, 1995 a 1996 boli teplotne mierne nad normálom (9,8, 9,7 a 9,2 °C) a zrážkami až na rok 1994 pod normálnou hodnotou (662, 522 a 521 mm). V rozhodujúcom vegetačnom období láskavca (5. až 9. mesiac) bol len rok 1995 zrážkami mierne pod normálom.

Vysievali sme tri odrody *A. hypochondriacus* (1008, K-369, Plainsman) a tri odrody *A. cruentus* (17-GUA, 29-USA, A-70). Osivo skúšaných odrôd pochádza z Rodale Center (USA), z INCAP (Guatemala) a z Research Centre for Agrobotany Tápisozele (Maďarsko).

Všetky sú odrodami zrnového typu so zlatožltou farbou semena, so žltou sfarbeným kvetenstvom, okrem K-369 a Plainsman, ktorých súkvetia majú skôr tmavočervenú farbu. Dátumy sejby boli 11. 5., 24. 5. a 24. 5.; zber: v roku 1994: 16. 8. – A-70, 19. 8. – 1008, 17-GUA, 29-USA, 22. 9. – K-369, 6. 10. – Plainsman; v roku 1995: 18. 9. – A-70, 25. 9. – 29-USA, 26. 9. – 1008, 17-GUA, 11. 10. – K-369, Plainsman; v roku 1996: 19. 9. – 17-GUA, 29-USA, A-70, 20. 9. – 1008, 2. 10. – K-369, 14. 10. – Plainsman. Vysievali sme 1,0 mil. klíčivých semien.ha⁻¹, pokus bol založený znáhodnením variantov v štyroch opakovaníach, zberová parcelka mala rozmery 4 x 1,5 m = 6 m². Po vzičení boli ručne vypleté buriny a varianty s 500 mm vzdialenými riadkami boli dvakrát okopávané. Pokus nebol hnojený nijakými hnojivami, po kompletnom vzičení boli porasty preriedené, resp. jednotené (okrem roku 1996) na hustotu 42 rastlín.m⁻². Prvé jednotenie sme robili po úplnom vzičení, druhé pri výške rastlín 100 až 150 mm. Počas vegetácie sme odstraňovali burinové druhy. Zber sme robili ručne odstrihnutím kvetenstva, ktoré sa po vysušení mlátilo na maloparcelkovej mláťačke. Hmotnosť semena bola vyčíslená po vyčistení, zvážená a prepočítaná na 10% obsah vlhkosti. Pred zberom sme odoberali vzorky na botanické rozbery, zisťovali výšku a počet zberaných rastlín na parcelke.

Údaje o úrodách, hustote, výške porastu a HTS boli spracované analýzou rozptylu a rozdiely vyhodnotené Tukeyovým testom.

VÝSLEDKY

Medzi priemernými úrodami semena z pokusných rokov boli vysokopreukazné rozdiely (tab. I). Najvyššia

I. Vplyv odrody a medziriadkovej vzdialenosti na úrodu semena láskavca (t.ha⁻¹) – The effect of variety and row spacing on seed yield of amaranth (t.ha⁻¹)

Rok ¹	Šírka medziriadkov ² (mm)	<i>A. hypochondriacus</i>				<i>A. cruentus</i>				<i>Amaranthus</i>
		1008	K-369	Plainsman	\bar{x}	17-GUA	29-USA	A-70	\bar{x}	\bar{x}
1994	125	3,28	3,63	4,93	3,95	3,71	3,98	3,05	3,58	3,77
	500	3,19	3,00	3,68	3,29	3,41	3,08	2,82	3,10	3,20
	\bar{x}	3,24	3,32	4,31	3,62	3,56	3,53	3,94	3,34	3,49
1995	125	1,45	1,55	1,74	1,58	1,39	1,18	1,37	1,31	1,45
	500	1,17	1,29	1,37	1,28	1,30	0,95	1,21	1,15	1,22
	\bar{x}	1,31	1,42	1,56	1,43	1,35	1,07	1,29	1,23	1,33
1996	125	2,62	2,13	2,12	2,29	3,06	2,77	3,02	2,95	2,62
	500	2,94	2,02	2,31	2,42	2,81	3,00	2,87	2,89	2,66
	\bar{x}	2,78	2,08	2,22	2,36	2,94	2,89	2,95	2,93	2,64
Priemer ³	125	2,45	2,44	2,93	2,61	2,72	2,64	2,48	2,61	2,61
	500	2,43	2,10	2,45	2,33	2,51	2,34	2,30	2,38	2,36
	\bar{x}	2,44	2,27	2,70	2,47	2,62	2,50	2,39	2,50	2,49

Hd p⁴-0,05; roky¹ – 0,13; odrody⁵ – 0,22; medziriadky² – 0,09; roky x odrody – 0,47; roky x medziriadky – 0,22; roky x odrody x medziriadky – 0,74

¹year, ²row spacing, ³average, ⁴SD, ⁵varieties

úroda bola v roku 1994 a najnižšia v roku 1995. Z odrôd bola najúrodnejšia Plainsman s 2,69 t.ha⁻¹, najnižšiu úrodu 2,27 t.ha⁻¹ poskytla zas K-369. Najúrodnejšej odrode sa vyrovnali len 17-GUA a 29-USA, naopak od najnižšej úrody sa štatisticky nelíšila úroda A-70. Porasty s užšou medziriadkovou vzdialenosťou boli úrodnejšie, interakcia odrôd s medziriadkovou vzdialenosťou bola nepreukazná. Vo významnej interakcii medzi rokmi a odrodami mali najnižšiu úrodu všetky odrody v roku 1995, najvyššiu s výnimkou A-70, poprípade 1008 v roku 1994. Obe uvedené odrody mali na rozdiel od ostatných štatisticky rovnocenné úrody v rokoch 1994 a 1996. Najvyššiu úrodu v rokoch 1994 a 1995 poskytla odroda Plainsman, najnižšiu úrodu v roku 1994 mala A-70 a v roku 1995 29-USA. V roku 1996 mali K-369 a Plainsman nižšiu úrodu ako všetky ostatné odrody.

V preukaznej interakcii rokov s medziriadkovou vzdialenosťou bola v prvých dvoch rokoch pri 125mm vzdialenosti vyššia úroda, v treťom roku (1966) nebolo v tomto smere rozdielov. Z významnej interakcie medzi ročníkmi, odrodami a šírkou medziriadkov vyplýva, že v užších medziriadkoch bola vyššia úroda len v roku 1994 a len pri odrodách Plainsman a 29-USA. V tomto roku na porastoch s užšími medziriadkami boli medzi odrodami výraznejšie rozdiely, v roku 1995 nebolo tak na úrovni 125 ako 500 mm rozdielov medzi odrodami. V roku 1996 boli zas na úrovni 500 mm odlišné relácie medzi odrodami ako na úrovni užších medziriadkov.

Hustota porastu bola v prvých dvoch rokoch výrazne vyššia ako v roku 1996 (tab. II). Odrody 17-GUA i 29-USA mali v priemere najhustejšie a odrody Plainsman i K-369 najredšie porasty. Porasty s užšími medziriadkami boli hustejšie ako porasty so širšími medziriadkami. Pokusné roky pôsobili rovnako na hustotu porastov odrôd 1008, 29-USA a A-70, kde hodnoty hustoty sa v prvých dvoch rokoch nelíšili a boli vyššie ako

v roku 1996. Poveternostné podmienky spôsobili preukazné rozdiely v hustote medzi rokmi pri odrodách K-369 a Plainsman s najvyššou hodnotou v roku 1995 a najnižšou v roku 1996. Významné rozdiely medzi rokmi boli aj pri odrode 17-GUA. V prvých dvoch rokoch boli hustejšie porasty s užšími medziriadkami, v treťom roku tu nebolo rozdielov. Na úrovni oboch vzdialeností boli v roku 1996 redšie porasty ako v predchádzajúcich rokoch.

V priemere narástol láskavec najvyššie v roku 1996, naopak najnižší bol v roku 1995 (tab. III). Z odrôd bola najvyššia Plainsman a najnižšia K-369. Porasty so širšími medziriadkami boli výkššie ako z užších medziriadkov. Vo významnej interakcii medzi rokmi a odrodami ročník výraznejšie ovplyvňoval výšku odrôd 1008, 17-GUA i A-70, ktoré narástli najvyššie v roku 1996 a najnižšie v roku 1995. Odrody K-369, Plainsman a 29-USA mali nižšie porasty v roku 1995 ako v roku 1994 alebo 1996. V roku 1994 narástli najvyššie Plainsman a 29-USA, najnižšia bola naopak K-369, odroda A-70 sa pritom významne odlišovala od uvedených hraničných hodnôt. V roku 1995 narástla najvyššie odroda Plainsman, preukazne viac ako všetky ostatné. V roku 1996 odroda K-369 mala zas nižší porast ako ostatné odrody.

Pokusné roky ovplyvňovali aj hmotnosť 1 000 semien HTS (tab. IV), v roku 1996 mal láskavec zreteľne ťažšie semená ako v ostatných dvoch rokoch. Výrazný rozptyl spôsobili odrody. Najvyššiu HTS mala A-70, najnižšiu K-369, šírka medziriadkov pritom nemala vplyv. Vo významnej interakcii medzi odrodami a šírkou medziriadkov neboli na úrovni jednotlivých odrôd rozdiely v závislosti od medziriadkovej vzdialenosti. Relácie medzi odrodami boli však pri 125 mm odlišné ako pri vzdialenosti 500 mm. V preukaznej interakcii pokusných rokov s odrodami reagovali na ročník štatisticky

II. Vplyv odrody a medziriadkovej vzdialenosti na hustotu porastu (počet rastlín.m⁻² zisťovaný pri zbere) – The effect of variety and row spacing on stand density (number of plants.m⁻² counted at harvest)

Rok ¹	Šírka medziriadkov ² (mm)	<i>A. hypochondriacus</i>				<i>A. cruentus</i>				<i>Amaranthus</i>
		1008	K-369	Plainsman	\bar{x}	17-GUA	29-USA	A-70	\bar{x}	\bar{x}
1994	125	45,3	30,7	31,95	35,98	51,25	43,15	48,95	47,78	41,88
	500	37,65	29,2	20,35	29,07	46,35	44,25	38,7	43,10	36,09
	\bar{x}	41,48	29,95	26,15	32,53	48,80	43,70	43,83	45,44	38,99
1995	125	45,18	43,63	45,18	44,66	39,93	51,9	43,00	44,94	44,80
	500	33,8	37,9	35,38	35,69	36,85	33,45	36,63	35,64	35,67
	\bar{x}	39,49	40,77	40,28	40,18	38,39	42,68	39,82	40,30	40,24
1996	125	11,75	8,18	8,65	9,53	20,85	21,48	19,93	20,75	15,14
	500	10,75	8,38	8,55	9,23	19,20	19,75	19,38	19,44	14,34
	\bar{x}	11,25	8,28	8,60	9,38	20,03	20,62	19,66	20,10	14,74
Priemer ³	125	34,08	27,50	28,59	30,06	37,34	38,84	37,29	37,82	33,94
	500	27,40	25,16	21,43	24,66	34,13	32,48	31,57	32,73	28,70
	\bar{x}	30,74	26,33	25,01	27,36	35,74	35,67	34,44	35,28	31,32

Hd p^{4-0,05}: roky¹ – 2,46; odrody⁵ – 4,27; medziriadky² – 1,67; roky x odrody – 9,06; roky x medziriadky – 4,24

For 1–5 see Tab. I

III. Vplyv odrody a medziriadkovej vzdialenosti na výšku porastu (m) – The effect of variety and row spacing on stand height (m)

Rok ¹	Šírka medziriadkov ² (mm)	<i>A. hypochondriacus</i>				<i>A. cruentus</i>				<i>Amaranthus</i>
		1008	K-369	Plainsman	\bar{x}	17-GUA	29-USA	A-70	\bar{x}	\bar{x}
1994	125	1.23	1.06	1.30	1.20	1.22	1.29	1.18	1.23	1.22
	500	1.31	1.11	1.35	1.26	1.25	1.35	1.25	1.28	1.27
	\bar{x}	1.27	1.09	1.33	1.23	1.24	1.32	1.22	1.26	1.25
1995	125	0.77	0.78	0.96	0.84	0.79	0.71	0.69	0.73	0.78
	500	0.84	0.82	1.02	0.89	0.86	0.76	0.83	0.82	0.86
	\bar{x}	0.81	0.80	0.99	0.87	0.83	0.74	0.76	0.78	0.82
1996	125	1.41	0.98	1.37	1.25	1.45	1.37	1.40	1.41	1.33
	500	1.42	1.01	1.39	1.27	1.44	1.36	1.43	1.41	1.34
	\bar{x}	1.42	1.00	1.38	1.27	1.45	1.37	1.42	1.41	1.34
Priemer ³	125	1.14	0.94	1.21	1.10	1.15	1.12	1.09	1.12	1.11
	500	1.19	0.98	1.25	1.14	1.18	1.16	1.17	1.17	1.16
	\bar{x}	1.17	0.96	1.23	1.12	1.17	1.14	1.13	1.15	1.14

Hd $p^{4-0.05}$: roky¹ – 0.03; odrody⁵ – 0.05; medziriadky² – 0.02; roky x odrody – 0.10

For 1–5 see Tab. I

IV. Vplyv odrody a medziriadkovej vzdialenosti na hmotnosť 1000 semien (g) – The effect of variety and row spacing on 1000 seed weight (g)

Rok ¹	Šírka medziriadkov ² (mm)	<i>A. hypochondriacus</i>				<i>A. cruentus</i>				<i>Amaranthus</i>
		1008	K-369	Plainsman	\bar{x}	17-GUA	29-USA	A-70	\bar{x}	\bar{x}
1994	125	0.738	0.568	0.703	0.670	0.787	0.774	0.779	0.780	0.725
	500	0.689	0.547	0.694	0.643	0.759	0.776	0.760	0.702	0.702
	\bar{x}	0.714	0.558	0.699	0.657	0.767	0.767	0.778	0.770	0.714
1995	125	0.694	0.597	0.754	0.682	0.712	0.696	0.765	0.724	0.703
	500	0.677	0.595	0.817	0.696	0.699	0.731	0.762	0.731	0.714
	\bar{x}	0.686	0.596	0.786	0.689	0.706	0.714	0.764	0.728	0.709
1996	125	0.761	0.629	0.756	0.715	0.820	0.778	0.846	0.815	0.765
	500	0.765	0.660	0.760	0.728	0.827	0.780	0.850	0.819	0.774
	\bar{x}	0.763	0.645	0.758	0.722	0.824	0.779	0.848	0.817	0.770
Priemer ³	125	0.731	0.598	0.738	0.689	0.773	0.749	0.797	0.773	0.731
	500	0.710	0.601	0.757	0.689	0.757	0.757	0.796	0.770	0.730
	\bar{x}	0.721	0.600	0.748	0.689	0.766	0.753	0.797	0.772	0.731

Hd $p^{4-0.05}$: roky¹ – 0.01; odrody⁵ – 0.017; odrody x medziriadky² – 0.028; roky x odrody – 0.37; roky x medziriadky – 0.017

For 1–5 see Tab. I

rovnako len odrody 1008 a A-70, najvyššou hodnotou v roku 1996, pričom medzi ostatnými dvoma rokmi nebol rozdiel. Odroda Plainsman mala väčšie semená v rokoch 1995 a 1996 ako v roku 1994, naopak 29-USA mala vyššiu HTS v rokoch 1994 a 1996 ako v roku 1995. Odrody K-369 i 17-GUA mali zas v každom z troch rokov významne odlišnú HTS, s tým, že obe mali najväčšie semená v roku 1996, avšak najmenšie mala prvá v roku 1994, zatiaľ čo druhá v roku 1995. Napriek skutočnosti, že v dvoch (1994 a 1996) z troch pokusných rokov mala A-70 najvyššiu a K-369 v každom roku najnižšiu HTS, relácie medzi odrodami sa v rokoch menili. Pokusné roky ovplyvňovali aj účinok medziriadkovej vzdialenosti. V roku 1994 bola pri 125mm vzdialenosti vyššia HTS ako pri 500 mm. V ostatných

rokoch neboli v tomto smere rozdiely. Pri menšej vzdialenosti boli medzi všetkými rokmi preukazné rozdiely, pri 500 mm širokých medziriadkoch bola v roku 1996 vyššia HTS oproti ostatným rokom.

DISKUSIA

Poveternostné podmienky boli okrem HTS najväčším zdrojom variability analyzovaných znakov. Najúrodnejší rok 1994 mal počas vegetácie láskavca najvyššiu sumu teplôt i najviac zrážok. V roku 1995 s najnižšou úrodou i najnižším porastom boli nepriaznivé podmienky po vzídení. Výšku 300 mm, ktorá sa považuje za prekonanie kritického obdobia (Kolektiv, 1984), dosiahol

lásokavec v tomto roku za 38 až 40 dní, zatiaľ čo v rokoch 1994 a 1996 mu na to stačilo 32 a 34 dní. Podobne začiatok kvitnutia bol v roku s najnižšou úrodou rozťahnutý do obdobia 10 dní, zatiaľ čo v rokoch 1994 a 1996 to bolo sústredené do obdobia 6, popri prípade 3 dní.

Pozoruhodná je v priemere vyššia úroda z porastov so 125mm medziriadkovou vzdialenosťou. V USA dosahujú najvyššie úrody obyčajne so širšími medziriadkami (Kolektív, 1984). Odporúčania zo západnej Európy (Schori, Fossati, 1990; Wegerle, Zeller, 1995) uvádzajú ako najvhodnejšie 500 až 700 mm vzdialené riadky. Poznatky z Maďarska (Lazanyi et al., 1988) a najmä z Bulharska (Delčev, 1991) však nevyučujú ani 125 mm. V našom prípade bola v dvoch z troch rokov vyššia úroda so 125mm vzdialenosťou medzi riadkami. V treťom roku nebolo v tomto smere rozdielov a navyše tu chýbala akákoľvek tendencia. S prihliadnutím na výrazne nižšiu a prakticky rovnakú úroveň hustoty porastu pri oboch vzdialenostiach 15,1, resp. 14,3 rastlín.m⁻², možno s veľkou pravdepodobnosťou predpokladať, že v tomto roku práve táto skutočnosť prispela k bezvýznamnosti účinku vzdialenosti medzi riadkami na úrodu semena. Pri nižších úrovniach hustoty porastu totiž nemá vzdialenosť medzi riadkami obyčajne vplyv na úrodu semena lásokavca (Henderson et al., 1993). Povšimnutiahodné je aj to, že v priemere dvojprvkovej interakcie nepreukazná relácia medzi odrodami a medziriadkovou vzdialenosťou sa stala významnou v trojprvkovej interakcii s rokmi. V roku 1994 mali odrody Plainsman a 29-USA vyššiu úrodu pri 125mm ako pri 500mm vzdialenosti. Z agronomického hľadiska je pozoruhodné, že ide o dve z troch najúrodnejších odrôd, zo štatistického hľadiska zas to, že nejde o smerovú odlišnosť, ale o zvýšenie intenzity pozitívneho účinku užších medziriadkov na úrodu.

Na hustotu porastu pôsobili najvýraznejšie poveternostné podmienky. Príčinou najredšieho porastu v roku 1996 boli zrejme podmienky vzhádzania. Bezprostredne po sebe prišiel prudký dážď, vytvoril sa silný prísušok, najmenej v štyroch dňoch klesla teplota pod 15 °C a prakticky do 20. júna potom nepršalo. Podmienky vzhádzania, vytvorené interakciou kvality prípravy pôdy a vlhkostnými a teplotnými pomermi, sú obyčajne pre lásokavec rozhodujúce. V tomto roku sme na rozdiel od rokov predchádzajúcich pritom porasty vôbec nejednotili. Účinok vzdialenosti medzi riadkami na hustotu porastu možno zrejme pripísať na vrub intrašpecifickej konkurencie (okrem iného to naznačuje aj rozdiel vo výške porastu), popri prípade je spôsobený nedostatkom pri jednotení rastlín. Zaujímavým poznatkom je, že odrody *A. cruentus* v dvoch z troch rokov mali hustejšie porasty ako odrody *A. hypochondriacus*. Tento poznatok najmä z podmienok v roku 1996 môže byť náznakom vyššej odolnosti proti horším podmienkam pri vzhádzaní. Relácie hustoty porastu s úrodou semena svedčia o tom, že lásokavec je plastickou plodinou (Jamriška, 1996). Optimálna hustota na dosiahnutie najvyššej úrody, udávaná v USA 32 až 36 rastlinami.m⁻² (Haas, 1983), bude zrejme variovať v závislosti od podmie-

nok i špecifik odrôd (Prokofjev, Borisova, 1989).

Na variabilite výšky porastu sa výrazne podieľali aj skúmané odrody. V priemere najúrodnejšia odroda mala najvyššiu a odroda s najnižšou úrodou najnižší porast. Prezentované hodnoty výšky porastu až na rok 1995 zodpovedajú ideotypu lásokavca pestovaného na semeno (Kauffman, 1992).

Premenlivosť HTS, na rozdiel od ostatných znakov, najvýraznejšie ovplyvňovali odrody. To naznačuje, že aj pri lásokavci je HTS podmienená odrodou. Poveternostné podmienky ovplyvňovali HTS pri odrode 17-GUA o poznanie viac ako pri 29-USA, popri prípade pri 1008. Skutočnosť, že vzdialenosť medzi riadkami nemala vplyv na hmotnosť semien, je výsledkom interakcie ročníkov s medziriadkami, v prvom roku s významne vyššou hodnotou pri 125mm vzdialenosti a v ostatných pokusoch bez významných rozdielov, ale so zreteľnou tendenciou vyššej hodnoty pri väčšej (500mm) vzdialenosti. Pri HTS ako jedinom z analyzovaných ukazovateľov došlo k preukaznej interakcii medzi odrodami a medziriadkovou vzdialenosťou. Medzi odrodami v rámci 125mm vzdialenosti mala odroda Plainsman horšie a 17-GUA lepšie postavenie ako v rámci 500mm vzdialenosti.

Možno povedať, že v analyzovaných znakoch boli medzi odrodami *A. hypochondriacus* výraznejšie rozdiely ako medzi odrodami *A. cruentus*. Najúrodnejšia odroda Plainsman mala najredší a najvyšší porast s HTS nad úrovňou priemeru. Odroda s najnižšou priemernou úrodou semena mala najnižší, redší porast s najnižšou HTS. Úrody výkonnejších odrôd boli viac závislé od poveternostných podmienok ako odrôd menej úrodných. Najmä z aspektu úrod sa ukazujú ako najvhodnejšie v daných podmienkach odrody Plainsman, 17-GUA, 29-USA, popri prípade 1008. Agronomicky využiteľný môže byť aj náznak vhodnosti na pestovanie v 125mm medziriadkoch pri odrodách Plainsman a 17-GUA, popri prípade väčšia odolnosť odrôd *A. cruentus* voči nepriaznivým podmienkam pri vzhádzaní.

LITERATÚRA

- DELČEV, L.: Vlivanie na mežduredovoto razstojanie i seitbenata norma vrchu dobita na furaži i semena pri kulturnja ščir. Rasten. Nauki, 28, 1991 (7-10): 52-56.
- HAAS, P. W.: Amaranth density report. Rodale Research Center Report No. RRC/NC-83. Emmaus, PA, Rodale Press 1983.
- HENDERSON, T. L. - SCHNEITER, A. A. - RIVELAND, N.: Row spacing and population effects on yield of grain amaranth in North Dakota. New Crops. New York, John Wiley and Sons Inc. 1993: 219-221.
- JAMRIŠKA, P.: Účinok organizácie porastu na úrodu lásokavca (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 889-896.
- JAMRIŠKA, P.: Vplyv odrôd na úrodu semena lásokavca (*Amaranthus* spp.). Rostl. Výr., 42, 1996 (3): 109-114.
- KAUFFMAN, CH. S.: Realizing the potential of grain amaranth. Fd Rev. Int., 8, 1992 (1): 5-2.

KOLEKTÍV: Amaranth, modern prospects for ancient crop. Washington, D. C. National Acad. Press 1984.
LAZANYI, J. et al.: Hodnocení produkce biomasy a semene laskavce v suchých oblastech Velké maďarské nížiny. Mezdin. zeměd. Čas., 32, 1988 (5): 55–59.
PROKOFJEV, A. B. – BORISOVA, G. N.: Morfologičeskije osobnosti *Amaranthus cruentus* L. pri različnoj gustote poseva. Itog. Konf. molod. Uč. Spec. Kazaň, 1989: 7–8.

SCHORI, A. – FOSSATI, A.: L'amarante a deux visages: une plante a combattre ou a utiliser? Rev. Suis. Agric., 22, 1990 (2): 93–100.
WEGERLE, N. – ZELLER, F. J.: Körner – Amaranth (*Amaranthus* ssp.). Anbau, Züchtung und Wertigenschaften einer alten Indio-Pflanze. J. Agron. Crop Sci., 174, 1995: 63–72.

Došlo 21. 4. 1997

Kontaktná adresa:

Ing. Pavel Jamriška, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika, tel.: 00421 838/72 23 11, fax: 00421 838/72 63 06

VALIDATION OF EPIC MODEL IN PREDICTION OF CROP YIELDS AT NITRA LOCATION

OVERENIE MODELU EPIC PRE PREDIKCIU ÚROD POLNOHOSPODÁRSKÝCH PLODÍN V LOKALITE NITRA

M. Lacko-Bartošová, Š. Košován

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: As the first step to the EPIC model validation, the data collected on field experiment during the period 1991 to 1995, were compared with the simulated values obtained by the EPIC model. Simulations were conducted for five-year rotations providing initial conditions on the first year without reinitializing soil variables in later years of rotation. Data available allowed only a partial description of the system under study. Because of lack of data, calibration of crop parameters was restricted to total heat units, in order to set the proper length of the biological cycle for each crop. The underestimated simulated yields of sugar beet, winter wheat and spring barley were affected by water stress (low rainfall). The discrepancies between predicted and measured data suggest that the default values of EPIC parameters are not fully adequate for conditions under study. For better evaluation of model capability to simulate cropping systems in the conditions under study it is necessary to measure and estimate more model input parameters.

EPIC; crop yield simulation; model validation

ABSTRAKT: Poľný pokus bol realizovaný na pokusnej báze AF SPU v Nitre, lokalita Dolná Malanta. Pre porovnanie boli použité výsledky pokusov za roky 1991 až 1995. Bol skúmaný osemročný oševný postup: lucerna – lucerna – ozimná pšenica – cukrová repa – jarný jačmeň – hrach siaty – kukurica zrnová – jarný jačmeň. Každá časť oševného postupu bola siata každý rok v náhodných blokoch v štyroch opakovaníach. Do roku 1993 boli priemyselne hnojivá aplikované na báze diagnostických metód. V rokoch 1994 až 1995 k nim bol priradený aj nehnojovaný variant. Proti burinám, chorobám a škodcom sa aplikovala chemická ochrana. Meteorologické dáta boli získané z meteorologickej stanice SPU Nitra. Dostupné dáta umožňujú iba čiastočné naplnenie vstupných parametrov modelu. Podhodnotenie simulovanej úrody cukrovej repy bolo spôsobené vodným stresom (nízke zrážky). Podhodnotenie simulovaných úrod ozimnej pšenice a jarného jačmeňa bolo zapríčinené vodným a tepelným stresom, pričom pri jarnom jačmeni spolupôsobil aj dusíkatý stres (obr. 1). Neprijateľné výsledky boli dosiahnuté pri simulácii úrod kukurice, ozimnej pšenice a jarného jačmeňa v roku 1995 pri nehnojovom variante, zapríčinené dusíkatým stresom. Rozdiely medzi simulovanými a aktuálnymi dátami boli spôsobené neprimeranými hodnotami parametrov EPIC, ktoré nie sú adekvátne daným podmienkam. Pre lepšiu verifikáciu modelu EPIC na simuláciu pestovateľských systémov treba nameriť a získať viac vstupných hodnôt pre úpravu parametrov modelu.

EPIC; simulácia úrod plodín; verifikácia modelu

INTRODUCTION

Agriculture is commonly considered as one of the most important non-point source of ground water pollution in Slovakia. These environmental impacts of agricultural systems and focusing attention to the sustainability require tools to evaluate cropping systems scenarios. Computer simulation models in agricultural research are the only available tool to test the effect of management strategies, which would otherwise require considerable resources and time in the experiment. They become an important and irreplaceable tool of science, research and knowledge. A model substitutes a real system, which reflects or reproduces the object of research (original) on certain level of knowledge (Dubníčka, 1995). In the computer simulation, mainly mathematical models are used.

One of frequently used models in agricultural studies is EPIC model (The Erosion-Productivity Impact Calculator, Williams et al., 1984), which was developed to assess the effect of soil erosion on soil productivity. Models must be evaluated in each specific environment before using them in simulation studies. Some EPIC evaluation was done (Cabelquenne, Quinones, 1988), where results showed that model EPIC can be improved in order to simulate agrophysiological processes correctly and to simulate cropping systems (Cabelquenne et al., 1990).

As a first approach to model validation, the data collected on an on-going cropping system experiment were compared with simulated values obtained by the EPIC model.

MATERIAL AND METHODS

The model

The EPIC model, version 3090, is a dynamic, multi-year, multi-crop and daily time step simulation model which can be used to determine the effect of management strategies on the agricultural production and soil water resources. Major components in EPIC are weather simulation, hydrology, erosion-sedimentation, nutrient cycling, pesticide fate, plant growth, soil temperature, tillage, economics, and plant environmental control (Williams et al., 1994). The basic equations of each component are given in the model documentation (Williams et al., 1994). The main input data include general part, weather, soil and management-tillage data. Details and more information about inputs and outputs are given in the user's manual (Williams et al., 1990).

Field experiment

The experiment was laid out at the research station of Dolná Malanta (Nitra, Slovakia). The data used refer to the years 1991 to 1995. The rotation studied is eight years' rotation, alfalfa – alfalfa – winter wheat – sugar beet – spring barley – common pea – maize – spring barley. The experiment consists of eight blocks, with four replicates. Each phase of the rotation was sown every year (Tab. I). Crop varieties or hybrids were the

tion. The air humidity and windspeed data were available only in the form of monthly average values. Soil input parameters were estimated by measurement on site for each layer except the soil water content. For initial input of soil water content, on 1st January, the value of field capacity was used. The location of Dolná Malanta is characterized, with respect to dryland agriculture, by the amount of average yearly rainfall 533 mm and by the value of average monthly windspeed 4.8 m/s. In these conditions, the proper estimate of both potential evapotranspiration and water use by the crops is extremely critical to simulate the water budget. Data available allowed only a partial description of the system under study. Nonetheless, the data available were the only ones to make a first approach to cropping system simulation by EPIC, looking mostly at the model capability to estimate adequately year-to-year variability of grain yields.

Model adaptation

The EPIC model, version 3090, was used to simulate the cropping systems during the years 1991 to 1995, without reinitializing soil variables. The model validation did not deal with simulation of isolated crop during one season but with simulation of different crop rotations during five years. Eight simulations of different cropping systems (rotations) were run, first time with fertilization and then with no fertilization treatment.

I. Survey of crop rotations

Plot	Year				
	1991	1992	1993	1994*	1995*
1	sugar beet	spring barley	winter wheat	maize for corn	maize for silage
2	winter wheat	maize for corn	spring barley	common pea	winter wheat
3	maize for corn	spring barley	alfalfa	alfalfa	alfalfa
4	spring barley	alfalfa	alfalfa	winter wheat	sugar beet
5	alfalfa	alfalfa	winter wheat	sugar beet	spring barley
6	alfalfa	winter wheat	sugar beet	spring barley	common pea
7	winter wheat	sugar beet	spring barley	maize for corn	winter wheat
8	spring barley	winter wheat	maize for corn	winter wheat	maize for corn

* years, where no fertilization was applied

same for the whole experiment. The actual yield of crop and above ground biomass (maize) at standard humidity was recalculated to the dry matter. Each phase of the rotation was sown every year in a randomized block design with four replicates. Fertilizers were applied in the amounts per 1 ha commonly used in the area until 1993. No fertilization treatment was applied in the years 1994 to 1995. Weeds and pests were controlled by pesticides. Daily meteorological data of solar radiation, rainfall, maximum and minimum temperature were collected at the local university weather sta-

The simulation of rotations started on January 1st, 1991 or January 1st, 1990 when winter wheat was the first crop of rotation and ended on December 31st, 1995. Calibration of crop parameters, because of lack of data (e.g., leaf area index, biomass, etc.), was restricted to total heat units, in order to set the proper length of the biological cycle for each crop. Weather, soil, management and initialization parameters were input to model as observed data in the experiment. Model simulation was evaluated quantitatively using scatter plots of predicted yields versus measured yields. Because the origi-

nal EPIC crop-data does not contain sugar beet data, data created by M. Donatelli and E. Ceotto (Modena, ISA, Italy) were used in this work.

RESULTS AND DISCUSSION

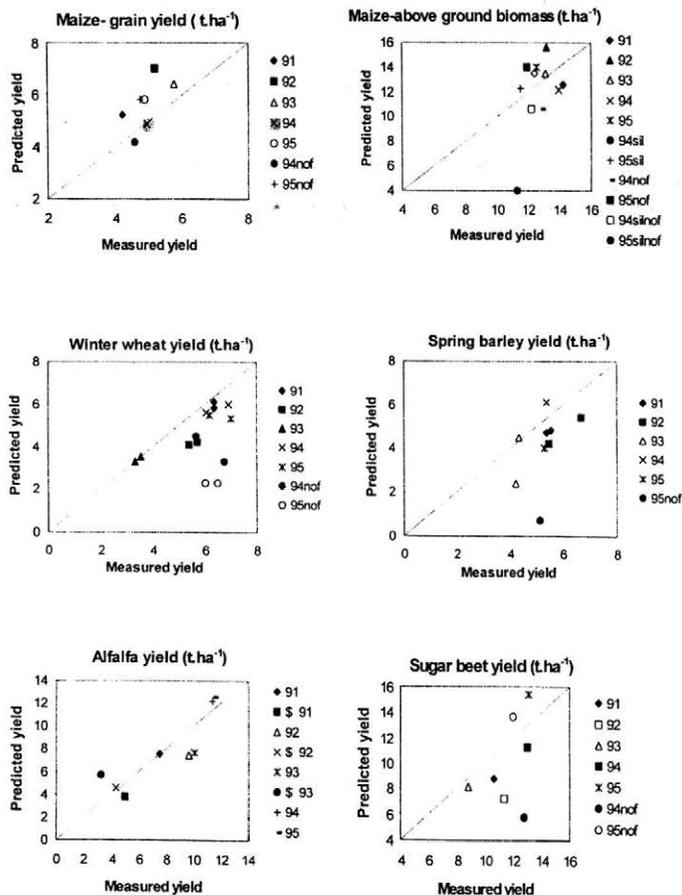
The relationships between measured crop yields from experiment and the results of the multi-year simulations are summarised in Fig. 1. For maize-crop the both, the grain yield data and also the above ground biomass were simulated. The results of the yield estimations of maize were good without any water stress in the case of maize for grain and also maize for silage. In the literature, there are good experience with maize simulation by EPIC. According to Spallaci et al. (1994) the EPIC model simulated adequately both, maize crop growth and soil water content variations. Also Cabellguenne, Quinones (1988) used maize for EPIC validation. They focused their attention to maize to study the model's ability to simulate the ef-

fects of drought stress during particularly sensitive growth phases on grain yield.

In the case of sugar beet, the simulated yields were lower due to water stress (low rainfall).

Also the simulated yields of winter wheat and spring barley were underestimated. Winter wheat yields were affected by water and temperature stress. The underestimated yields of spring barley simulated by EPIC model were affected by water and temperature stress together with nitrogen stress.

The influence and interactions of forecrop were important in the simulation of two different forecrops. For example, on the different plots in 1993 the two different forecrops (Tab. I) affected the yield of spring barley (Fig. 1). The well predicted yield of spring barley was achieved after maize as a forecrop, no stress was recorded in maize. In the case of sugar beet as a forecrop the simulated yield of spring barley was remarkably lower. The reason for this was probably an overestimated water stress in the spring barley. Effects of water



1. Predicted versus measured yield data (t ha⁻¹) for crops grown in the rotation

nof – no fertilization
\$ – first year of alfalfa
sil – maize for silage

stress are difficult to separate from the effect of nitrogen stress (Cabelguenne, Quinones, 1988).

Differences between simulated and experimental values were found in maize, winter wheat and spring barley yields in the year 1995 for unfertilized plots due to nitrogen stress. The discrepancies between predicted and measured data suggest that the default values of EPIC parameters are not fully adequate for the conditions under study. Improvement of model input parameters is needed to reach better results of the simulated and measured values. It must be pointed out that the simulated values showed often an overestimation of water stress, whereas some validation studies conducted in different areas of Europe showed that EPIC tends to underestimate these values (Cabelguenne, 1988).

REFERENCES

CABELGUENNE, M.: Water management and irrigation using a simulation model: improvements for soybean and sunflower. EEC Workshop: Management of water resources in crops and in alternative production systems. Brussel, 24/25th November, 1988.

CABELGUENNE, M. – QUINONES, H.: Contribution a l'étude des rotations culturales: tentative d'utilisation d'un modèle. *Agronomie*, 8, 1988 (6): 549–566.

CABELGUENNE, M. – QUINONES, H. et al.: Using the EPIC model in the study of cropping systems. I. Comparison of measured and simulated data of five crops managed at different input levels. *Agric. Met.*, 120, 1990: 138–147.

DUBNÍČKA, J.: Modely a modelovanie vo vedeckom poznaní. In: Zbor. Ref. Ved. Semin. o produkčnej ekológii, Nitra, VŠP 1995: 8–13.

SPALLACI, P. – CEOTTO, E. – DONATELLI, M.: EPIC and CropSyst evaluation in predicting corn growth, and soil water and nitrate content at two levels of N fertilization. Proc. 3rd ESA Congr. Abano/Padova, 1994: 412–413.

WILLIAMS, J. R.: The EPIC model. U.S. Dept. Agric. ARS/SWRL, 1994. 114 pp.

WILLIAMS, J. R. et al.: EPIC-erosion/productivity impact calculator. 2. User manual, U.S. Dept. Agric. ARS/SWRL, 1990. 127 pp.

WILLIAMS, J. R. et al.: *Transact. ASAE*, 27, 1984, 1994 (1): 129–144.

Received on June 26, 1996

Contact Address:

Doc. Ing. Magdaléna Lacko-Bartošová, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421 87/601, fax: 00421 87/41 14 51

SUGAR METABOLISM OF WINTER WHEAT CULTIVARS STRESSED BY CEREAL APHIDS

METABOLISMUS CUKRŮ ODRŮD OZIMÉ PŠENICE INFESTOVANÉ OBILNÍMI MŠICEMI

H. Havlíčková¹, J. Moravcová²

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

²Institute of Chemical Technology, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The sugar metabolism of five winter wheat cultivars (Hana, Regina, Sparta, Viginta and Zdar) infested by the cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) was assessed during two vegetative seasons. Plants growing under greenhouse conditions were separately infested by *M. dirhodum* and *R. padi* at the end of the booting stage, while infestation of ears by *S. avenae* was carried out at the beginning of anthesis. In both leaves and ears infested by aphids cultivar and aphid dependent changes in the metabolism of water soluble carbohydrates (WSC) were determined. In infested plant tissues the WSC content positively correlated with the level of cultivar infestation by *M. dirhodum* and negatively with *R. padi* densities on leaves and *S. avenae* numbers in ears. Feeding of *M. dirhodum* increased the WSC content in the leaves of all cultivars. Cultivar infestation exceeding 265 individuals of *R. padi* on the leaves per tiller and 100 individuals of *S. avenae* per ear led to a decrease in WSC content in analysed plant tissues as compared to uninfested ones. Three main sugars, sucrose, glucose and fructose were detected in the leaves and ears of both uninfested and infested plants. The proportion of sucrose in the WSC content of all cultivars was lower and that of glucose higher in infested plant parts as compared to uninfested ones. The proportion of fructose varied. The changes in sugar metabolism of aphid infested wheat plants are discussed in relation to the physiology and biochemistry of plants growing under biotic and abiotic stress conditions.

winter wheat cultivars; cereal aphids; *Metopolophium dirhodum*; *Rhopalosiphum padi*; *Sitobion avenae*; water soluble carbohydrates

ABSTRAKT: Na pěti odrůdách ozimé pšenice (Hana, Regina, Sparta, Viginta a Zdar) byl po dvě vegetační období sledován vliv mšic *Metopolophium dirhodum* (Wlk.), *Rhopalosiphum padi* (L.) a *Sitobion avenae* (F.) na metabolismus cukrů v rostlinách. Rostliny pěstované ve skleníku byly na konci fáze sloupkování odděleně infestovány mšicemi *M. dirhodum* a *R. padi* v počtu pět bezkřídlých samic na odnož. Infestace klasů mšicí *S. avenae* byla provedena na počátku fáze kvetení rostlin v poměru pět samic na klas. Desetidenní infestace mšicemi způsobila změny v obsahu ve vodě rozpustných cukrů (WSC) v analyzovaných částech rostlin, lišící se v závislosti na odrůdě pšenice a druhu mšice. Změny v obsahu WSC v pletivech infestovaných rostlin vůči neinfestované kontrole byly ve vztahu pozitivní korelace s hmotností sušiny *M. dirhodum* na listech a negativní korelace s hmotností sušiny *R. padi* na listech a *S. avenae* v klasech testovaných odrůd. Napadení mšicí *M. dirhodum* způsobilo u všech odrůd zvýšení obsahu WSC v listech. U odrůd Hana a Sparta, s průměrným počtem *R. padi* na listech jedné odnože vyšším než 265 jedinců, a u odrůd Hana, Viginta a Zdar, s vyšší četností *S. avenae* než 100 jedinců v klase, byla hladina WSC v infestovaných částech rostlin oproti kontrole snížena. V listech a klasech infestovaných i neinfestovaných rostlin všech odrůd byly detekovány tři hlavní cukry, sacharóza, glukóza a fruktóza. U všech odrůd byl podíl sacharózy v obsahu WSC nižší a glukózy vyšší v infestovaných než v neinfestovaných částech rostlin. Podíl fruktózy kolísal. Změny v metabolismu cukrů způsobené obilními mšicemi v rostlinách pšenice jsou diskutovány ve vztahu k fyziologickým a biochemickým procesům v rostlinách vystavených biotickým a abiotickým stresům.

odrůdy ozimé pšenice; obilní mšice; *Metopolophium dirhodum*; *Rhopalosiphum padi*; *Sitobion avenae*; ve vodě rozpustné cukry

INTRODUCTION

The growth and yield of cereals depend on accumulation and reallocation of N and water soluble carbohydrates (WSC). Content of WSC is influenced by ma-

ny factors involving pest and disease incidence (Do-odson et al., 1965; Ellen, Langerak, 1987). Cereal aphids are important winter wheat pests influencing growth, physiology and biochemistry of their hosts. Aphid feeding on plants and their excreta lead to

an acceleration of senescence of plants tissues (Rabbinge et al., 1983). Infestation of ears causes a decrease in the yield and quality of the seeds (Lee et al., 1981) and enzymatic changes in developing seeds (Havlíčková, Sýkorová, 1994). As shown in our previous studies (Havlíčková, 1995), infestation of wheat plants by *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) resulted in significant changes, in the metabolism of free amino acids of flag leaves.

Less information concerning the influence of cereal aphids on the metabolism of simple sugars are available. These compounds play an important role in the synthesis of reserve carbohydrates in the later phases of wheat development (Kühbauch, Thome, 1989) when plants are extremely sensitive to aphid feeding (Holt et al., 1984). The aim of this work was the evaluation of the effect of three cereal aphid species differing in their demands and injurious effects on the hosts (Vereijken, 1979; Kröber, Carl, 1991) on the sugar metabolism of five winter wheat cultivars during anthesis and at the beginning of seed formation.

MATERIAL AND METHODS

Plant material and infestation by aphids

Five winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) of Czechoslovak origin, Hana, Regina, Sparta, Viginta and Zdar, were used in our experiments. Plants of all cultivars were transferred from the field into Mitcherlich pots at the shooting stage (seven habitually similar plants per pot) and cultivated in a greenhouse. In four pots the plants of all cultivars were separately infested by the aphids *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) (MD) and *Rhopalosiphum padi* (L.) (RP), at the end of booting (49 GS), using five apterae females per tiller. Infestation by *S. avenae* (F.) (SA) was carried out at the beginning of anthesis. 12 similar ears of each cultivar were infested by five apterae females per ear. Uninfested plants (ears) showing similar habit as the infested ones served as controls. Both infested and uninfested plants (ears) were covered by nylon bags. Ten days later, the aphids were removed and killed by chloroform vapour for evaluation of dry mass production and counting. The leaves and ears of infested and uninfested plants were cut off, weighted and analysed for the content of water soluble sugars (WSC). Adequate amounts of fresh material from uninfested and infested plants were dried for dry matter determination. The experiment was repeated twice during two vegetative seasons.

Analysis of water soluble sugars (WSC)

Samples for the analysis of WSC were prepared from washed fresh leaves and ears of both infested and uninfested plants (Havlíčková, 1986). Water so-

luble sugars, represented by sucrose, glucose and fructose, were determined by ligand-exchange chromatography on a strong cation exchanger. The solid ethanolic extract was diluted with water (0.5 ml) containing ribose (4 mg/ml) as an internal standard. The mixture was then passed through a cellulose microfilter (2 µl, Sartorius, Germany) and the clear filtrate (0.5 µl) was directly introduced on the column. A glass jacket column (25 cm x 6 mm I. D.) packed with OSTION LGKS 0802 strong cation exchanger (H⁺ form, Spolek pro chemickou a hutní výrobu, Ústí nad Labem, Czech Republic) in the Na⁺ form was thermostated at 53 °C. The flow rate of deionized water was maintained at 6 ml/h by means of a Beckman 100 A pump, and analysis was monitored with an IR detector Optilab 5902 (Tecator, Sweden) interfaced to a TZ 4200 recorder (Laboratorní přístroje, Praha, Czech Republic). Capacity factors of 0.33, 0.55, 0.69 and 1.00 were obtained for sucrose, glucose, fructose and ribose, respectively. The peak heights were taken into the computation. The reproducibility of HPLC was expressed by the relative standard deviation *RSD* for ten replicate analyses of an ear sample according to the following formula:

$$RSD = \frac{100}{x_{av}} \left[\frac{\sum (x_i - x_{av})^2}{n} \right]^{1/2}$$

where: x_{av} – average saccharide concentration
 x_i – saccharide concentration
 $n = 10$

The respective *RSD* values for sucrose, glucose and fructose were 1.94, 3.97 and 3.32%. The concentrations of saccharides are given in mg per g of fresh weight (FW).

RESULTS

The average aphid numbers per tiller/ear at the end of infestation differed in individual cultivars but the results obtained in the single years were similar (Tab. I). The highest MD density per tiller was shown by Zdar, the lowest one by Regina. During infestation RP produced the highest number of individuals from all aphid species tested the highest infestation being found on Sparta. High numbers of SA were counted on ears of Zdar, Hana and Viginta while infestation of Sparta and Regina by this aphid species was low in both years (Tab. I).

MD feeding decreased the water content in leaves of Viginta, Sparta and Hana (about 6 to 8% compared to the control). The water content of leaves infested by RP decreased only in Viginta (about 4% compared to the control). No changes in the water content of SA infested ears were observed.

In all cultivars the total WSC content of the analysed parts was higher in 1994 than in 1995 and higher in ears than in leaves in both years (Tab. II). Individual cultivars showed a different WSC concentration. The

I. Average number of *M. dirhodum* (MD) and *R. padi* (RP) per tiller and of *S. avenae* (SA) per ear on winter wheat cultivars 10 days after artificial infestation of the plants / ears by aphids; 21 tillers and 12 ears from every cultivar were evaluated each year

Cultivar	Year					
	1994			1995		
	MD	RP	SA	MD	RP	SA
Hana	156.9	270.0	106.7	195.7	269.1	103.0
Regina	107.5	244.8	81.8	128.4	244.8	87.2
Sparta	139.8	280.5	79.1	138.7	277.6	82.7
Viginta	149.5	241.8	100.7	149.5	238.8	101.8
Zdar	172.0	265.7	115.7	210.7	262.1	115.3

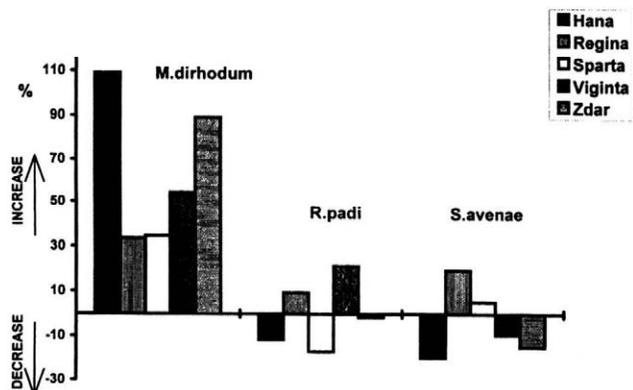
II. Total WSC in leaves and ears of uninfested plants of winter wheat cultivars (mg/FW); average values from eight repetitions, four repetitions in each experimental year

Cultivar	Year							
	1994				1995			
	leaves		ears		leaves		ears	
	<i>x</i>	<i>SD</i>	<i>x</i>	<i>SD</i>	<i>x</i>	<i>SD</i>	<i>x</i>	<i>SD</i>
Hana	5.7 ± 0.43		22.6 ± 0.71		4.3 ± 0.40		± 1.75	
Regina	4.7 ± 0.44		21.1 ± 1.31		3.3 ± 0.28		10.5 ± 1.26	
Sparta	8.2 ± 0.81		13.7 ± 0.52		6.3 ± 0.45		10.0 ± 0.28	
Viginta	3.0 ± 0.26		21.0 ± 0.81		4.6 ± 0.51		13.0 ± 1.00	
Zdar	3.9 ± 0.21		21.6 ± 1.22		3.8 ± 0.42		10.4 ± 1.21	

highest one was found in the leaves of Sparta, the lowest one in the ears of this cultivar. In the ears the highest level was shown by Hana which also exhibited a relatively high WSC concentration in the leaves (Tab. II).

Since the absolute concentration of WSC differed in both years, the relative values (uninfested plants = 100%) were used for the evaluation of aphid influence on sugar metabolism. According to this criterion the aphids brought about similar changes in the WSC content in both years. However, the effect of single species showed considerable differences in this respect. MD infestation resulted in an extreme increase in the WSC

content of the leaves in all cultivars, while the effect of RP and SA was smaller and rather cultivar dependent (Fig. 1). Infestation by RP exceeding 265 individuals on leaves per tiller reduced the WSC content in leaves of Hana and Sparta, while lower infestation not exceeding 245 individuals per tiller increased the WSC content in leaves of Regina and Viginta (Fig. 1). More than 100 individuals of SA per ear in Hana, Viginta and Zdar resulted in WSC decrease in ears, while lower SA densities (80 to 90 individuals per ear) led to an increase in the WSC level in ears of Regina and partly in Sparta (Tab. I, Fig. 1).



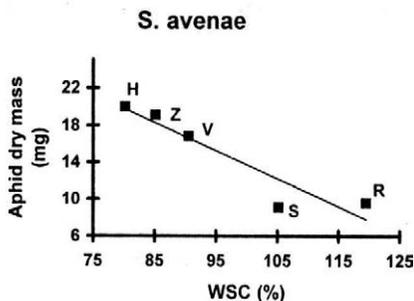
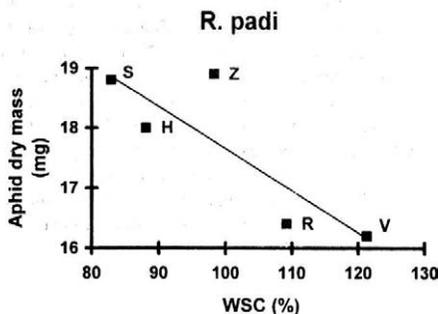
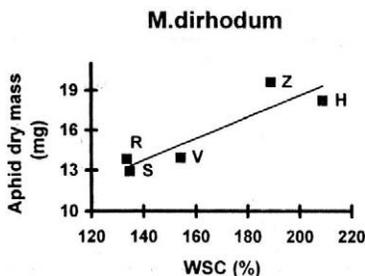
1. Relative WSC content in leaves of plants of winter wheat cultivars infested by *M. dirhodum* and *R. padi* and in ears infested by *S. avenae* (uninfested plant parts = 100%); average values from eight repetitions

When comparing the relative changes in WSC content caused by aphid feeding with the average dry mass production of aphids per tiller in individual cultivars a significant positive correlation ($P < 0.01$) between WSC content in the leaves and the level of infestation by MD was found (Fig. 2). In the leaves of cultivars attacked with RP the WSC content decreased with the degree of cultivar infestation by aphids ($P < 0.05$, Fig. 2). A significant negative correlation ($P < 0.01$) was determined between the amount of SA dry mass and the level of WSC in infested ears of the cultivars tested (Fig. 2).

Three main sugars, sucrose, glucose and fructose were present in all samples. Their proportion in the

total WSC content of the analysed plant parts was similar in both experimental years but differed in the single cultivars (Tab. III). Sucrose was the dominant sugar in both leaves and ears of uninfested plants of all cultivars. It formed more than 70% of the WSC content in the leaves and more than 50% in the ears. Infestation by all three aphid species led to a decrease in the sucrose content in all cultivars and, except the ears of Regina, to an increase in glucose level. The proportions of fructose mostly varied independently of the cultivar and aphid species.

The largest changes in the proportions of the individual sugars (IS) were observed in the leaves of plants



2. Correlations between relative WSC content in leaves and ears of winter wheat cultivars and dry mass production of *M. dirhodum* and *R. padi* on the leaves per tiller and *S. avenae* per ear 10 days after artificial infestation of plants / ears by aphids (WSC content in uninfested plant parts = 100%); average values from eight repetitions (H = Hana, R = Regina, S = Sparta, V = Viginta, Z = Zdar)

III. Proportions of individual sugars in total WSC in leaves and ears of uninfested winter wheat cultivars; average values from eight repetitions, four repetitions in every experimental year (SUC – sucrose, GLU – glucose, FRU – fructose)

Cultivar	Leaves			Ears		
	SUC	GLU	FRU	SUC	GLU	FRU
Hana	79.0	7.6	13.4	55.4	21.7	22.9
Regina	68.7	10.5	20.8	56.3	21.6	22.1
Sparta	81.6	10.9	7.5	64.8	16.7	18.5
Viginta	83.0	8.1	8.9	54.6	22.1	22.3
Zdar	66.6	11.9	21.5	57.8	15.3	26.9

infested by MD. Feeding of this aphid species mostly resulted in a decrease in the sucrose proportion of the WSC content amounting to more than 10%. With the exception of Hana and Zdar the absolute concentration of sucrose also did not exceed that of uninfested leaves in this case, in spite of the marked increase in total WSC content exhibited by the aphid infested leaves. RP infestation affected the IS proportion in the WSC content in Regina, Viginta and Zdar, while in Hana and Sparta they remained rather constant. The changes in the IS proportions caused by SA feeding on ears did not exceed 7% as compared to uninfested ears and were low except in Hana and Zdar (Fig. 3).

DISCUSSION

Artificial infestation of five winter wheat cultivars by three aphid species showed cultivar and aphid dependent changes in sugar metabolism of the infested plant parts. MD feeding resulted in a rise of the WSC concentration in the leaves. Similar results were obtained in wheat plants infested by Hessian fly (Refai et al., 1955), in wheat seedlings after infestation by RP (Havlíčková, 1986) and in asparagus plants following short term infestation by the aphids *Brachyco-rynella asparagi* (Mordvilko) and *Myzus persicae* (Sulzer) (Leszczynski et al., 1986). The increase in the WSC content, as well as the rise of the free amino acid levels in MD infested flag leaves as determined in previous experiments (Havlíčková, 1995) linked with water loss could be interpreted as a defence against water stress by the production of osmotically active substances (Kameli, Lösel, 1996). However, accumulation of carbohydrates in leaves of plants infested by MD can bring about a negative feed-back effect on photosynthesis (Veen, 1985) resulting in yield reduction (Holt et al., 1984).

On the other hand high aphid densities exceeding 265 RP individuals in the leaves of one tiller and 100 SA individuals per ear, respectively, led to a reduction of the WSC content in the infested plant parts. A decrease in WSC concentration is typical of plants growing under stress conditions including diseases (Scholes et al., 1994) and pests (Leszczynski et al., 1986; Hopkins et al., 1995). A decrease in the WSC con-

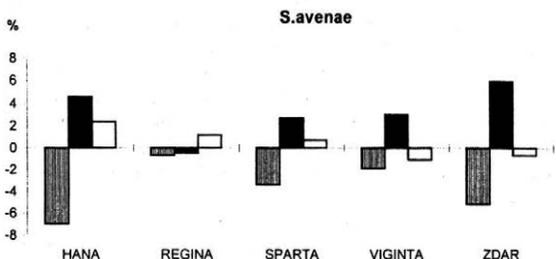
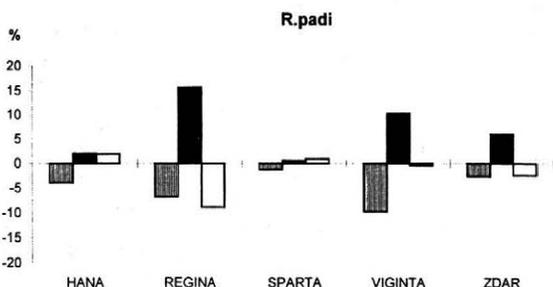
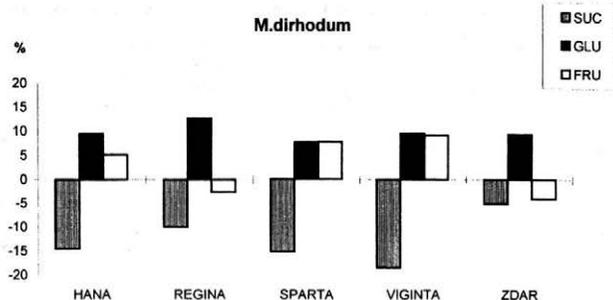
tent was also found in barley infested by large numbers of greenbug, *Schizaphis graminum* (Rondani) (Cabrera et al., 1994) and in wheat plants heavily infested by SA (Rossing, Wiel, 1990).

Regardless of the changes in WSC content the proportion of sucrose in total WSC decreased and that of glucose increased in all cultivars as a result of aphid infestation. The reduction of sucrose in favour of glucose and fructose is assumed to serve as protective mechanism improving the diminished osmotic adjustment of plants drought stresses due to infestation by aphids (Riedel, 1989). On the other hand in vascular plants sucrose is a precursor of a number of different oligosaccharide series (Pollack, 1986), the sugar translocated via the phloem to the sinks for cell growth, metabolism, respiration and storage (Hawker et al., 1991), and plays an important role in the regulation of photosynthetic rates (Neuhaus et al., 1990). All these processes could be disturbed by the reduction of sucrose concentration in aphid infested plant tissues. The rise of the glucose level might be connected likewise with increased synthesis of β -glucans due to the formation of cell wall material (Kosegarten et al., 1988) in aphid damaged plant tissues. A reaction of the plants to aphid feeding consisting in the enhancement of glucose, less attractive to aphids, at the expense of more attractive sucrose (Weibull, 1990) could also be involved.

It is assumed that the changes in sugar metabolism following insect feeding are brought about by both the physiological response of the plant to damage and selective feeding by different species of insect pests (Hopkins et al., 1995). It is probable that more factors were responsible for the character and extent of the changes in sugar metabolism of infested plant parts including not only aphid density but also assimilate deprivation caused by the single aphid species, as well as cultivar differences in tolerance towards cereal aphids (Kral et al., 1993).

Acknowledgements

We should like to thank Dr. L. Teltscheroová for valuable comments and improving our English and we thank Mrs. I. Kubečková for excellent technical assistance.



3. Changes in proportions of sucrose, glucose and fructose in WSC content in leaves of plants infested by *M. dirhodum* and *R. padi* and ears infested by *S. avenae* in relation to uninfested plant parts (= 100%) of five winter wheat cultivars; average values from eight repetitions

This work was supported by grant No. 513/94/0591 from Grant Agency of the Czech Republic and by Project of Research and Development No RE 0960006442 from Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

REFERENCES

CABRERA, H. M. – ARGANDONA, V. H. – CORCUERA, L. C.: Metabolic changes in barley seedlings at different aphid infestation levels. *Phytochemistry*, 35, 1994: 317–319.
 DOODSON, J. K. – MANNERS, J. G. – MEYERS, A.: Some effects of yellow rust (*Puccinia striiformis*) on 14 carbon assimilation in wheat. *J. Exp. Bot.*, 16, 1965: 304–317.

ELLEN, J. – LANGERAK, C. J.: Effect of plant density and nitrogen fertilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.).
 2. Incidence of *Gerlachia nivalis* and *Fusarium* spp. related to yield losses. *Netherl. J. Agric. Sci.*, 35, 1987: 155–162.
 HAWKER, J. S. – JENNER, C. F. – NIEMIETZ, C. M.: Sugar metabolism and compartmentation. *Austral. J. Pl. Physiol.*, 18, 1991: 227–237.
 HAVLÍČKOVÁ, H.: Changes in chemical composition of wheat infested by bird-cherry oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.). *Rostl. Vyr.*, 32, 1986: 1313–1320.
 HAVLÍČKOVÁ, H.: Some characteristics of flag leaves of two winter wheat cultivars infested by rose-grain aphid, *Metopolophium dirhodum* (Walker). *Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz*, 102, 1995: 530–535.

- HAVLÍČKOVÁ, H. – SYKOROVÁ, S.: Influence of grain aphid, *Sitobion avenae* (F.) on gliadin and esterase isoenzyme patterns in seed of two winter wheat cultivars. Z. Pfl.-Krankh. Pfl.-Schutz, 101, 1994: 86–93.
- HOLT, J. – GRIFFITHS, 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.
- HOPKINS, R. J. – NICHOLAS, A. – BIRCH, E. – GRIFFITHS, D. W. – MORRISON, I. M. – MCKINLAY, R. G.: Changes in the dry matter, sugar, plant fibre and lignin contents of swede, rape and kale roots in response to turnip root fly (*Delia floralis*) larval damages. J. Sci. Fd Agric., 69, 1995: 321–328.
- KAMELI, A. – LÖSEL, D. M.: Growth and sugar accumulation in durum wheat plants under water stress. New Phytol., 132, 1996: 57–62.
- KOSEGARTEN, H. G. – JUDEL, G. K. – MENGEL, K.: Activity of UDP-glucose glucosyl transferase and its role in the carbohydrate metabolism of wheat caryopsis. J. Pl. Physiol., 133, 1988: 126–128.
- KRAL, G. – BÖHNKE, B. – SCHÖNBECK, F.: Assimilates balance and rates of spring barley and faba bean cultivars differing in tolerance towards aphids. Arch. Phytopath. Pfl., 28, 1993: 263–271.
- KRÖBER, T. – CARL, K.: Cereal aphids and their natural enemies in Europe – a literature review. Biocontr. News Inform., 12, 1991: 357–371.
- KÜHBAUCH, W. – THOME, U.: Nonstructural carbohydrates of wheat stems as influenced by sink-source manipulations. J. Pl. Physiol., 134, 1989: 243–250.
- LEE, G. – STEVENS, D. J. – STOKES, S. – WRATTEN, S. D.: Duration of cereal aphid populations and the effects on wheat yield and breadmaking quality. Ann. Appl. Biol., 98, 1981: 169–178.
- LESZCZYŃSKI, B. – CONE, W. W. – WRIGHT, L. C.: Changes in the sugar metabolism of asparagus plants infested by asparagus aphid, *Brachycorynella asparagi* and green peach aphid, *Myzus persicae*. J. Agric. Entomol., 3, 1986: 25–30.
- NEUHAUS, H. E. – QUICK, W. P. – SIEGL, G. – STITT, M.: Control of photosynthate partitioning in spinach leaves. Analysis of the interaction between feedforward and feedback regulation of sucrose synthesis. Planta, 181, 1990: 583–592.
- POLLOCK, C. J.: Fructans and the metabolism of sucrose in vascular plants. New Phytol., 104, 1986: 1–24.
- RABBINGE, R. – SINKE, C. – MANTEL, W. P.: Field loss due to cereal aphids and powdery mildew in winter wheat. Med. Fac. Landb.-Wet. Rijksuniv. Gent, 48, 1983: 1159–1168.
- REFAI, F. Y. – JONES, E. T. – MILLER, B. S.: Some biochemical factors involved in the resistance of the wheat plant to attack by the Hessian fly. Cereal Chem., 32, 1955: 437–442.
- RIEDEL, W. E.: Effects of Russian wheat aphid infestation on barley plant response to drought stress. Physiol. Plant., 77, 1989: 587–592.
- ROSSING, W. A. H. – WIEL, L. A. J. M. VAN DE: Simulation of damage in winter wheat caused by the grain aphid *Sitobion avenae*. 1. Quantification of the effects of honeydew on gas exchange of leaves and aphid populations of different size on crop growth. Netherl. J. Pl. Path., 96, 1990: 343–364.
- SCHOLES, J. D. – LEE, P. J. – HORTON, P. – LEWIS, D. H.: Invertase: understanding changes in the photosynthetic and carbohydrate metabolism of barley leaves infected with powdery mildew. New Phytol., 126, 1994: 213–222.
- VEEN, B. W.: Photosynthesis and assimilate transport in potato with top-roll disorder caused by the aphid *Macrosiphum euphorbiae*. Ann. Appl. Biol., 107, 1985: 319–323.
- VEREIJKEN, P. H.: Feeding and multiplication of three aphid species and their effect on yield of winter wheat. Agric. Res. Repr. 888, PUDOC Wageningen, The Netherlands, 1979, 58 pp.
- WEIBULL, J.: Host plant discrimination in the polyphagous aphid *Rhopalosiphum padi*: The role of leaf anatomy and storage carbohydrate. Oikos, 57, 1990: 167–174.

Received on May 19, 1997

Contact Address:

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

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA
k rukám RNDr. E. Stříbrné
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

ADVERTISEMENT

The Editors of the journal offer to the Czech as well as foreign firms the possibility of advertising on pages of the ROSTLINNÁ VÝROBA (Plant Production) journal. Through your adverts published in our journal, the specialists both from the field of research and production will be informed about your products.

For more detailed information, please contact:

ROSTLINNÁ VÝROBA
attn. RNDr. E. Stříbrná
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

TREND VYBRANÝCH KLIMATICKÝCH CHARAKTERISTÍK NA VÝCHODOSLOVENSKEJ NÍŽINE

THE TREND OF SELECTED CLIMATIC CHARACTERISTICS IN THE EAST SLOVAK LOWLAND

Š. Tóth

Regional Research Institute of Agroecology, Michalovce, Slovak Republic

ABSTRACT: One of the conditions of fruitfulness in reaching of the high level of yields and their time stability is to know the development of phenomena of nature in concrete growing regions. The Station of Regional Research Institute of Agroecology Michalovce – Vysoká nad Uhom was evaluated in the years 1971 to 1995 by analysis of the trend of selected meteorological characteristics. The locality is situated in the central part of the East Slovak Lowland with continental character of climate. The tendency of increase of average annual temperature, average temperature for the growing season (Fig. 1), sum of temperature for the growing season (Fig. 2), was found. The increasing trend is also shown by the evaporation from free water area (Fig. 7), sum of direct sunshine per year and sum of direct sunshine for the growing season (Fig. 6). The number of days with intensity of precipitation 0.1 to 1 and 10 to 20 mm (Fig. 9) is growing. Decreasing tendency was found in annual sum of precipitation and sum of precipitation for the growing season (Fig. 3). Descending trend is also shown by the number of rainless days, number of days with intensity of precipitation 1 to 10, 20 to 30 and above 30 mm (Fig. 9). The Selyanin hydrothermic coefficient is of falling tendency (Fig. 4). In May to August it is of descending trend, on the contrary in September it has ascending tendency (Fig. 5). Increasing aridity of the region follows from analysis and restructuring in the structure of intensity of daily sums of precipitation occurs.

average air temperature; sum of temperatures; growing season; sum of precipitation; evaporation; intensity of precipitation; hydrothermic coefficient; year

ABSTRAKT: Jednou z podmienok úspešnosti v dosahovaní vysokej úrovne úrod a ich časovej stability je poznanie vývoja prírodných javov v konkrétnych pestovateľských oblastiach. Bola posúdená stanica Vysoká nad Uhom v období rokov 1971 až 1995 uskutočnením analýzy trendu vybraných meteorologických charakteristík. Bola zistená tendencia vzostupu priemernej ročnej teploty, priemernej teploty za vegetačné obdobie a sumy teplôt za vegetačné obdobie. Stúpajúci trend vykazuje tiež výpar z voľnej vodnej plochy, suma priameho slnečného svitu za rok a suma priameho slnečného svitu za vegetačné obdobie. Zvyšuje sa počet dní s intenzitou zrážok 0,1 až 1 a 10 až 20 mm. Znižujúcu tendenciu sme zistili pri ročnom úhrne zrážok a úhrne zrážok za vegetačné obdobie. Zostupný trend vykazuje aj počet bezzrážkových dní a počet dní s intenzitou zrážok 1 až 10, 20 až 30 a nad 30 mm. Seljaninov hydrotermický koeficient má klesajúcu tendenciu. V mesiacoch máj až august vykazuje zostupný trend, naopak v mesiaci september trend vzostupný. Z rozborov vyplýva zvyšujúca sa aridita oblasti.

priemerná teplota vzduchu; suma teplôt; vegetačné obdobie; úhrn zrážok; výpar; intenzita zrážok; hydrotermický koeficient; rok

ÚVOD

Kolisanie klímy je jej typickou vlastnosťou. Literárne údaje však naznačujú, že v posledných desaťročiach sa prejavuje skôr jednostranná tendencia. Teploty a zrážky vykazujú určitý trend, i keď nie vždy štatisticky preukazný. Teploty posledných rokov majú vzostupnú tendenciu, rastú hodnoty priemerov teplôt vzduchu a sumy teplôt, zvyšujú sa počty mimoriadne teplých

dní. Zrážkové úhrny vykazujú naopak zostupnú tendenciu. Klesajú hodnoty zrážkových úhrnov a dochádza k prestavbe v rozložení zrážok v roku. Z rozborov vyplýva zvyšujúca sa aridita krajiny (R o z n o v s k ý, 1995). Za príčiny klimatických zmien sú považované jednak preukázané cykly v aktivite slnka, po druhej ide o vplyv antropogénnych činností spôsobujúcich výrazné zmeny energetického a vodného režimu atmosférického prostredia (Š p á n i k, T o m l a i n, 1997).

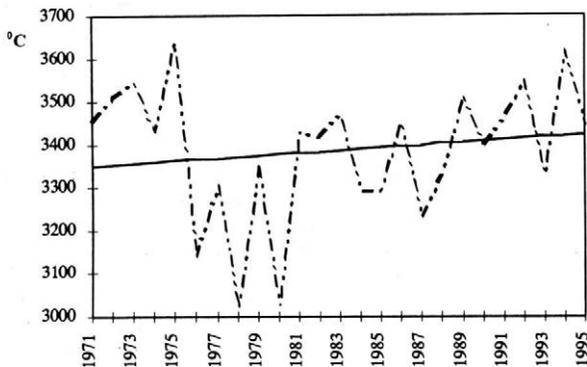
Klimatické zmeny sa dotýkajú hlavne poľnohospodárstva, jeho výsledky sú v rozhodujúcej miere ovplyvňované práve priebehom počasia. Teploty a zrážky predstavujú základné faktory jeho existencie (Ř í m o v s k ý , R o ž n o v s k ý , 1995). Klimatické zmeny budú mať na poľnohospodárstvo mnohostranné, raz kladné, ale väčšou mierou negatívne dopady, ktoré treba stanovovať, analyzovať a na základe týchto analýz hľadať možnosti znižovania ich negatívnych vplyvov a zvyšovania pozitívnych účinkov (L a p i n a kol., 1994; Š p á n i k , T o m l a i n , 1997). Z agronomického hľadiska je možné negatívne vplyvy predpokladanej zmeny klímy, ktorá môže v budúcnosti nastať, do určitej miery zmierniť. Ide o dôsledné uplatňovanie celého komplexu opatrení, ktoré budú zlepšovať podmienky pre dobrý vývoj porastov a tvorbu úrod (M a z ú r , 1993; Š v a c h u l a , 1993; J u z l , M á l e k , 1995; K o r s u ň , F i l i p , 1995; Ř í m o v s k ý , R o ž n o v s k ý , 1995).

Jednou z podmienok úspešnosti v dosahovaní vysokej úrovne úrod a ich časovej stability je poznanie vývoja prírodných javov v konkrétnych pestovateľských oblastiach. V predloženej práci hodnotíme priebeh vybraných meteorologických prvkov v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny v časovom rade rokov 1971 až 1995.

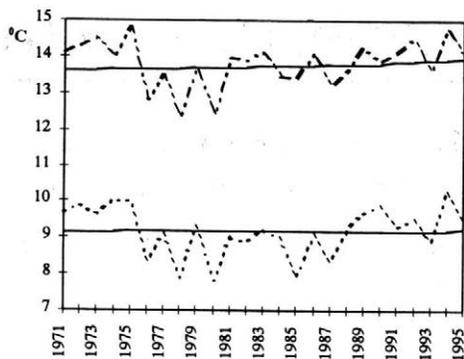
MATERIÁL A METÓDA

Informácie o klimatických pomeroch sú získané z meteorologickej pozorovacej stanice zriadenej na experimentálnej báze Oblastného výskumného ústavu agroekológie Michalovce vo Vysokej nad Uhom, v nadmorskej výške 107 m n. m. Lokalita sa nachádza 20 km južne od Michaloviec a reprezentuje centrálnu časť Východoslovenskej nížiny, oblasť s kontinentálnym rázom podnebia. Táto meteorologická stanica patrí k profesionálnym staniciam v sieti SHMÚ a je zaručená kvalita pozorovania. K vlastnej analýze boli zvolené tieto charakteristiky:

- priemerná teplota vzduchu (°C): 1. ročná, 2. za vegetačné obdobie
- suma teplôt za vegetačné obdobie (°C)



2. Trend sumy priemerných teplôt za vegetačné obdobie – Trend of sum of average temperatures for the growing season
 - - - - suma teplôt za vegetačné obdobie – sum of temperatures for the growing season
 — trend: 3 349,5 + 2,62423



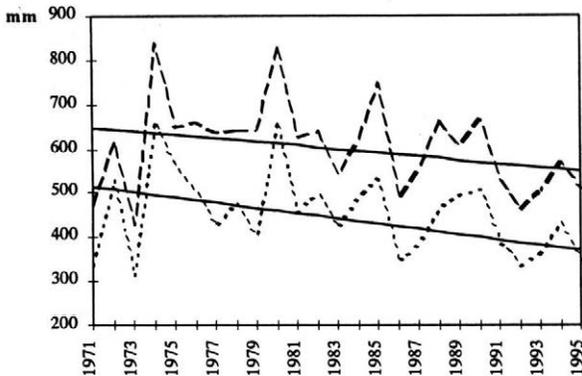
1. Trend priemernej ročnej teploty a priemernej teploty za vegetačné obdobie – Trend of average annual temperature and average temperature for the growing season

- - - - priemerná ročná teplota – average annual temperature
- trend: 9,14 + 2,5385 – 3
- - - - priemerná teplota za vegetačné obdobie – average temperature for the growing season
- trend: 13,661 + 0,0121692

- úhrn zrážok (mm): 1. ročný, 2. za vegetačné obdobie
- suma výparu z voľnej vodnej plochy (mm)
- suma hodín priameho slnečného žiarenia (h): 1. za rok, 2. za vegetačné obdobie
- počet dní s intenzitou zrážok (zr) za deň: 1. $\Sigma zr = 0$ mm, 2. $\Sigma zr = 0,1$ až 1 mm, 3. $\Sigma zr = 1$ až 10 mm, 4. $\Sigma zr = 10$ až 20 mm, 5. $\Sigma zr = 20$ až 30 mm, 6. $\Sigma zr > 30$ mm
- hydrotermický koeficient podľa Seljaninova (Hk; $\phi t > 10$ °C): 1. priemer za všetky mesiace s $\phi t > 10$ °C, 2. za mesiace máj, jún, júl, august, september

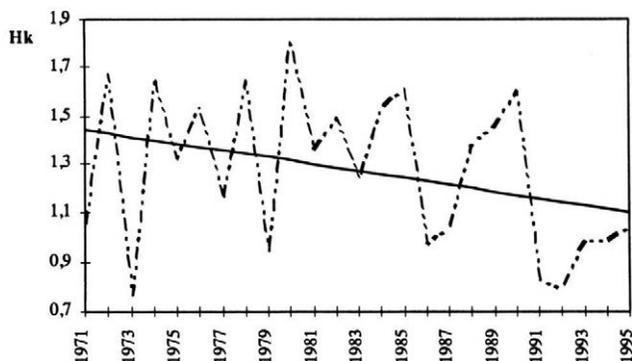
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná ročná teplota, priemerná teplota za vegetačné obdobie (obr. 1), aj suma teplôt za vegetačné



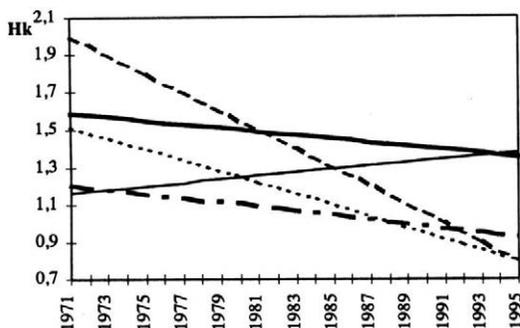
3. Trend zrážkového úhrnu za rok a vegetačné obdobie – Trend of sum of precipitation per year and for the growing season

--- úhrn zrážok za rok – sum of precipitation per year
 trend: 651,518 – 3,86231
 — úhrn zrážok za vegetačné obdobie – sum of precipitation for the growing season
 trend: 515,432 – 5,44615



4. Trend Seljaninovo hydrotermického koeficientu – Trend of the Selyanin hydrothermic coefficient

--- hydrotermický koeficient – hydrothermic coefficient
 trend: 1,4528 – 0,0137323



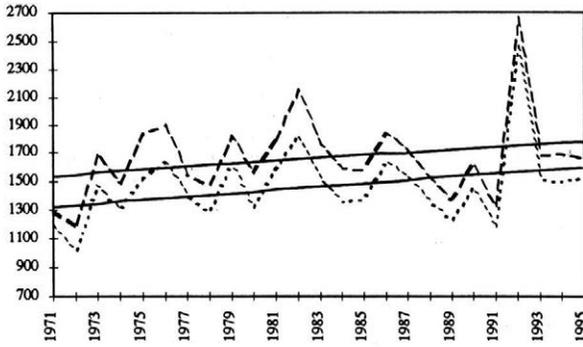
5. Trend vývoja Seljaninovo hydrotermického koeficientu v jednotlivých mesiacoch – Trend of development of Selyanin hydrothermic coefficient in different months

— máj – May: 1,546 – 8,98462 – 3
 --- jún – June: 2,0156 – 0,0459077
 júl – July: 1,526 – 0,0312923
 -.-.- august – August: 1,1778 – 0,0118923
 — september – September: 1,1629 + 8,97692 – 3

obdobie (obr. 2) vykazujú vzostupný trend. Výsledky testov presnosti trendu, podobne ako pri ostatných charakteristikách, udávajú prakticky nulovú chybu, alebo sú na hranici štatistickej preukaznosti, čo je zrejme spôsobené relatívne krátkou dĺžkou uvažovaného časového radu. Dosiahnuté výsledky majú svoju vypovedaciu hodnotu. Opačnú, zostupnú tendenciu sme zistili pri ročnom úhrne zrážok a úhrne zrážok za vegetačné obdobie (obr. 3). Ukazuje sa pritom výraznejší úbytok

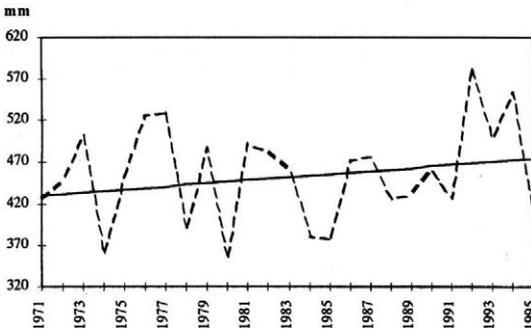
zrážok vo vegetačnom období. Podotýkame, že zrážky sú v našich podmienkach jediným zdrojom vody (Š útor a kol., 1995).

Zvyšovanie priemerov teplôt a súčasne znižovanie úhrnov zrážok vysvetľujú zostupný trend hydrotermického koeficientu, vypočítaného podľa Seljaninova (obr. 4), čo svedčí o zvyšujúcej sa aridite oblastí. Suchosť stúpa v mesiacoch máj, jún, júl, august, zatiaľ čo v mesiaci september je vývoj opačný (obr. 5). Mesiac jún, júl,



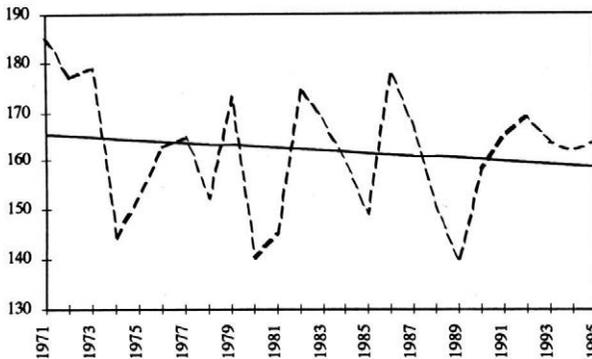
6. Trend ročnej sumy slnečného svitu a sumy za vegetačné obdobie – Trend of annual sum of sunshine and sum for the growing season

--- slnečný svit za rok – sunshine per year
 trend: $1\,540,32 + 9,94831$
 - - - slnečný svit za vegetačné obdobie –
 sunshine for the growing season
 — trend: $1\,323,91 + 11,5118$



7. Trend výparu z voľnej vodnej plochy za vegetačné obdobie – Trend of evaporation from free water area for the growing season

--- suma výparu – sum of evaporation
 — trend: $430,972 + 1,77969$

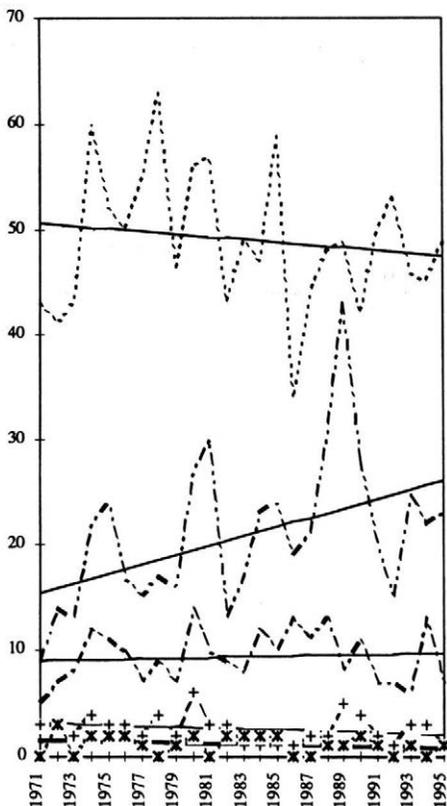


8. Trend počtu bezzážkových dní za vegetačné obdobie – Trend of the number of rainless days for the growing season

--- počet bezzážkových dní – number of rainless days
 — trend: $165,4 - 0,28$

august sa vyznačujú nedostatkom vlhky, ktorý sa rokmi ešte prehĺbuje. V máji je síce dostatok vlhky, rokmi sa však znižuje. September je mesiacom s dostatkem vlhky a jej ďalším zvyšovaním. Podobné zvyšovanie priemerných teplôt, znižovanie úhrnov zrážok a ich prestavba v rozložení počas roka, aj zvyšovanie aridity sú uvádzané v korešpondujúcej literatúre (Rožnovský, 1995; Římovský, Rožnovský, 1995; Toman, Rožnovský, 1995; Špáňik, Tomlain, 1997). Najbližšie roky overia predpoklad niektorých klimato-

lógov, že by malo prísť zrážkovo bohatšie obdobie (Rožnovský, 1995). Ak hodnotíme dosiahnuté výsledky z hľadiska poľnohospodárstva, významnú úlohu v blízkej budúcnosti zohrajú opatrenia eliminujúce nepriaznivý vplyv sucha. Ide o komplex opatrení dotýkajúcich sa oblastí od štruktúry rastlinnej výroby, vyváženej výživy porastov, prísunu organických látok, voľby vhodnej odrody a agrotechniky až po závlahy. O týchto a tiež aj iných veľmi podrobne hovorí korešpondujúca literatúra (Mazúr, 1993; Švachula,



9. Trend početnosti dní s výskytom zrážok rôznej intenzity za vegetačné obdobie – Trend of frequency of days with incidence of precipitation of different intensity for the growing season

- - - 0,1–1
 — trend: 15,22 + 0,453846
 - - - 1–10
 — trend: 50,62 – 0,127692
 - · - 10–20
 — trend: 8,98 + 0,0323077
 + 20–30
 — trend: 3,5 – 0,0423077
 - - - > 30
 — trend: 1,5 – 0,0292308

1993; Juzl, Málek, 1995; Korsuň, Filip, 1995; Římovský, Rožnovský, 1995).

Sumu hodín priameho slnečného žiarenia za rok a vegetačné obdobie znázorňuje obr. 6, z ktorého je zrejмый stúpajúci trend. Citujeme názor z literatúry (Korsuň, Filip, 1995), podľa ktorého sa zachovanim súčasného trendu vo vývoji klimatických faktorov predpokladá okrem iného predĺženie vegetačného obdobia od marca do októbra, čo by zvlášť pri závlahovom hospodárení umožňovalo dva zbery v roku. Podobný trend vo vývoji sumy slnečného žiarenia uvádza korešpondujúca literatúra (Špánik, Tomlain, 1997).

Tendenciu zvyšovania výparu z voľnej vodnej plochy dokumentuje obr. 7. Podľa literárnych údajov (Šútor a kol., 1995) sa na výpar v podmienkach Východoslovenskej nížiny spotrebuje až 70 až 80 % z radiačnej bilancie zemského povrchu a podobne 70 až 80 % spadnutých zrážok sa spotrebuje na pokrytie výparu.

Z obr. 8 vyplýva mierne znižovanie počtu bezzrážkových dní vo vegetačnom období. Obr. 9 podrobnejšie konkretizuje vývoj počtu dní s vybranými zrážkovými charakteristikami. Pribúda dní s intenzitou zrážok 0,1 až 1 a 10 až 20 mm, naopak znižuje sa počet dní so

zrážkami 1 až 10, 20 až 30 a nad 30 mm. Podľa týchto zistení môžeme konštatovať prestavbu v štruktúre intenzity denných úhrnov zrážok.

LITERATÚRA

- JUZL, M. – MÁLEK, J.: Pěstební technologie a změny klimatu. *Úroda*, 43, 1995 (10): 14–15.
- KORSUŇ, S. – FILIP, J.: Oteplování podnebí a závlahy. *Úroda*, 43, 1995 (11): 14–15.
- LAPIN, M. – FAŠKO, P. – ZEMÁNEK, V.: Príspevek k analýze možných dôsledkov globálneho oteplenia atmosféry o 1 až 2 °C na zmeny klimatických pomerov na Slovensku. In: *Národný klimatický program SR. I. Bratislava, MŽP SR, SHMÚ 1994 (2): 35–77.*
- MAZÚR, M.: Trend a variabilita vo vyjadrení vplyvu priebehu počasia na úrody kukurice. *Rostl. Výr.*, 39, 1993 (10): 931–940.
- ROŽNOVSKÝ, J.: Kolísání našeho podnebí v posledních desetiletích. *Úroda*, 43, 1995 (7): 35.
- ŘÍMOVSKÝ, K. – ROŽNOVSKÝ, J.: Změny klimatu a současné zemědělství. *Úroda*, 43, 1995 (12): 53.
- ŠPÁNIK, F. – TOMLAIN, J.: Klimatické zmeny a ich dopad na poľnohospodárstvo. 1. vyd. Nitra, SPU 1997. 154 s.

- ŠŮTOR, J. – MATI, R. – IVANČO, J. – GOMBOŠ, M. – TOMAN, F. – ROŽNOVSKÝ, J.: Trend výskytu vyšších srážkových úhrnů z hlediska jejich erozní účinnosti. Rostl. KUPČO, M. – ŠŤASTNÝ, P.: Hydrológia Východoslovenskej nížiny. 1. vyd. Michalovce, Media Group 1995. 463 s. Výr., 41, 1995 (10): 481–484.
- ŠVACHULA, V.: Vliv závlahy na výnosy a jakost cukrovky. Rostl. Výr., 39, 1993 (6): 543–550.

Došlo 20. 3. 1997

Kontaktná adresa:

Ing. Štefan Tóth, Oblastný výskumný ústav agroekológie, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, Slovenská republika, tel.: 00421 946/44 38 88, fax: 00421 946/244 24, e-mail: ovua@in4.sk

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depositní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možnost meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavé zemědělskou veřejnost.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	24 25 50 74, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	24 25 79 39/linka 520
časopisy:	24 25 66 10
výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 304
Fax:	24 25 39 38
E-mail:	ÚZLK@uzpi.agrec.cz



5. mezinárodní
veletrh
zemědělské
techniky

4. mezinárodní veletrh
veterinární
techniky
a hospodářských
zvířat

5. mezinárodní
lesnický
veletrh

EXPOZICE ŽIVÝCH ZVÍŘAT 7.-9.4.

BRNO 5.-9.4.1998



**Brněnské veletrhy
a výstavy a.s.**

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

POKYNY PRO AUTORY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

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

PLANT PRODUCTION

Volume 44, No. 2

February 1998

CONTENTS

Špunarová M., Prokeš J.: Malting quality in dependence on genotype, year and malting technology in spring barley	45
Škoda V., Bureš R.: The effect of different ways of maize stand establishment on grain yield and soil properties	51
Kováč K.: The effect of different soil cultivation and fertilization on yield, quality and uptake of nutrients in sugar beet	59
Martinková Z., Honěk A.: Competition between maize and barnyard grass (<i>Echinochloa crus-galli</i>) at different moisture regime (in English)	65
Jamriška P.: The effect of variety and row spacing on seed yield of amaranth (<i>Amaranthus</i> spp.)	71
Lacko-Bartošová M., Košován Š.: Validation of EPIC model in prediction of crop yields at Nitra location (in English)	77
Havlíčková H., Moravcová J.: Sugar metabolism of winter wheat cultivars stressed by cereal aphids (in English)	81
INFORMATION – STUDY – REPORT	
Tóth Š.: The trend of selected climatic characteristics in the East Slovak Lowland	89

ROSTLINNÁ VÝROBA

Ročník 44, č. 2

Únor 1998

OBSAH

Špunarová M., Prokeš J.: Jakost sladu v závislosti na odrůdě, ročníku a technologii sladování u jarního ječmene	45
Škoda V., Bureš R.: Vliv různých způsobů založení porostu kukuřice na výnos zrna a půdní vlastnosti	51
Kováč K.: Vplyv rôzneho obrábania pôdy a hnojenia na úrodu, kvalitu a odber živín pri cukrovej repe	59
Martinková Z., Honěk A.: Konkurence mezi kukuřicí a ježatkou kuří nohou (<i>Echinochloa crus-galli</i>) při různém vláhovém režimu	65
Jamriška P.: Účinok odrody a medziriadkovej vzdialenosti na úrodu semena láskavca (<i>Amaranthus</i> spp.)	71
Lacko-Bartošová M., Košován Š.: Overenie modelu EPIC pre predikciu úrod poľnohospodárskych plodín v lokalite Nitra	77
Havlíčková H., Moravcová J.: Metabolismus cukrů odrůd ozimé pšenice infestované obilními mšicemi	81
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ	
Tóth Š.: Trend vybraných klimatických charakteristík na Východoslovenskej nížine	89
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA	
Královec J., Ševčíková M.: Mezinárodní sympozium Evropské lukařské federace v Polsku	70

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38 ● Sazba: Studio DOMINO – Ing. Jakub Černý, Bří Nejedlých 245, 266 01 Beroun, tel.: 0311/22 959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1998