

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

10

VOLUME 46
PRAHA
ŘÍJEN 2000
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

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

Členové – Members

Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)
Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)
Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)
Doc. Ing. Václav Hosnedl, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)
Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)
Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)
Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Piešťany, SR)
Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, ČR)
Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc. (Přírodovědecká fakulta, Karlova univerzita v Praze, 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 v Brně, ČR)
Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)
Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)
Doc. Ing. Ladislav Slávik, DrSc. (Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, ČR)
Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
Doc. Ing. Pavel Tlustoš, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)
Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)
Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze, ČR)
Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska)
Prof. Ing. Josef Zimolka, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12krát ročně), ročník 46 vychází v roce 2000.

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

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 816 Kč.

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

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

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

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 46 appearing in 2000.

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

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 2000 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

DETERMINATION OF SIZE DISTRIBUTION OF BARLEY STARCH GRANULES USING LOW ANGLE LASER LIGHT SCATTERING

STANOVENÍ DISTRIBUCE VELIKOSTI ŠKROBOVÝCH ZRN U JEČMENE POMOCÍ METODY LALLS

V. Psota¹, I. Boháčenko², J. Pytela³, H. Vydrová⁴, J. Chmelík⁵

¹The Research Institute of Brewing and Malting, Brno, Czech Republic

²Food Research Institute, Prague, Czech Republic

³Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Czech Republic

⁴Institute of Chemical Technology, Prague, Czech Republic

⁵Institute of Analytical Chemistry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: LALLS method (Low Angle Laser Light Scattering) was used to determine the size distribution of starch granules in caryopses of two varieties of malting barley (*Hordeum vulgare* L.). Two size fractions of granules were proved (0 to 10 μm and 10 to 30 μm) similarly to results obtained by other methods. The variety Kompakt contained statistically more large starch granules than the variety Novum. The LALLS method could be used as an accurate, reproducible and quick method for determination of starch granule size distribution.

Keywords: malting barley; starch granules; size distribution; LALLS

ABSTRAKT: Distribuce velikosti škrobových zrn obilky byla sledována metodou LALLS (Low Angle Laser Light Scattering) u dvou odrůd sladovnického ječmene (*Hordeum vulgare* L.). Byly stanoveny dvě velikostní frakce zrn (0 až 10 μm a 10 až 30 μm), obdobně jako u výsledků získaných jinými metodami. Odrůda Kompakt obsahovala statisticky výsoce průkazně více velkých škrobových zrn než odrůda Novum. Metoda LALLS by mohla být používána jako přesná, reprodukovatelná a rychlá metoda pro stanovení distribuce velikosti škrobových zrn.

Klíčová slova: sladovnický ječmen; granule škrobu; distribuce velikosti; LALLS

INTRODUCTION

Malting is a complex process consisting of a number of biochemical and physical changes. The range within which these changes occur depends not only on the production of adequate levels of hydrolytic enzymes but also on the composition and physical structure of the barley caryopses. The basis for more accurate understanding of the malting process is a detailed knowledge of changes, which are in progress in the caryopsis during germination.

The major component of the barley endosperm is of course starch in the form of large (type A) and small (type B) starch granules with the average size of 10 to 25 μm and 2 to 5 μm , respectively (May, Buttrose, 1959). In general, large granules represent only about 10% from the total number of the present granules but ca 90% of total starch mass (Bathgate, Palmer, 1972).

Small starch granules are usually embedded deeply within the protein matrix and inside the cell walls (Palmer, 1972), which can negatively affect the endosperm structure and at the same time the rate and extent of degradation during malting. Large granules are degraded by the activity of α -amylases. Small ones are degraded only by surface erosion (Mc Donald et al., 1991).

An extensive hydrolysis of the protein matrix and cell walls of endosperm is necessary to achieve the complete liberation of small starch granules. The small granules gelatinise at higher temperatures than large ones (Kang et al., 1985) and therefore they can be less susceptible to enzymatic degradation at mashing temperatures at about 60 to 65 °C.

In general, small granules in malt are undesirable (Maule, 1989). During malting and mashing about half of small granules is degraded, it means that 5% of the total starch content is not split to fermentable sugars for con-

version to alcohol. Remaining small granules can form starch turbidity and block filter beds in lauter tuns and thus prolong dead times. Small starch granules can affect financial loss to breweries and distilleries (Tillet, Bryce, 1993). Starch granule size distribution could therefore become a further criterion for barley variety selection but also for other cereals aimed for food, feed and industrial usage.

A number of methods were developed for the measurement of particle size distribution. For starch granules image analysis was mainly used. Another method applicable for the measurement of starch granule size distribution is Gravitational Field Flow Fractionation (GFFF) (Chmelik et al., 1998; Chmelik, Psota, 1999). In this paper

the results of using Low Angle Laser Light Scattering for the determination of starch granule size distribution are presented.

MATERIAL AND METHODS

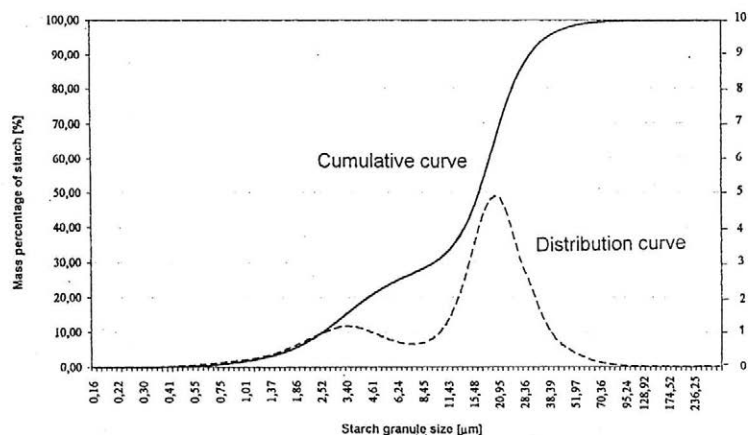
Starch granule size distribution was determined in caryopses of two varieties of malting barley Novum and Kompakt (Hordeum, SK). Seed samples were obtained from the testing stations of the Central Agricultural Controlling and Testing Institute of the Slovak Republic: Báhoň, Beluša, Michalovce, Rimavská Sobota, and Spišské Vlachy. Brief characterisation of the stations is in Tab. I. Samples

I. Characterisation of testing stations

Variety	Testing stations	Region	Altitude (m)	Annual mean temperature (°C)	Annual rainfall (mm)	Type of soil	Sort of soil	Total nitrogen content (%)
Novum	BAH	M	159	9.2	531	Haplic chernozem	loamy soil	1.8
Kompakt								1.8
Novum	RSO	S	216	8.5	631	Albo-gleyic luvisol	loamy soil	2.4
Kompakt								3.0
Novum	BEL	S	248	8.6	642	Eutric fluvisol	loamy soil	1.8
Kompakt								1.6
Novum	MIC	M	123	9.4	593	Eutric fluvisol	loamy soil	1.8
Kompakt								1.8
Novum	SPV	P	430	6.8	623	Orthic luvisol	loamy-sand soil	1.7
Kompakt								1.7

BAH – Báhoň
BEL – Beluša
MIC – Michalovce
RSO – Rimavská Sobota
SPV – Spišské Vlachy

M – maize production
P – potato production
S – sugar beet production



1. Distribution and cumulative curves of starch granule sizes from spring barley caryopses

were sorted on a sieve and grain size over 2.5 mm was used for the experiments. Total nitrogen content in the caryopses was determined by Kjeldahl method (EBC, 1998).

Isolation of starch granules

5 g of caryopses from each barley sample were treated for one hour with 50 ml of 50% H_2SO_4 in a 100 ml beaker. After that the sulphuric acid was poured off through a Büchner funnel, caryopses were washed with water and dipped into 50 ml of 35% NaOH for 10 min and caryopses were again washed and left in water for another 10 min. The caryopses were then rubbed on a metal sieve to peel off the lemmas. Peeled caryopses were again washed and subsequently ground in a porcelain mortar. Ground material was diluted with water and poured on a sieve (mesh size 0.05 mm). Remnants from the sieve were ground and sieved again two times.

The starch suspension was poured into an Erlenmeyer flask, pH 12 was adjusted with 35% NaOH and the flask was stirred constantly for 3 h at 45 °C. Then the suspension was neutralised with 17% HCl, filtered through a sieve (mesh size 0.05 mm) and centrifuged at 600 rpm for 15 min. The sediment was washed from the cuvettes with ca 100 ml of water and the sample was inserted into an ultrasonic bath for 10 min.

Measurement of the starch granule size distribution by LALLS

The measurement was performed on Analysette 22 instrument (Fritsch, D). The shape irregularity was recalculated to the equivalent sphere diameter by a software program. Results were obtained either in the form of distribution or cumulative curves (Fig. 1). For evaluation cumulative curves (eventually their tabular expression) were used, indicating the volume (%) of granules of less and equivalent size in dependence on the size of starch granules. The differences in size distribution between the two varieties were tested using Students *t*-test.

RESULTS AND DISCUSSION

The used method of sample preparation for the measurement of starch granule size is highly effective, yet it does not guarantee a complete separation of all impurity particles. Considerable attention is paid to perfecting the cleaning process. The aspect of good refining is also emphasised in majority of other studies.

From the distribution curves it is evident that there are two main size fractions of starch granules present in the range of 0 to 10 μm with a maximum at 3 μm and 10 to 30 μm with maximum at about 20 μm (Fig. 1). The same size ranges were obtained using other methods (Chmelik et al., 2000). Comparing the presented results with data of other

authors (e.g. Mac Gregor, Fincher, 1993) it is possible to observe principally the same intervals of starch granule sizes in barley caryopses, however, even three size fractions of starch granules have been described. For instance in the species *Hordeum distichum* L. fractions of small (2.3 μm), medium (7.5 μm) and large (20 μm) starch granules were determined (Takeda et al., 1999; Tang et al., 2000).

The results were compiled into Tab. II in which the ratio between fractions of large and small starch granules is presented. The samples from the station Rimavská Sobota exhibit lower ratios between large and small starch granules, due to a higher content of small starch granules. Different agroecological conditions in the time of caryopses ripening are probably the reason that caused higher content of total nitrogen and changed the ratio between large and small starch granules.

The average volume of both fractions and the ratio between them calculated from all stands was statistically compared for varieties Novum and Kompakt (Tab. III). It is evident that variety Kompakt has in comparison with the variety Novum statistically highly significantly more large starch granules and even the ratio of the fractions is significantly higher. There was no statistical difference found for small granules.

CONCLUSIONS

The results confirm other author's findings (Goering et al., 1973) about the existence of significant differences among varieties in starch granule size distribution, even comparing the average results from stands with very different agroecological conditions. From the results it is evident that Low Angle Laser Light Scattering (LALLS) method could be used as an accurate, reproducible and quick method for determination of starch granule size distribution.

II. Starch granule size distribution in varieties Novum and Kompakt

Testing stations	Variety	Starch granule fraction (μm)		Ratio of large and small starch granules
		0.00–10.00	10.01–30.00	
Bahoň	Novum	30.26	58.30	1.93
	Kompakt	28.52	61.98	2.17
Rimavská Sobota	Novum	37.53	54.25	1.45
	Kompakt	33.21	61.15	1.84
Beluša	Novum	32.08	57.77	1.80
	Kompakt	27.99	63.65	2.27
Michalovce	Novum	30.55	57.89	1.89
	Kompakt	29.88	62.47	2.09
Spišské Vlachy	Novum	31.88	59.33	1.86
	Kompakt	31.10	62.78	2.02

III. Difference in starch granule size distribution between varieties Novum and Kompakt

	Variety	n	$\bar{x}$	s	Confidence interval		Statistical significance
					$P_{0.05}$	$P_{0.01}$	
Small starch granules	Novum	5	32.46	1.32	3.65	6.06	0
	Kompakt	5	30.14	0.94	2.60	4.33	
Large starch granules	Novum	5	57.51	0.86	2.39	3.96	**
	Kompakt	5	62.41	0.42	1.15	1.91	
Ratio of large and small starch granules	Novum	5	1.78	0.07	0.01	0.16	*
	Kompakt	5	2.08	0.07	0.28	0.41	

n – number of measurements

$\bar{x}$ – average value

s – standard error

** statistically highly significant differences

* statistically significant differences

0 statistically insignificant differences

$P_{0.05}$ – significance probability on the level $H = 0.05$

$P_{0.01}$ – significance probability on the level $H = 0.01$

Acknowledgement

Results were obtained within the project INCO-COPERNICUS (No. ERB 3512, PL 979070).

REFERENCES

- Bathgate G. N., Palmer G. H. (1972): A reassessment of the chemical structure of barley and wheat starch granules. *Stärke*, 24: 336–341.
- Chmelík J., Krumlová A., Čáslavský J. (1998): Characterization of starch materials from barley by gravitational field flow fractionation and matrix assisted laser desorption/ionization mass spectrometry. *Chem. Pap.*, 52: 360–361.
- Chmelík J., Psota V. (1999): Characterization of starch materials from barley. In: *Proc. 27th EBC Congr., Cannes*: 421–428.
- Chmelík J. et al. (2000): Comparison of size characterization of barley starch granules determined by electron and optical microscopy, low angle laser light scattering, and gravitational field-flow fractionation. *J. Inst. Brew.* (in press).
- European Brewery Convention (1998): *Analytica – EBC*, Carl, Getränke-Fachverlag.
- Goering K. J., Fritts D. H., Eslick R. F. (1973): A study of starch granule size and distribution in 29 barley varieties. *Stärke*, 32: 297–302.
- Kang M. Y., Sugimoto Y., Kato L., Sakamoto S., Fuwa H. (1985): Some properties of large and small starch granules of barley (*Hordeum vulgare* L.) endosperm. *Agric. Biol. Chem.*, 49: 1291–1297.
- Mac Gregor A. W., Fincher G. B. (1993): Carbohydrates of the barley grain. In: Mac Gregor A. W., Bhatti S. R. (eds.): *Barley: chemistry and technology*. MN, USA, St. Paul, AACC.
- Maule D. R. (1989): The essential requirements of barley for brewing and distilling malts – the processors view. *Ferment*, 2: 315–317.
- May L. H., Buttrose M. S. (1959): Physiology of cereal grain. II. Starch granule formation in the developing barley kernel. *Austral. J. Biol. Sci.*, 12: 146–159.
- Mc Donald A. M., Stark J. R., Morrison W. R., Ellis R. P. (1991): The composition of starch granules from developing barley genotypes. *J. Cereal Sci.*, 13: 93–112.
- Palmer G. H. (1972): Morphology of starch granules in cereal grains and malts. *J. Inst. Brew.*, 78: 326–332.
- Takeda Y., Takeda C., Mizukami H., Hanashiro I. (1999): Structures of large, medium and small starch granules of barley grain. *Carbohydr. Polym.*, 38: 109–114.
- Tang H., Ando H., Watanabe K., Takeda Y., Mitsunaga T. (2000): Some physicochemical properties of small-, medium-, and large granule starches in fractions of waxy barley grain. *Cereal Chem.*, 77: 27–31.
- Tillet I. J. L., Bryce J. H. (1993): The regulation of starch granule size in endosperm of developing barley grains. In: *Proc. EBC Congr., Oslo*: 45–52.

Received on May 25, 2000

Corresponding author:

Ing. Vratislav Psota, CSc., Výzkumný ústav sladařský, a. s., Mostecká 7, 614 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 45 21 41 10, fax: + 420 5 45 32 12 25

VLIV RŮZNÉHO ZPRACOVÁNÍ PŮDY NA VÝNOSY OZIMÉ PŠENICE

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL TILLAGE ON THE YIELDS OF WINTER WHEAT

B. Procházková¹, J. Dovrtěl²

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

²Research Institute for Fodder Crops, Ltd., Troubsko, Czech Republic

ABSTRACT: In the field stationary trial in the maize growing region on the chernozem soils (site Hrušovany u Brna) the effect of different soil cultivation on the yields of wheat growing after pea and alfalfa and its structure was studied. Wheat was grown in two crop rotations (1. alfalfa, alfalfa, winter wheat, silage maize, corn, spring barley; 2. winter wheat, pea, winter wheat, spring barley, corn, spring barley). The trial included four variants of soil cultivation: 1. sharing + ploughing to 0.22 m, 2. ploughing to 0.15 m, 3. shallow cultivation by discs to 0.10 to 0.12 m, and 4. direct drilling by discs drilling machine. After alfalfa in the variants 3 and 4 nonselective herbicide Roundup (2.5 l.ha⁻¹, a.i. glyphosate-IPA, 480 g.l⁻¹) was applied. Effect of different soil cultivation on the yields of winter wheat, growing after alfalfa was statistical significant ($LSD_{0.05} = 0.39 \text{ t.ha}^{-1}$, $LSD_{0.01} = 0.48 \text{ t.ha}^{-1}$). Results are presented in Tab. II. In the average of six years the highest yield was achieved after direct drilling into the alfalfa, treated by Roundup (5.94 t.ha⁻¹), next after shallow cultivation by discs to 0.10 to 0.12 m (5.73 t.ha⁻¹), after ploughing to 0.15 m (5.39 t.ha⁻¹) and the least yield after ploughing to 0.22 m (5.24 t.ha⁻¹). From above mentioned results it is evident that the reduction of winter wheat yield was dependent on the depth of soil cultivation. The winter wheat grown after pea reached markedly higher yields in comparison with winter wheat grown after alfalfa (mean of yields after alfalfa 5.58 t.ha⁻¹, after pea 7.60 t.ha⁻¹). Effect of different soil cultivation on the yields of winter wheat grown after the pea was statistically non-significant. Results are collected in Tab. III. In the average of six years the yields of variants were almost the same, only on the variant with shallow cultivation using the discs to 0.10 m to 0.12 m, and the variant with the direct drilling were noted the slight yield increase. Effect of different soil cultivation on the yield components (number of spikes per 1 m², number of grains per spike, thousand grain weight) of winter wheat, grown after alfalfa and pea was statistically non-significant. Results are presented in Figs. 1 to 8. The decreasing intensity of soil cultivation to winter wheat grown after alfalfa has the influence on increase of number of spikes per 1 m² and number of grains per spike. The highest value of a thousand grain weight was in the variant with ploughing to 0.22 m. Winter wheat grown after pea alike the wheat grown after alfalfa had the highest number of spikes per 1 m² on the variant with direct drilling. The least number of spikes per 1 m² was in the variant with the highest intensity of soil cultivation (ploughing to 0.22 m). In the variant with direct drilling the yield was not significantly increased, even though the stand was established better, in consequence of regulatory system of yield components (decrease of the value of grains number per spike, and especially a lower value of the thousand grain weight). The great differences of yields of winter wheat, which was grown after alfalfa and pea and also favourable effect of lower intensity of soil cultivation on yield of winter wheat grown after alfalfa were probably caused by extremely dry conditions.

Keywords: winter wheat; soil tillage; yield; structure of yields

ABSTRAKT: Ve stacionárním polním pokusu v kukuřičné výrobní oblasti na černozemní půdě (stanoviště Hrušovany u Brna) byl v letech 1989 až 1994 sledován vliv různých způsobů zpracování půdy na výnosy a strukturu výnosů ozimé pšenice pěstované po vojtěšce a po hrachu. Zařazeny byly čtyři varianty zpracování půdy: 1. podmítka + orba na 0,22 m, 2. orba na 0,15 m, 3. mělké zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 až 0,12 m, 4. přímé setí diskovým bezorebným secím strojem. Po vojtěšce byl u varianty 3 a 4 použit neselektivní herbicid Roundup. Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po vojtěšce byl statisticky vysoce významný ($DT_{0.05} = 0,39 \text{ t.ha}^{-1}$, $DT_{0.01} = 0,48 \text{ t.ha}^{-1}$). Nejvyšší výnos v průměru za sledované roky byl dosažen při přímém setí (5,94 t.ha⁻¹), následovalo zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 až 0,12 m (5,73 t.ha⁻¹), orba na 0,15 m (5,39 t.ha⁻¹) a nejnižší výnos byl po orbě na 0,22 m (5,24 t.ha⁻¹). Při pěstování ozimé pšenice po hrachu byly dosaženy výrazně vyšší výnosy (průměrný výnos po vojtěšce 5,58 t.ha⁻¹, po hrachu 7,60 t.ha⁻¹). Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po hrachu byl nevýrazný, statisticky neprůkazný. U ozimé pšenice pěstované po vojtěšce i po hrachu se při nižší intenzitě zpracování půdy projevovala tendence ke zvyšování počtu klasů na 1 m² a ke snižování hmotnosti tisíce semen. Velké rozdíly ve výnosech ozimé pšenice

pěstované po vojtěšce a hrachu i příznivý vliv nižší intenzity zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice po vojtěšce lze dát do souvislosti s mimořádně suchými podmínkami stanoviště pokusu.

Klíčová slova: ozimá pšenice; zpracování půdy; výnos; struktura výnosu

ÚVOD

Podstatou zpracování půdy je vytvořit vhodné podmínky pro růst a vývoj pěstovaných rostlin. Zpracování půdy patří k nejdůležitějším a zároveň energeticky nejnáročnějším agrotechnickým opatřením.

V současné době jsou systémy zpracování půdy přehodnocovány z hlediska odůvodněnosti jednotlivých zásahů do půdy, přiměřenosti mechanického působení strojů na půdu a z hlediska možných přínosů pro ochranu půdy před nepříznivými vlivy. Kromě zlepšování péče o půdu je hlavním cílem snižování nákladů (Hůla, Zeleň, 1995).

Vedle pracovní a energeticky náročných konvenčních postupů s orbou se používají zjednodušené postupy s minimalizačními a půdoochrannými prvky. Tyto postupy se vyznačují dvěma hlavními znaky, a to redukcí intenzity zpracování půdy a ponecháním zbytků rostlin na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy. Jde o různé formy mělkého zpracování půdy, náhradu orby kypřením, výsevy do nezpracované nebo pouze povrchově zpracované půdy, výsevy do vymrzajících meziplodin a další. Systémy zpracování půdy, při nichž zůstává více než 30 % posklizňových zbytků na povrchu půdy, jsou považovány za půdoochranné.

Ozimá pšenice při pěstování na úrodnějších půdách většinou dobře reaguje na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. V porovnání s orbou jsou dosahovány stejné nebo i mírně vyšší výnosy (Hrubý, 1987; Hrubý,

Procházková, 1991; Hrubý, 1993; Suškevič, 1994, 1995; Carman, 1996; Angelini et al., 1997; Kováč, 1998 a další).

Cílem předložené práce bylo vyhodnotit vliv různých způsobů zpracování půdy na výnosy a strukturu výnosů ozimé pšenice pěstované na černozemní půdě v suchých podmínkách kukuřičné výrobní oblasti po vojtěšce a po hrachu.

MATERIÁL A METODY

Hodnocení různých způsobů zpracování půdy k ozimé pšenici pěstované po vojtěšce a hrachu probíhalo v letech 1989 až 1994 ve stacionárním polním pokusu v rámci dvou osevních postupů (1. vojtěška, vojtěška, ozimá pšenice, kukuřice na siláž, kukuřice na zrno, jarní ječmen; 2. ozimá pšenice, hrách, ozimá pšenice, jarní ječmen, kukuřice na zrno, jarní ječmen). Pokus byl založen metodou kolmo dělených dílců ve čtyřech opakováních. Velikost pokusné parcely byla 60 m² (6 m šířka × 10 m délka).

Charakteristika stanoviště

Průměrná roční teplota 8,9 °C, průměrný srážkový úhrn 488 mm (třicetiletý průměr 1961 až 1990). Údaje o povětrnostních podmínkách v pokusných letech uvádí tab. I.

Půdní podmínky pokusného místa: černozemní půda vzniklá na spraši, která v 0,7 až 1,0 m nasedá na šterko-

I. Povětrnostní podmínky v letech 1988 až 1994 – Weather conditions in the years 1988 to 1994

Měsíc ¹	1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994	
	teplota ²	srážky ³	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky	teplota	srážky
1.	1,5	26,9	-0,3	20,0	-0,7	2,0	-0,2	13,4	0,1	5,8	-0,2	16,6	3,2	19,4
2.	1,0	31,4	3,7	11,4	3,8	49,8	-4,0	7,5	2,2	4,5	-1,6	15,7	0,5	13,1
3.	1,7	20,2	5,4	10,3	7,9	8,0	6,5	15,4	4,9	51,8	3,4	17,0	7,3	24,1
4.	9,1	13,7	9,6	54,8	7,9	83,8	8,2	7,5	9,5	30,6	11,1	11,6	10,9	53,6
5.	16,0	37,8	13,3	41,7	15,4	59,0	11,2	79,9	15,3	25,9	17,5	34,0	15,8	76,0
6.	17,7	59,6	17,1	46,9	17,9	74,6	17,5	40,9	18,6	48,9	17,5	67,2	19,3	21,1
7.	20,4	28,6	19,9	29,4	19,7	54,9	21,6	62,6	21,7	19,7	18,6	73,6	23,8	20,2
8.	18,1	39,5	18,8	91,4	20,8	13,3	19,6	83,0	23,9	66,3	19,3	68,1	21,6	55,4
9.	13,6	41,7	16,1	34,1	13,0	52,4	15,7	36,9	15,4	44,4	14,4	43,9	17,1	22,5
10.	7,6	28,4	8,9	10,7	10,5	42,6	9,0	8,0	7,7	56,7	10,0	44,7	7,7	42,1
11.	0,5	26,5	1,2	7,9	4,5	52,9	3,4	94,4	3,5	39,3	1,6	24,0	8,1	12,9
12.	-0,6	27,3	-0,7	21,0	-0,6	17,2	-2,0	28,6	-1,1	24,5	1,5	56,0	0,9	13,3
$\bar{x}$	8,90	381,60	9,42	379,60	10,01	510,50	8,88	478,10	10,14	418,40	9,43	472,40	11,35	373,70

¹month, ²temperature, ³rainfall

pískovou terasu převážně z kyselého materiálu. Tato terasa byla sekundárně zahliněna a obohacena CaCO_3 . Pod ornici o mocnosti 0,3 m se nachází krátký přechodný horizont, který okolo 0,4 m zřetelně přechází v plavou spraš. Zrnitostní složení ornice i spodiny je hlinité (40 % částic < 0,01 mm), ornice je středně humózní (2,06 % humusu), přechodný horizont mírně humózní (0,96 % humusu). Půdní reakce ornice je neutrální, podorničí mírně alkalická. Zásoba fosforu a draslíku byla střední.

Varianty pokusu

Varianty zpracování půdy u ozimé pšenice pěstované po vojtěšce:

1. podmítka, orba na 0,22 m
2. orba na 0,15 m
3. likvidace vojtěšky Roundupem, zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 až 0,12 m
4. likvidace vojtěšky Roundupem, setí do nezpracované půdy třídiskovým bezorebným secím strojem

Varianty zpracování půdy u ozimé pšenice pěstované po hrachu:

1. podmítka, orba na 0,22 m
2. orba na 0,15 m
3. zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 až 0,12 m
4. setí do nezpracované půdy třídiskovým bezorebným secím strojem

Pěstována byla odrůda Viginta s výsevkem 4,5 mil. klíčivých semen na 1 ha. Minerální hnojení bylo u všech variant zpracování půdy (u ozimé pšenice pěstované po vojtěšce i hrachu) jednotné: N = 100 kg (40 kg před setím, 30 kg regenerační, 30 kg produkční), P = 40 kg, K = 80 kg (v č. ž. na 1 ha). Ochrana proti škodlivým činitelům byla realizována podle metodik Státní rostlinolékařské sprá-

vy na všech variantách zpracování půdy jednotně. Sledován byl výnos zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a výnosotvorné prvky: počet klasů na 1 m^2 , počet zrn v klasu a hmotnost tisíce semen. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny analýzou variance, byly vypočteny minimální průkazné difference.

VÝSLEDKY

Vliv různých technologických postupů zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po vojtěšce byl statisticky vysoce významný (tab. II). V průměru šesti let (1989 až 1994) byl dosažen nejvyšší výnos po přímém setí ozimé pšenice bezorebným secím strojem do vojtěšky likvidované Roundupem ($5,94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zpracování půdy talířovým nářadím na hloubku 0,10 až 0,12 m následujícím po likvidaci vojtěšky bylo v daných podmínkách neefektivní, projevilo se ve snížení výnosů (porovnání variant 3 a 4). Nejnižší výnos byl na variantě s nejhlubším zpracováním půdy orbou na 0,22 m ($5,24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). V průměru za sledované roky bylo zaznamenáno snižování výnosů ozimé pšenice se zvyšující se hloubkou zpracování půdy.

Hodnocené výnosotvorné prvky (počet klasů na 1 m^2 , počet zrn v klasu a hmotnost tisíce semen) byly různým zpracováním půdy ovlivněny statisticky neprůkazně. V průměru let byl nejvyšší počet klasů na 1 m^2 po přímém setí ozimé pšenice do nezpracované půdy. Intenzivnější zpracování půdy orbou na 0,15 a na 0,22 m vedlo ke snížení počtu klasů na 1 m^2 . Nižší intenzita zpracování půdy se projevila i ve zvýšení počtu zrn v klasu. Nejnižší počet zrn v klasu byl po orbě na 0,22 m. Hmotnost tisíce semen byla naopak po hlubším zpracování půdy orbou na 0,22 m nejvyšší. Snížení hodnot vykazovaly varianty s mělkým zpracováním půdy – orba na 0,15 m a zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 až 0,12 m (obr. 1 až 3 a 7).

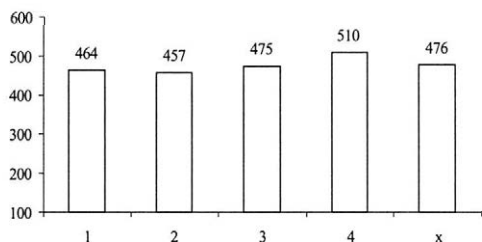
II. Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po vojtěšce – The effect of different soil tillage on the yields of winter wheat growing after alfalfa

Varianty zpracování půdy ¹	Výnosy ⁶ ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)						průměr ⁵
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
1. orba ² (0,22 m)	6,73	5,40	5,07	4,96	4,04	5,63	5,24
2. orba (0,15 m)	6,24	5,95	4,97	5,56	4,09	5,55	5,39
3. likvidace vojtěšky Roundupem ⁷ , zpracování půdy talířovým nářadím ³ (0,10–0,12 m)	7,13	5,67	5,47	5,42	4,53	6,15	5,73
4. likvidace vojtěšky Roundupem ⁷ , setí do nezpracované půdy ⁴	7,21	5,47	6,31	6,41	4,23	6,02	5,94
Průměr ⁵	6,74	5,63	5,46	5,59	4,22	5,84	5,58

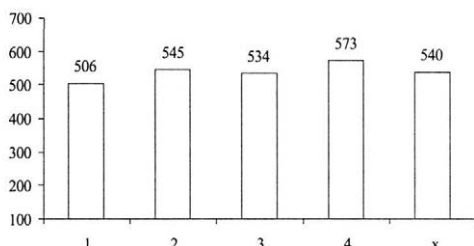
$DT_{0,05} = 0,39$

$DT_{0,01} = 0,48$

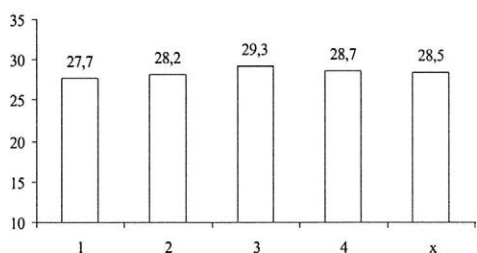
¹variants of soil tillage, ²ploughing, ³soil cultivation by discs, ⁴direct drilling, ⁵average, ⁶yields, ⁷destroying of alfalfa by Roundup



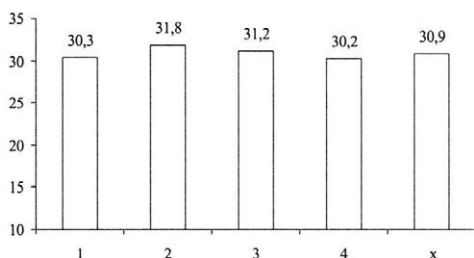
1. Průměrný počet klasů ozimé pšenice na 1 m² po vojtěšce (1989–1994) – Average number of winter wheat spikes per 1 m² after alfalfa (1989–1994)



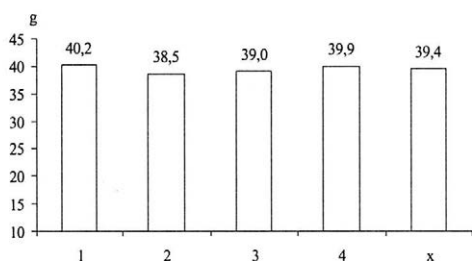
4. Průměrný počet klasů ozimé pšenice na 1 m² po hrachu (1989–1994) – Average number of winter wheat spikes per 1 m² after pea (1989–1994)



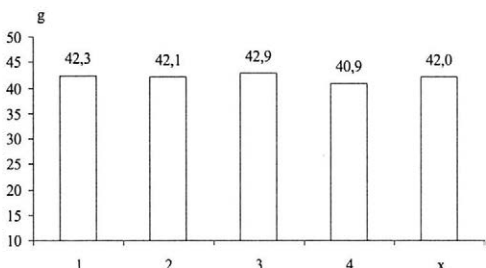
2. Průměrný počet zrn v klase ozimé pšenice po vojtěšce (1989–1994) – Average number of grains per winter wheat spike after alfalfa (1989–1994)



5. Průměrný počet zrn v klase ozimé pšenice po hrachu (1989–1994) – Average number of grains per winter wheat spike after pea (1989–1994)



3. Průměrná hmotnost tisíce semen ozimé pšenice po vojtěšce (1989–1994) – Average thousand grain weight of winter wheat after alfalfa (1989–1994)



6. Průměrná hmotnost tisíce semen ozimé pšenice po hrachu (1989–1994) – Average thousand grain weight of winter wheat after pea (1989–1994)

osa x: varianty zpracování půdy – x axis: variants of soil cultivation

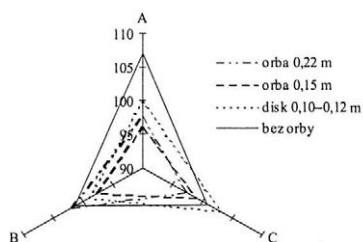
x = průměr – average

Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po hrachu byl nevýrazný, statisticky neprůkazný (tab. III). V průměru sledovaných let byly výnosy na jednotlivých variantách pokusu téměř shodné, patrné je pouze mírné zvýšení výnosů po mělkém zpracování půdy talířovým nářadím na hloubku 0,10 až 0,12 m a po přímém setí ozimé pšenice do nezpracované půdy. Výnosotvorné prvky byly rovněž různým zpracováním půdy ovlivněny neprůkazně. Ve struktuře výnosu byl obdobně jako u ozimé pšenice pěstované po vojtěšce zaznamenán nejvyšší počet klasů na 1 m² na variantě s přímým výsevem ozimé pšenice do nezpracované půdy.

Nejnižší počet klasů vykazovala varianta s nejvyšší intenzitou zpracování půdy (orbou na 0,22 m). Při přímém setí ozimé pšenice do nezpracované půdy však došlo ke snížení počtu zrn v klase a především ke snížení hodnot hmotnosti tisíce semen (obr. 4 až 6 a 8).

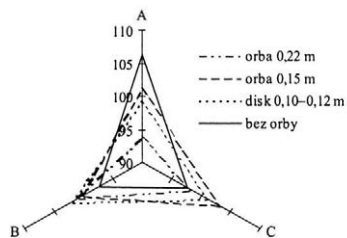
DISKUSE

Pěstování ozimé pšenice po vojtěšce v suchých a teplejších podmínkách kukuřičné výrobní oblasti (kde je obsah půdní vody limitujícím faktorem výše a stability



7. Výnosové znaky ozimé pšenice pěstované po vojtěšce v % (průměr let 1989–1994) – Yields components of winter wheat growing after alfalfa in % (average 1989–1994)

A = počet klasů na 1 m² – number of spikes per 1 m²
 B = hmotnost tisíce semen – thousand grain weight
 C = počet zrn v klasu – number of grains per spike



8. Výnosové znaky ozimé pšenice pěstované po hrachu v % (průměr let 1989–1994) – Yields components of winter wheat growing after pea in % (average 1989–1994)

orba – ploughing
 disk – disk
 bez orby – direct drilling

výnosů pěstovaných plodin) je negativně ovlivňováno vláhovým deficitem, vzpínajícím jak odčerpáním vody předplodinou, tak i spotřebou vody na rozklad vojtěškového drnu.

Snížení hloubky a intenzity zpracování půdy přispívá k lepšímu hospodaření s půdní vodou, a to především v důsledku zvýšení vododržnosti půdy (vyšší poměr kapilárních a nekapilárních pórů u nezpracované, přirozeně uložené půdy) a nižších ztrát vody při vlastním zpracování půdy (Suškevič, Odložilík, 1979; Procházková 1986; Maillard et al., 1995; Mielke, Wilhelm, 1999). Ke zlepšení vlhkostních poměrů půdy vede i snížení spotřeby vody na rozklad vojtěškového drnu likvidovaného neselektivním herbicidem.

Statisticky průkazné zvýšení výnosů ozimé pšenice při přímém setí do vojtěšky likvidované Roundupem i při mělkém zpracování půdy talířovým nářadím (následujícím po likvidaci vojtěšky) ve srovnání s orbou na 0,22 m lze dát do souvislosti s lepšími vlhkostními podmínkami

půdy v době výsevu a počátečních fázích růstu a vývoje. Lepší podmínky pro založení porostu se projeví především ve vyšším počtu klasů na 1 m², ale i ve vyšším počtu zrn v klasu. Hmotnost tisíce semen byla naopak vyšší na variantě s orbou na 0,22 m.

Při pěstování ozimé pšenice po hrachu byly v daných suchých podmínkách dosaženy ve srovnání s pšenicí pěstovanou po vojtěšce výrazně vyšší výnosy (průměrný výnos po vojtěšce 5,58 t.ha⁻¹, po hrachu 7,60 t.ha⁻¹). Různá intenzita zpracování půdy se ve výnosech projeví nepříkaze. Vliv zpracovatelských zásahů byl zde zřejmě překrýván vlivem příznivého působení hrachu jako výborné předplodiny pro ozimou pšenici. Obdobně jako u ozimé pšenice pěstované po vojtěšce byl zaznamenán nejvyšší počet klasů na 1 m² při přímém setí do nezpracované půdy. I přes lépe založený porost v důsledku jeho autoregulace (snížení počtu zrn v klasu a hmotnosti tisíce semen) však zde nedošlo k výraznějšímu zvýšení výnosů zrna. V obdobných pokusech se stejnými varian-

III. Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po hrachu – The effect of different soil tillage on the yields of winter wheat growing after pea

Varianty zpracování půdy ¹	Výnosy ² (t.ha ⁻¹)						průměr ³
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
1. orba ² (0,22 m)	7,27	8,21	8,71	6,98	6,73	7,52	7,57
2. orba (0,15 m)	6,78	7,83	8,72	7,28	6,83	8,02	7,58
3. zpracování půdy talířovým nářadím ³ (0,10–0,12 m)	6,69	8,37	9,03	7,16	7,08	7,27	7,62
4. setí do nezpracované půdy ⁴	6,88	8,22	9,09	7,02	6,52	8,02	7,62
Průměr ⁵	6,91	8,16	8,89	7,11	6,79	7,71	7,60

For 1–6 see Tab. II

tami zpracování půdy, vedených v letech 1989 až 1994 na černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti (s lepšími vláhovými poměry – vyšší průměrný roční úhrn srážek o 60 mm), byl vliv různé intenzity zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po hrachu i po vojtěšce statisticky neprůkazný.

Kováč (1998) sledoval vliv různého zpracování půdy (orba, mělké zpracování půdy kypřičem na hloubku 0,10 až 0,12 m) na výnosy a strukturu výnosů ozimé pšenice pěstované po vojtěšce a hrachu na černozemní půdě v kukuřičné oblasti. Při pěstování ozimé pšenice po hrachu byly výnosy po různém zpracování půdy téměř vyrovnané. U ozimé pšenice pěstované po vojtěšce bylo při mělkém zpracování půdy kypřičem ve srovnání s orbou zaznamenáno mírné zvýšení výnosů. Obdobně jako v našich pokusech se zde projevovала při nižší intenzitě zpracování půdy (po obou předplodinách vojtěšce i hrachu) určitá tendence ke zvýšení počtu klasů na 1 m². Zvýšení počtu klasů při mělkém zpracování nebo seti ozimé pšenice do nezpracované půdy uvádějí také Ermich, Hofmann (1983) a Hrubý (1989).

V našich pokusech zjištěné velké rozdíly ve výnosech ozimé pšenice pěstované po předplodinách s vyššími a nižšími nároky na vodu (po vojtěšce a po hrachu) a příznivý vliv nižší intenzity zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice pěstované po vojtěšce souvisí s mimořádně suchými podmínkami pokusného stanoviště (malé množství srážek, šterkopísková terasa v hloubce 0,7 až 1,0 m půdního profilu).

Výsledky pokusu celkově ukazují na možnosti využití minimalizačních technologií zpracování půdy v daných podmínkách (kukuřičná výrobní oblast, černozemní půda) u ozimé pšenice pěstované jak po hrachu, tak především po vojtěšce.

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného úkolu NAZV EP 0960006292 za podpory MZe ČR a v rámci výzkumného záměru J08: 432100001 za podpory MŠMT.

LITERATURA

Angelini L. G., Mazzoncini M., Tonioni A. (1997): Long-term effects of reduced tillage practices and differential nitrogen fertilization on yield and nutrient uptake of winter wheat. In: Proc. 14th ISTRO Conf. Agroecological and ecological aspects of soil tillage, Pulawy: 27–30.

Carman K. (1996): Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in Middle Anatolia. *Soil and Tillage Res.*, 40: 201–207.

Ermich D., Hofmann B. (1983): Möglichkeiten und Grenzen der pfluglosen Grundbodenbearbeitung nach Hackfrüchten zu Winterweizen auf Loßstandorten. *Tagungsberichte (Dtsch. Akad. Landwirtschaft.)*, 215: 253–259.

Hrubý J. (1987): Vliv rozdílné intenzity zpracování půdy na výnosy a technologickou kvalitu zrna ozimé pšenice. *Rostl. Vyr.*, 33: 459–469.

Hrubý J. (1989): Vliv rozdílného zpracování půdy na výnosotvorné prvky odrůd ozimé pšenice. *Rostl. Vyr.*, 35: 249–257.

Hrubý J. (1993): Výnosy a technologická kvalita zrna ozimé pšenice při různém zpracování půdy v řepařské výrobní oblasti. *Rostl. Vyr.*, 39: 895–902.

Hrubý J., Procházková B. (1991): Výnos a kvalita ozimé pšenice ve vztahu k různým agrotechnickým opatřením. *Rostl. Vyr.*, 37: 481–490.

Hůla J., Zelená L. (1995): Technika v postupech ochranného zpracování půdy k širokořádkovým plodinám. Metodika. Praha, ÚZPI.

Kováč K. (1998): Vplyv rôznej predplodiny, obrábania pôdy a hnojenia na výšku a štruktúru úrody a efektívnosť pestovania ozimnej pšenice. *Rostl. Vyr.*, 44: 133–139.

Maillard A., Neyroud J. A., Vez A. (1995): Results of a no-tillage experiment over more than 20 years at Changins. III. Physical properties. *Rev. Suisse Agric.*, 27: 5–10.

Mielke L. N., Wilhelm W. W. (1999): Comparisons of soil physical characteristics in long-term tillage winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil and Tillage Res.*, 49: 29–35.

Procházková B. (1986): Vliv různého zpracování lehké půdy na obsah půdní vody. *Rostl. Vyr.*, 32: 1215–1223.

Suškevič M. (1994): Dlouhodobé působení minimalizace zpracování půdy k jarnímu ječmeni a ozimé pšenici na výnosy a výrobnost osevního postupu. *Rostl. Vyr.*, 40: 817–823.

Suškevič M. (1995): Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. *Rostl. Vyr.*, 41: 55–58.

Suškevič M., Odložilík S. (1979): Ovlivnění obsahu půdní vody a výnosu zrna ozimé pšenice při minimálním zpracování půdy a seti do nezpracované půdy. *Rostl. Vyr.*, 25: 945–952.

Došlo 25. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Blanka Procházková, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 45 13 31 17, fax: + 420 5 45 13 31 07, e-mail: proch@mendelu.cz

ZAORÁVKA ŘEPNÉHO CHRÁSTU A JEHO VLIV NA OBSAH MINERÁLNÍHO DUSÍKU V PŮDĚ PŘI PĚSTOVÁNÍ JARNÍHO JEČMENE

PLOUGHING IN SUGAR BEET TOPS AND THE EFFECT ON THE CONTENT OF MINERAL NITROGEN IN THE SOIL DURING SPRING BARLEY CULTIVATION

K. Provazník, R. Richter, J. Zimolka

Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Changes in the content of $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ and mineral nitrogen (N_{min}) were studied in field experiments conducted in 1997 to 1999 in a maize-growing region, 184 m altitude, average annual temperature 9.2 °C and sum of precipitation 484 mm. The soil type is fluvial, the pH neutral to slightly alkaline, the content of P, K, Ca, Mg satisfactory to good (Tab. III). Tab. V gives the scheme of the experiments and variants of fertilisation. The average monthly temperatures and precipitation for the experimental years and the 30-year average are given in Tabs. I and II. The beet tops were incorporated in mid-October (variant A) and mid-November (variant B). Variant C was grown without beet tops. Tab. IV gives the average chemical structure of the tops. The average amount of N, P, K, Ca and Mg in the soil supplied by the beet tops was 102 kg, 12 kg, 148 kg, 33 kg, 18 kg, respectively. Before the spring barley was seeded and during the main developmental stages, the soil was sampled from the 0 to 0.25 m layer (DC 13, 29, 39, 69, 92). The content of N_{min} , $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ was determined in fresh soil in an extract of 1% K_2SO_4 in a proportion of 1 part of soil and 5 parts of extract. $\text{NO}_3\text{-N}$ was determined using ISE and $\text{NH}_4\text{-N}$ with the indophenol method on UNICAM 8625 with a continuous-flow cell. Early incorporation of the beet tops into the soil significantly increased the content of nitrate nitrogen in the soil compared with the variant where the tops were incorporated late. The nitrogen doses in the mineral fertiliser increased the content of nitrate nitrogen in the soil (Fig. 2). Small changes were observed in the content of ammonia nitrogen which was influenced more by weather of the respective year and by mineral fertilisation than by the beet tops. The value of the index of nitrification (IN), which characterises the $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ ratio, showed that after early incorporation of the beet tops the major part of nitrogen was transformed to nitrate, while after late incorporation of the beet tops the IN value was not balanced until one month later when the demands of barley for nitrogen were lower.

Keywords: beet tops; spring barley; soil; N fertilisation and dynamics of N_{min} ; $\text{NO}_3\text{-N}$; $\text{NH}_4\text{-N}$

ABSTRAKT: V polních pokusech v letech 1997 až 1999 na variantách s časně i pozdně zapraveným řepným chrástem a bez řepného chrástu byl sledován v interakci s minerálním dusíkatým hnojením obsah $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ a N_{min} v půdě u vzorků zemin odebíraných během hlavních vývojových fází jarního ječmene. Byl potvrzen vysoce průkazný vliv ročníku, dávky minerálního dusíkatého hnojiva a termínu odběru půdních vzorků. Časné zapravení chrástu do půdy zvyšuje průkazně obsah nitrátového dusíku v půdě oproti variantě s pozdně zapraveným chrástem. Dávky dusíku v minerálním hnojivu zvyšovaly obsah nitrátového dusíku v půdě. K malým změnám došlo v obsahu amoniakálního dusíku, jehož hladina byla více ovlivněna roky a minerálním hnojením než chrástem. Hodnota indexu nitrifikace (IN), která charakterizuje poměr $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$, ukazuje, že u včasné zapraveného chrástu je podstatná část dusíku přeměněna až na nitrát, zatímco u variant s pozdně zaoraným chrástem se hodnota IN vyrovná až po jednom měsíci, kdy jarní ječmen má již menší nároky na dusík.

Klíčová slova: řepný chrást; jarní ječmen; půda; hnojení N a dynamika N_{min} ; $\text{NO}_3\text{-N}$; $\text{NH}_4\text{-N}$

ÚVOD

Pro zajištění rostlinné produkce je nutná vysoká využitelnost dusíku z půdní zásoby. Vyváženost vztahu mezi zdroji dusíku v půdě a jeho potřebou rostlinami je významným předpokladem ekonomické úspěšnosti pěst-

title. Z tohoto důvodu je třeba efektivně využívat živinový potenciál půd a minerálními hnojivy usměrňovat vstupy tak, aby byla zajištěna půdní úrodnost.

Vysoké vstupy dusíku se často projevují v jeho nižším využití rostlinami a větší akumulaci dusíkanů v půdním profilu (Haman et al., 1981; Bielek, 1984; Bízík, 1989). Vel-

kým problémem je efektivní využití nitrátové formy dusíku, která je v půdním profilu značně pohyblivá. Vaněk et al. (1999) uvádějí, že obsah nitrátů v půdách skupiny luvisolů je poměrně stabilní. V jarním období byly nalezeny vyšší hodnoty pouze po cukrovce, což je zdůvodňováno zvýšením mineralizovatelného dusíku po organickém hnojení.

Obsah minerálního dusíku v půdě je závislý na půdě, vlhkosti, oxidačně-redukčním potenciálu půd, pH, kvalitě organických dusíkatých látek v půdě a na hnojení. Uvedenými vlivy se zabývala celá řada autorů (Ložek et al., 1991; Ůlehlová, 1993; Neeteson, 1994; Vaněk et al., 1995; Nemeth, 1996).

Z pohledu přeměny dusíku v půdě mají nejvýznamnější postavení procesy spojené s jeho mineralizací a následnou tvorbou amoniakálního a zvláště nitrátového dusíku.

Zaoráváním řepného chrástu po sklizni cukrovky se půda obohacuje o lehce rozložitelnou organickou hmotu, která může výrazně ovlivnit obsah $N_{\min}$ v půdě. V příspěvku je zaměřena pozornost na dynamiku změn mineralizovatelného dusíku pod porostem jarního ječmene.

MATERIÁL A METODY

V letech 1997 až 1999 byly sledovány v polním pokusu s jarním ječmenem (odrůda Kompakt), založeném na pozemcích ŠZP MZLU Brno v Žabčicích, změny obsahu půdního dusíku. Stanoviště náleží do zemědělské výrobní oblasti kukuřičné. Nachází se v nadmořské výšce 185 m. Průměrné měsíční teploty a měsíční úhrny srážek jsou uvedeny v tab. I a II. Půdním typem je fluvizem. Agrochemické vlastnosti půdy uvádí tab. III.

Předplodinou pro jarní ječmen byla cukrovka hnojená hnojem v dávce 40 t.ha⁻¹, přičemž na variantě A byl po rozdrčení zapraven řepný chrást v polovině října, na va-

I. Průměrné měsíční teploty (°C) – Average monthly temperatures (°C)

Měsíc ¹	Rok ²				30letý průměr ³
	1996	1997	1998	1999	
1.	-3,5	-3,5	1,3	-0,8	-1,94
2.	-3,9	1,8	3,5	0,0	0,08
3.	0,7	4,3	4,0	6,4	4,44
4.	9,2	6,8	11,3	11,4	9,68
5.	15,8	15,5	15,6	15,8	14,82
6.	18,9	18,9	20,0	18,2	17,75
7.	18,7	18,7	20,6	21,2	19,63
8.	18,9	20,2	19,9	19,6	18,80
9.	11,8	14,4	14,5	18,4	15,00
10.	10,4	6,8	9,3	10,2	9,17
11.	5,9	4,4	1,3	3,8	4,01
12.	-3,7	2,0	-1,9	0,2	0,16
$\bar{x}$	8,3	9,2	10,0	10,4	9,23

¹month, ²year, ³30-year average

riantě B v polovině listopadu a u varianty C byl odklizen. Tab. IV uvádí průměrné výsledky chemických analýz řepného chrástu a jeho množství zapravené orbou v roce 1997 a 1998.

Schéma pokusu podává tab. V. Každá varianta byla realizována ve čtyřech opakováních při velikosti pokusných parcel 12,5 m². Na jaře bylo provedeno předseťové zpracování půdy (smyk + brány). Dusík byl aplikován v ledku amonném s vápencem v dávkách: N0 = 0, N1 = 30 a N2 = 50 kg N.ha⁻¹.

V průběhu vegetace byly odebrány vzorky půd z orničního profilu (0 až 0,25 m) v těchto vývojových fázích: I. odběr před výsevem, II. odběr DC 13, III. odběr DC 29, IV. odběr DC 39, V. odběr DC 69, VI. odběr DC 92.

Obsah $N_{\min}$ (NO_3^- -N a NH_4^+ -N) byl stanoven v čerstvé zemině ve výluhu 1% K_2SO_4 v poměru 1 díl zeminy a 5 dílů vyluhovačů. Obsah NO_3^- -N byl stanoven přímým potenciometrickým měřením iontově selektivní elektrodou a obsah NH_4^+ -N indolfenolovou metodou na přístroji UNICAM 8625 s průtokovou kytetou.

Pro statistické vyhodnocení byl použit program Unistat verze 4.53 s následným testováním podle Tukeye. Pro prezentaci výsledků byla zvolena grafická forma, kde u sloupkových grafů znázorňují chybové úsečky střední

II. Měsíční úhrny srážek (mm) – Monthly sums of precipitation (mm)

Měsíc ¹	Rok ²				30letý průměr ³
	1996	1997	1998	1999	
1.	24,8	14,3	12,0	13,0	24,0
2.	31,5	18,6	2,8	26,3	25,0
3.	20,4	25,6	15,3	33,4	24,1
4.	50,5	14,3	37,0	52,9	31,4
5.	50,1	51,4	17,1	51,8	63,2
6.	75,7	72,7	69,3	73,2	67,7
7.	43,4	272,7	51,2	84,3	55,1
8.	95,1	37,4	40,8	10,0	56,7
9.	42,4	15,3	128,2	33,1	38,2
10.	45,4	23,7	70,8	8,7	32,4
11.	23,4	77,1	24,9	41,6	34,4
12.	16,0	37,3	10,8	25,2	27,9
Σ	518,7	660,4	480,2	453,5	484,0

¹month, ²year, ³30-year average

III. Agrochemické vlastnosti půdy před založením pokusu – Agrochemical soil properties before the establishment of the experiment

Rok ¹	pH/KCl	Přístupné živiny ² – Mehlich II (mg.kg ⁻¹)			
		P	K	Ca	Mg
1997	6,7	92	194	4340	361
1998	6,9	67	209	4430	323
1999	7,0	102	254	5228	352

¹year, ²available nutrients

Rok ¹	Výnos ² (t.ha ⁻¹)	Sušina ³ (%)	Obsah hlavních makroprvků ⁴ (% v sušině ⁵)				
			N	P	K	Ca	Mg
1997	23,96	21,15	2,12	0,28	4,15	0,88	0,41
1998	18,80	14,55	3,55	0,37	3,16	0,76	0,54

¹year, ²yield, ³dry matter, ⁴content of the main macro-elements, ⁵in dry matter

V. Schéma pokusu – Scheme of experiment

Varianta ¹	Hladina N ² (kg.ha ⁻¹)	Aplikace chrástu ³
A N0	–	polovina října ⁴
A N1	30	polovina října
B N0	–	polovina listopadu ⁵
B N1	30	polovina listopadu
C N0	–	odklizen ⁶
C N1	30	odklizen
C N2	50	odklizen

¹variant, ²N level, ³incorporation of beet tops, ⁴ mid-October, ⁵mid-November, ⁶removed

chybu průměrné hodnoty a malá písmena označují difference, které jsou statisticky významné při $P < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Aplikaci řepného chrástu se teoreticky dodalo do půdy na podzim v průměru 102 kg N. Dále se do půdního prostředí vrátilo zaoráním chrástu 12 kg P, 148 kg K, 33 kg Ca a 18 kg Mg. Při průměrné objemové hmotnosti půdy 1,5 g.cm⁻³ tak představuje zaorání řepného chrástu obohacení o 26 mg N.kg⁻¹ zeminy. Vypočítané hodnoty minimální průkazné difference uvádí tab. VI.

Ze statistického vyhodnocení obsahu N_{min} v půdě (obr. 1) vyplývá, že vysoce průkazně byl jeho obsah ovlivněn ročníkem, dávkou použitého minerálního dusíkatého hnojiva, termíny odběru, interakcí minerálního hnojení N × termíny, termíny × roky a minerálního hnojení N × termíny × roky. Průkazně byl ovlivněn interakcí minerálního hnojení N × roky. Aplikace řepného chrástu neměla průkazný vliv na jeho obsah. Dynamika obsahu N_{min} v půdě během vegetačního období u jednotlivých variant je znázorněna na obr. 5 a 6.

Aplikace dusíku v dávce N1 v minerálním hnojení (obr. 1) oproti nehnojené variantě (N0) zvýšila obsah N_{min} v půdě vysoce průkazně (o 25,4 %). Ještě vyšší nárůst (o 35,4 %) byl zaznamenán u varianty N2. Mezi variantami N1 a N2 nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Potvrdilo se, že minerální hnojení zvyšuje obsah N_{min} v půdě, což prokázali též Baier et al. (1989) a Petr et al. (1995). Mezi všemi pokusnými roky byl zjištěn vysoce průkazný rozdíl.

Doba odběru půdních vzorků během vývoje jarního ječmene se projevila výrazně v poklesu obsahu N_{min} a NO₃-N (obr. 2) od počátku vegetace až do fáze mléčné zralosti. Statistická průkaznost změn v průběhu sledovaného období (obr. 1) potvrzuje vývoj dynamiky půdního dusíku v souladu s řadou autorů (Richter et al., 1999; Vaněk et al., 1999 aj.).

Nejvyšší hodnota byla zjištěna u II. odběru (DC 13, 24,9 mg.kg⁻¹), kdy obsah N_{min} je vysoce průkazně vyšší než v dalších termínech odběrů, na čemž se hlavně podílí nitrátový dusík. V době intenzivního růstu jarního ječmene se snižuje obsah N_{min} v půdě. Od IV. odběru (DC 39) do sklizně nebyla zjištěna průkaznost rozdílů v obsahu minerálního dusíku v půdě, kdy dochází k neustálému snižování obsahu NO₃-N vzhledem k celkovému N_{min} , což také odpovídá závěrům z literatury (Ložek et al., 1991).

Největší podíl na celkové variabilitě obsahu N_{min} v půdě měly termíny odběru (48,1 %) a povětrnostní podmínky pokusných roků (21,6 %). Minerální výživa se podílela 10,1 %.

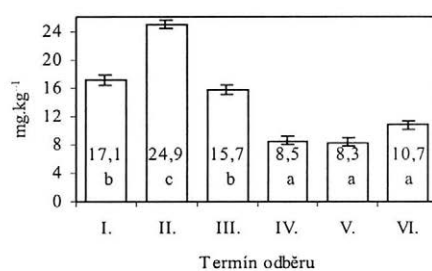
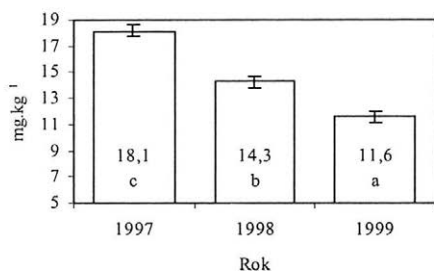
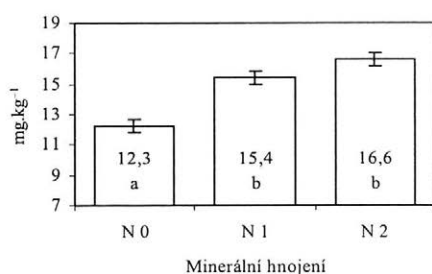
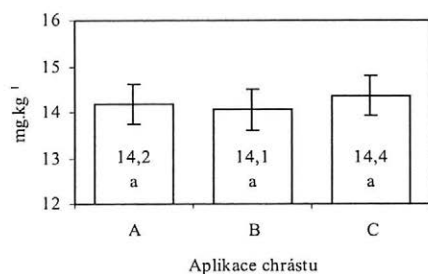
Na obsah nitrátového dusíku (obr. 2) v půdě vysoce průkazně působí ročník, dávka minerálního dusíkatého hnojiva, termín odběru, interakce minerálního hnojení N × termíny, minerálního hnojení N × roky, termíny × roky a minerálního hnojení N × termíny × roky. V pokusech byl prokázán u této formy dusíku průkazný vliv zaorání chrástu.

Časná aplikace chrástu (A) zvyšuje průkazně obsah nitrátového dusíku v půdě oproti variantě s pozdně zapraveným chrástem (B). U varianty bez zapraveného chrástu

VI. Hodnoty minimální průkazné difference (Tukey) – Values of minimal significant difference (Tukey)

		N_{min}	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N: NH ₄ -N
		(mg.kg ⁻¹)			
Aplikace chrástu ¹	$D_{0,05}$	1,508	0,897	1,049	0,712
	$D_{0,01}$	1,971	1,172	1,371	0,930
Dávka N v průmyslovém hnojení ²	$D_{0,05}$	1,508	0,897	1,049	0,712
	$D_{0,01}$	1,971	1,172	1,371	0,930
Termín odběru ³	$D_{0,05}$	2,745	1,633	1,910	1,296
	$D_{0,01}$	3,394	2,019	2,361	1,602
Roky ⁴	$D_{0,05}$	1,508	0,897	1,049	0,712
	$D_{0,01}$	1,971	1,172	1,371	0,930

¹incorporation of beet tops, ²N dose in industrial fertiliser, ³date of sampling, ⁴years



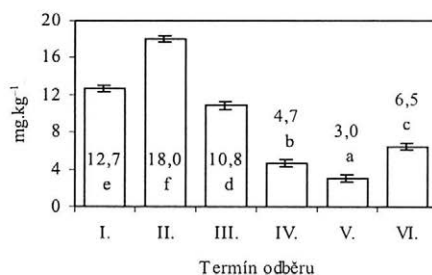
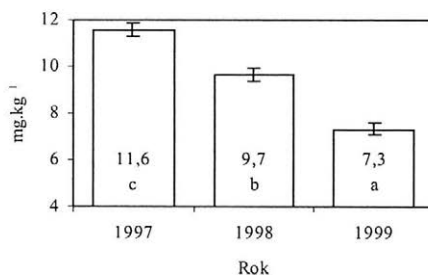
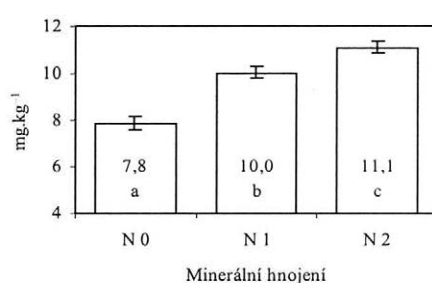
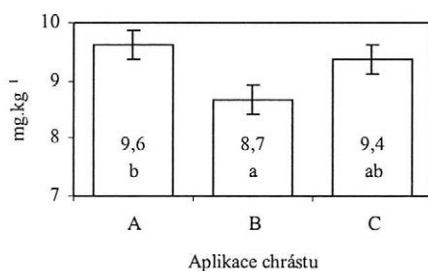
1. Obsah N_{min} – N_{min} content

aplikace chrástu – incorporation of beet tops

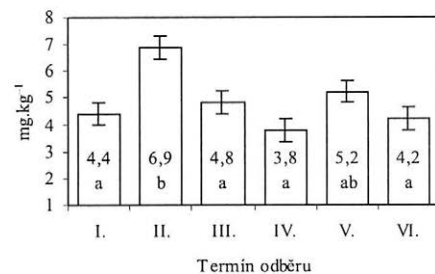
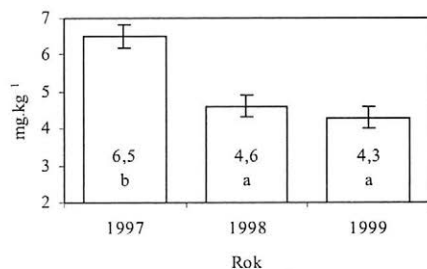
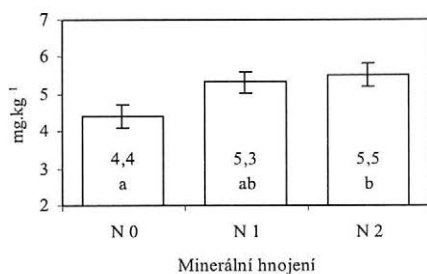
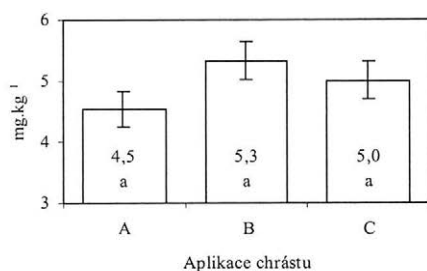
minerální hnojení – mineral fertilisation

rok – year

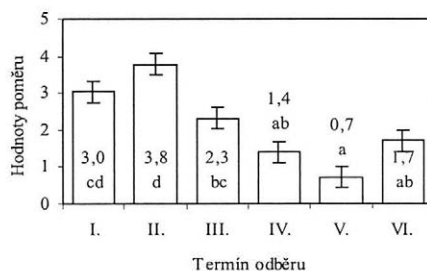
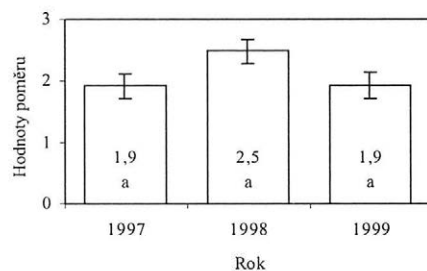
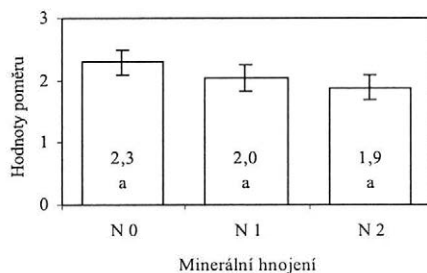
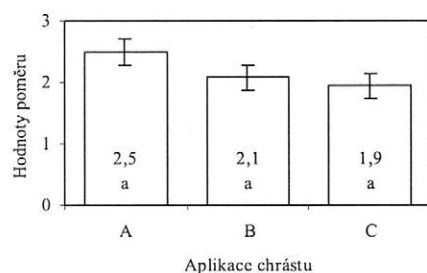
termín odběru – date of sampling



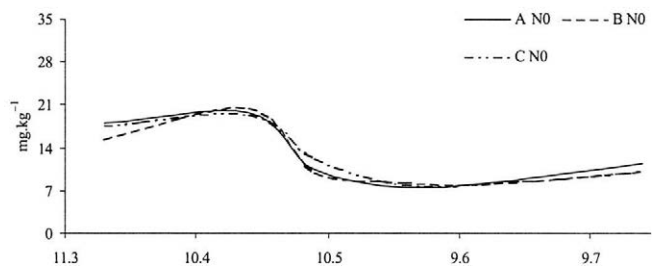
2. Obsah NO_3-N – NO_3-N content



3. Obsah $\text{NH}_4\text{-N}$ – $\text{NH}_4\text{-N}$ content

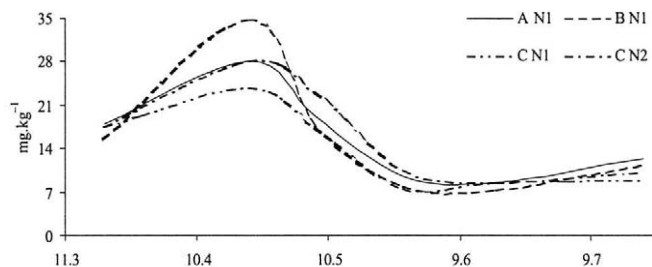


4. Hodnoty poměru $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ – Values of $\text{NO}_3\text{-N}$: $\text{NH}_4\text{-N}$ ratio

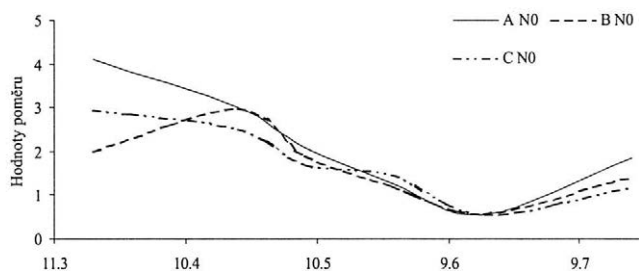


5. Obsah $N_{\min}$ v půdě v mg.kg^{-1} u variant bez aplikace N v minerálním hnojivu (1997–1999) – Content of $N_{\min}$ in soil in mg.kg^{-1} in variants without the application of N in mineral fertiliser (1997–1999)

osa x: datum – x axis: date

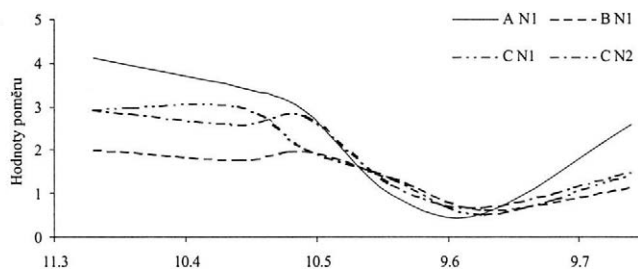


6. Obsah $N_{\min}$ v půdě v mg.kg^{-1} u variant s aplikací N v minerálním hnojivu (1997–1999) – Content of $N_{\min}$ in soil in mg.kg^{-1} in variants with the application of N in mineral fertiliser (1997–1999)



7. Poměr $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ v půdě u variant bez aplikace N v minerálním hnojivu (1997–1999) – $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ ratio in soil in variants without the application of N in mineral fertiliser (1997–1999)

osa y: hodnoty poměru – y axis: ratio values



8. Poměr $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ v půdě u variant s aplikací N v minerálním hnojivu (1997–1999) – $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ ratio in soil in variants with the application of N in mineral fertiliser (1997–1999)

(C) se obsah $\text{NO}_3\text{-N}$ průkazně neliší od variant A i B. Pozdní zapravení řepného chrástu (polovina listopadu) snížilo obsah nitrátového dusíku v půdě. Jeho hodnota je ovlivněna výsoce průkazně i všemi pokusnými roky.

Se zvyšující se dávkou dusíku v minerálním hnojivu se průkazně měnil obsah nitrátového dusíku v půdě. Nejvyšší hodnoty byly prokázány u varianty N2 (vyšší o 41,5 % než u N0), nižší u varianty N1 (vyšší o 27,8 % než u N0) a nejnižší obsah měla varianta nehnojená N0 (7,8 mg.kg⁻¹). Potvrdilo se shodně s výsledky, které publikovali Bielek (1984) a Kubicová (1991), že dusíkatým hnojením se zvýšil obsah dusičnanů v půdním minerálním dusíku.

Mezi jednotlivými termíny odběru byla zjištěna statistická průkaznost, která koresponduje s údaji o vývoji intenzity nitrifikace, jak uvádí Bielek (1984). Z obr. 2 je patrné průkazné zvýšení obsahu $\text{NO}_3\text{-N}$ do II. odběru (DC 13) a následný pokles až do V. odběru (DC 69). Po tomto odběru dochází k jeho průkaznému zvýšení až do období sklizně (VI. odběr).

Termíny odběru měly největší podíl na celkové variabilitě obsahu nitrátového dusíku, a to 54,8 %. Povětrnostní podmínky pokusných roků se podílely 15,5 % a minerální výživa 7,9 %.

Výsoce průkazný vliv na obsah amoniakálního dusíku v půdě měl ve sledovaných pokusných letech ročník a termíny odběru (obr. 3). Aplikace chrástu ani různá dávka minerálního dusíkatého hnojiva neměly průkazný vliv na jeho obsah v půdě, i když tendence jeho zvýšení se ukazují u chrástu pozdně zaoraného (varianta B).

Ročník 1997 měl vůči dalším pokusným rokům (1998, 1999) výsoce průkazně vyšší obsah $\text{NH}_4\text{-N}$. Jak je zřejmé z obr. 3, u termínů odběru nelze hovořit o jednoznačném trendu. II. odběr (DC 13) má průkazně vyšší obsah vzhledem k I., III., IV. a VI. odběru, ale mezi těmito termíny nebyl zjištěn průkazný rozdíl.

Při hodnocení podílu jednotlivých faktorů na celkové variabilitě obsahu $\text{NH}_4\text{-N}$ v půdě nebylo zjištěno výraznější působení žádného ze sledovaných faktorů. Povětrnostní podmínky pokusných roků se podílely 26,0 %, termíny odběru 14,5 % a minerální výživa 9,1 %.

Vztah mezi amonizací a nitrifikací charakterizuje poměr $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$, který je ukazatelem intenzity nitrifikace IN (Richter et al., 1999). Průběh hodnot IN znázorňuje obr. 7 a 8.

Hodnota IN je ovlivněna průkazně pouze termíny odběru a interakcí termíny × roky (obr. 4). Ostatní sledované faktory neovlivňují jeho hodnotu. Na počátku jara dochází k průkaznému zvýšení poměru $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$. Zvláště u variant s časně zapraveným chrástem to svědčí o tom, že lehce mineralizovatelné dusíkaté látky jsou přeměněny přes amoniak nitrifikací na nitrátový dusík. Odlišnou situací se vyznačuje varianta s pozdně zapra-

veným chrástem. V důsledku rozkladu jednoduchých dusíkatých látek vznikl amoniakální dusík, který v odlišných povětrnostních podmínkách (nižší teploty) setrval v půdě a snižoval hodnotu IN. Po II. odběru (DC 13) se hodnota IN snižuje a nejnižší hodnoty (0,7) dosahuje při V. odběru (DC 69), která se však průkazně neliší od poměru zjištěného ve IV. a VI. termínu odběru.

Publikace vznikla na základě finančních prostředků NAZV projektu EP 7081 a výzkumného záměru MŠMT-CEZ 2.308/98: 432100001/09.

LITERATURA

- Baier J., Bartošová Z., Dohnalová J., Škrečková V. (1989): Minerální dusík v půdním profilu ekologicky odlišných stanovišť. Rostl. Vyr., 35: 1255–1264.
- Bielek R. (1984): Dusík a jeho premeny. Bratislava, Príroda.
- Bízík J. (1989): Podmienky optimalizácie výživy rastlín dusíkom. Bratislava, Veda.
- Haman F., Richter R., Hlušek J. (1981): Studium některých faktorů ovlivňujících obsah nitrátů v orní zemině černozemě v průběhu vegetace. Acta Univ. Agric., 3–4: 157–164.
- Kubicová Z. (1991): Vplyv hnojenia na rozmiestnenie anorganického dusíka v pôde. Rostl. Vyr., 37: 453–461.
- Ložek O., Bízík J., Fecenko J. (1991): Dynamika anorganického dusíka v půdě a jej vplyv na úrodu a kvalitu jarného jačmeňa. Rostl. Vyr., 37: 441–451.
- Neeteson J. J. (1994): Nitrogen mineralization in agricultural soils. Eur. J. Agron., 3: 255–383.
- Nemeth T. (1996): Nitrogen balances in long-term field experiments. In: Fertilizers and environment. Netherlands, Kluwer Acad. Publ.: 31–37.
- Petr J., Vaněk V., Procházka J., Najmanová J. (1995): Vliv dlouhodobého hnojení na obsah mineralizovatelného dusíku v půdě. Rostl. Vyr., 41: 109–114.
- Richter R., Pokorný E., Zimolka J., Onderka M. (1999): Ploughing-down sugar beet tops and the effect on the forms of mineral nitrogen in the soil. In: Contemporary state and perspectives of the agronomical practices after year 2000. Troubsko, VÚP: 58–61.
- Úlehlová B. (1993): The nitrogen cycle. In: Rychnovská M.: Structure and functioning of seminatural meadows. Praha, Academia: 277–300.
- Vaněk V., Němeček R., Balík J. (1999): Změny obsahu nitrátů v hnědozemích. Rostl. Vyr., 45: 519–524.
- Vaněk V., Petr J., Najmanová J., Pavlíková D. (1995): Vliv dlouhodobého hnojení na obsah mineralizovatelného dusíku v půdě. Rostl. Vyr., 41: 109–114.

Došlo 25. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Karel Provazník, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 45 13 33 45, fax: + 420 5 45 13 30 96, e-mail: provaz@mendelu.cz

15. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE ISTRO

V texaském městě Fort Worth se ve dnech 2. až 7. července 2000 konala 15. konference ISTRO (International Soil and Tillage Research Organization). Členové a sympatizanti této organizace se scházejí jednou za tři roky v různých zemích světa, aby předložili nejnovější poznatky z oblasti rostlinné produkce, zpracování půdy, zakládání porostů polních plodin a dalších vědních disciplín, které se k těmto tématům vztahují. Na konferenci ve Fort Worthu bylo přítomno 306 účastníků ze 49 zemí světa, kteří prezentovali celkem 213 příspěvků buď v ústním podání, nebo na posterech, což během pouhých čtyř dnů umožnila souběžná jednání vždy v několika z osmi tematických sekcí:

1. Zpracování půdy pro setrvalou rostlinnou produkci
2. Zpracování půdy a půdní biologie / ekologie
3. Zpracování půdy v low-input systému / rostlinná produkce v oblastech s limitovanými zdroji
4. Role zpracování půdy v precizním zemědělství
5. Vliv zpracování půdy na kvalitu půdy a vody a na mechanismy půdní eroze
6. Využití organické hmoty při zpracování půdy, zakládání porostů polních plodin
7. Nové metody a modely, charakterizující zónu zpracování
8. Zpracování půdy a sekvence uhlíku

Konference probíhala v Kongresovém centru hotelu Worthington. Jedním z bodů programu byla schůzka zástupců národních poboček ISTRO. Schůzce předsedal prezident organizace ISTRO John E. Morrison z Texasu, zprávu o činnosti ISTRO přednesl generální sekretář Birl Lowery z Wisconsinu a zprávu o hospodaření organizace pokladník Richard Guy z Francie. Schůzky se zúčastnili zástupci z jedenácti zemí světa – Austrálie, Bulharska, ČR, Estonska, Francie, Maďarska, Polska, Rumunska, Ruska, Spojených států amerických a Ukrajiny. Jako noví členové organizace ISTRO byli představeni zástupci z Keni a Číny.

Dalším bodem programu schůzky byly krátké zprávy zástupců poboček ISTRO o aktivitách vlastní pobočky, o plánech činnosti v budoucím období, o konaných konferencích a seminářích a informace o tom, jakým přínosem jsou pobočky pro zemědělskou vědu a praxi v jednotlivých

zemích. Současně byla podána informace o situaci v zemědělství v jednotlivých státech, o uplatňování minimalizačních technologií jako půdoochranného systému zvláště proti erozi. Byla projednána též možnost mezinárodní spolupráce v zemědělském výzkumu formou společných projektů, a tím i cesta možné finanční podpory. Byly diskutovány problémy jednotlivých zemí z hlediska vědeckého i ekonomického a otázky týkající se publikování ve vědeckém časopise ISTRO Soil & Tillage Research.

Velmi zajímavá byla celodenní exkurze na farmy do blízkého okolí, kde bylo vidět, jak farmy prosperují v dobrých ekonomických podmínkách a jak mohou přežít ekonomicky obtížná období (využívání metod rizikového hospodaření, vhodných nástrojů marketingu apod.), dále byly v porostech sóji, bavlny a čiroku demonstrovány různé technologie zpracování půdy a zakládání porostů. Nakonec byl představen hydrologický projekt, jehož cílem je pomocí soustavy nádrží na místních vodotečích zajistit dostatek vody pro období sucha a eliminovat škody v případě záplav a povodní.

Z jednání konference vyplynul jednoznačně pozitivní efekt ochranných technologií zpracování půdy, aplikovaných ve vhodných podmínkách, na stabilizaci a následné zlepšování kvality půdy, na ochranu půdní vláh, na eliminaci účinků půdní a větrné eroze, na redukci utužení ornice a podomíči a na celkové zlepšování fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. To všechno pochopitelně přispívá ke zlepšování produkčních podmínek pěstovaných plodin. Co se týká ekonomického pohledu, u půdoochranných technologií je nutné i přes vyšší investice na zakoupení potřebné techniky vidět především prokazatelně nižší provozní náklady a podstatný nárůst produktivity práce.

V závěru konference převzal na příští tříleté období pravomoci a povinnosti prezidenta organizace ISTRO Jeff Tullberg z Austrálie, kde by se v Brisbane na University Queensland měla konat v roce 2003 další, v pořadí již 16. celosvětová konference ISTRO.

Všechny příspěvky včetně základních údajů o konferenci byly vydány na CD-ROM a pro zájemce jsou k dispozici u autorů tohoto příspěvku.

*Ing. Miloslav Javůrek, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně
Ing. Barbora Badalíková, Výzkumný ústav pícninářský, s. r. o., Troubsko*

VLIV NĚKTERÝCH AGROTECHNICKÝCH FAKTORŮ NA RŮST A VÝNOS ZRNA OZIMÉ PŠENICE (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

THE EFFECT OF SOME AGRONOMICAL FACTORS ON GROWTH AND GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

T. Dryšlová

Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Czech Republic

ABSTRACT: In the field small-plot trial conducted in the years 1996 to 1999, effects of forecrop, sowing date with recommended sowing rate, variety (Hana, Astella) and nitrogen doses on growth and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) were studied (Tab. I). The experiments were carried out in sugar beet-growing region in Kroměříž (mean annual temperature 8.7 °C, mean annual precipitation sum 599 mm) on the experimental fields of Agricultural Research Institute Kroměříž, s. r. o. Plant samples were taken during three growing periods and Feekes stage of growth, number of plants and dry matter weight of above-ground parts were determined in each plant sample. Winter wheat was harvested in full maturity stage and grain yield with 15% moisture was determined. Increasing dry matter of above-ground parts of winter wheat plants during growing periods and their Feekes growth stage in sampling date are presented in Tab. II. Initial growth of winter wheat plants was affected expressively by the sowing date. The weight differences of plants from different sowing date were decreased during growing period. In flowering Feekes growth stage the highest weight was reached with plants from sowing date in agricultural limit. Average grain yield by studied variants of winter wheat growing (1996 to 1999) is presented in Fig. 1. On the average over all variants and over three years of winter wheat growing grain yield was 5.57 t.ha⁻¹. The highest grain yield 8.02 t.ha⁻¹ was reached with sowing date in agricultural limit, Astella variety, with higher nitrogen dose (120 kg.ha⁻¹) and with alfalfa forecrop. Analysis of variance achieved significant effect of studied agronomical factors (Tab. III). Grain yield from experiment variants with alfalfa forecrop was 0.51 t.ha⁻¹ higher than grain yield from variants after maize forecrop and 0.90 t.ha⁻¹ higher than grain yield from variants after spring barley. Grain yield from experiment variants with sowing date in agricultural limit was 0.83 t.ha⁻¹ higher than grain yield from variants with sowing date after agricultural limit and 1.29 t.ha⁻¹ higher than grain yield from variants with sowing date before agricultural limit.

Keywords: winter wheat; growth; yield; forecrop; sowing date; nitrogen dose

ABSTRAKT: V přesném maloparcelkovém polním pokusu, založeném v řepařské výrobní oblasti v letech 1996 až 1999, byl sledován vliv předplodiny, termínu setí, odrůdy a rozdílné dusíkaté výživy na růst rostlin a výnos zrna ozimé pšenice (*Triticum aestivum* L.). Počáteční růst rostlin byl ovlivněn především termínem setí. Před nástupem zimy byly rostliny z variant s časným termínem setí ve fázi začátku odnožování, zatímco rostliny s výsevem v agrotechnické lhůtě ve fázi 1. až 3. listu a rostliny z variant s pozdním termínem setí pouze ve fázi vzcházení. Hmotnosti rostlin z variant s odlišnými termíny výsevu se během další vegetace vyrovnávaly a stíraly se také rozdíly v růstových fázích. Ve fázi kvetení byla nejvyšší hmotnost u rostlin z variant s termínem setí v agrotechnické lhůtě. Výnos zrna byl po předplodině vojtěšce o 0,51 t.ha⁻¹ vyšší než po kukuřici a o 0,90 t.ha⁻¹ vyšší než po jarním ječmeni. Výnos zrna z variant s výsevem v agrotechnické lhůtě byl vyšší o 0,83 t.ha⁻¹ oproti výsevu pozdnímu a o 1,29 t.ha⁻¹ oproti výsevu časnému. Odrůda Astella měla vyšší výnos zrna než odrůda Hana o 1,71 t.ha⁻¹. Zvýšením dávky dusíku ze 40 na 120 kg.ha⁻¹ byl zvýšen výnos zrna u odrůdy Hana o 0,61 t.ha⁻¹ a u odrůdy Astella o 0,66 t.ha⁻¹. Analýza rozptylu potvrdila signifikantní vliv sledovaných agrotechnických faktorů.

Klíčová slova: ozimá pšenice; růst; výnos; předplodina; termín setí; dávka dusíku

ÚVOD

Ozimá pšenice je v ČR rozhodující obilninou a její produkce má zásadní význam pro vytváření optimálních

proporcí mezi rostlinnou a živočišnou výrobou a zásobováním obyvatelstva potravinami. Pěstuje se ve všech výrobních podmínkách a zaujímá téměř čtvrtinu orné půdy a téměř polovinu plochy obilnin. Ze všech druhů

obilnin má největší předpoklady pro intenzifikaci produkce (Křen et al., 1998).

Ozimá pšenice je nejnáročnější obilninou na půdní podmínky a živiny. Zvláště v období intenzivního růstu od konce odnožování do mléčné zralosti je velmi náročná na dusík. Optimalizace výživy při praktickém pěstování pšenice je však obtížná. Metody diagnostiky výživy rostlin proto zahrnují též sledování dynamiky akumulace sušiny rostlin. Každé zpomalování tvorby sušiny oproti standardu, který zaručuje dosažení vysokého výnosu, je známkou disproporcí, vzniklých při absorpci vegetačních (existenčních) činitelů. V poslední době je patrná snaha využít dynamiku tvorby sušiny v průběhu vegetace nejen k detekci nedostatků a jejich příčin v procesu metabolismu, ale i jako kritéria pro prognózu finálního výnosu (Baier et al., 1987).

I. Schéma pokusu a označení variant – Experiment layout and marking of variants

Číslo varianty ¹	Předplodina ²	Termín setí ³	Odrůda ozimé pšenice ⁷	Celková dávka N ⁸ (kg.ha ⁻¹)
1	vojtěška ³	I.	Hana	40
2			Astella	120
3			Hana	40
4			Astella	120
5		II.	Hana	40
6			Astella	120
7			Hana	40
8			Astella	120
9	jarní ječmen ⁴	I.	Hana	40
10			Astella	120
11			Hana	40
12			Astella	120
13		II.	Hana	40
14			Astella	120
15			Hana	40
16			Astella	120
17	kukuřice ⁵	III.	Hana	40
18			Astella	120
19			Hana	40
20			Astella	120

I. časný výsev (250 klíčivých semen.m⁻²) – sowing before agricultural limit (250 germinable seeds.m⁻²)

II. výsev v agrotechnické lhůtě (350 klíčivých semen.m⁻²) – sowing in agricultural limit (350 germinable seeds.m⁻²)

III. pozdní výsev (500 klíčivých semen.m⁻²) – sowing after agricultural limit (500 germinable seeds.m⁻²)

40 kg N = jednorázová aplikace před setím – single application before sowing

120 kg N = dělená aplikace – split application (40 kg N před setím – before sowing, 40 kg N regeneračně – regeneration, 40 kg N produkčně – production)

¹variant number, ²forecrop, ³alfalfa, ⁴spring barley, ⁵maize,

⁶sowing date, ⁷winter wheat variety, ⁸total N dose

Cílem práce bylo v řepařské výrobní oblasti sledovat a zhodnotit vliv vybraných agrotechnických faktorů na růst a výnos zrna dvou odlišných odrůd ozimé pšenice.

MATERIÁL A METODY

V přesném maloparcelkovém polním pokusu (tab. I) byl sledován vliv předplodiny, termínu setí s doporučeným výsevkem, odrůdy a rozdílné dusíkaté výživy na růst rostlin a výnos zrna ozimé pšenice (*Triticum aestivum* L.). Sledována byla odrůda Hana, s kvalitní pekárenskou jakostí (A), raná, nižšího vzrůstu, slabě odnožující, a odrůda Astella, s chlebovou pekárenskou jakostí (B), raná, nižšího vzrůstu, dobře odnožující a s produktivním kladem.

Pokusy byly založeny v letech 1996 až 1999 v řepařské výrobní oblasti v Kroměříži (průměrná roční teplota 8,7 °C a průměrný roční úhrn srážek 599 mm) na pokusné ploše Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s. r. o.

Výsev ozimé pšenice proběhl ve třech termínech: časný výsev (15. až 20. září), výsev v agrotechnické lhůtě (8. až 17. října) a pozdní výsev (20. října až 2. listopadu). Pokusné varianty byly založeny v pěti opakováních, velikost parcel byla 8 m².

Vzorky rostlin ozimé pšenice byly odebrány v pěti termínech během vegetace ve všech pokusných letech (tab. II). U odebraných rostlin (ve třech opakováních z plochy 0,125 m²) byla stanovena růstová fáze podle Feekese, počet rostlin a po očištění a usušení suchá hmotnost jejich nadzemních částí. Sklizeň byla realizována v plné zralosti maloparcelkovou sklízecí mlátičkou a výnos zrna byl přepočten na 15% vlhkost.

Získané výsledky byly zpracovány na PC s využitím programu Excel 97 pro výpočet intervalu spolehlivosti středních hodnot výnosů zrna a pro grafické znázornění a programu Statgraphics v. 5.1 pro výpočet analýzy rozptylu s následným testováním podle Tukeye a pro korelační analýzu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Růst rostlin

Růst rostlin ozimé pšenice během vegetace je charakterizován změnami jejich suchých hmotností v jednotlivých odběrech ve všech pokusných letech (tab. II). Dynamika tvorby biomasy je porovnatelná s výsledky některých autorů (Baier et al., 1987; Přikryl et al., 1990; Haberer et al., 1995).

Počáteční růst rostlin ozimé pšenice byl ovlivněn především termínem setí, s opožděním výsevu se suchá hmotnost rostlin snižovala. Před nástupem zimy byly rostliny z variant s časným termínem setí ve fázi začátku odnožování, zatímco rostliny s výsevem v agrotechnické lhůtě ve fázi 1. až 3. listu a rostliny z variant s pozdním

II. Dynamika růstu rostlin ozimé pšenice a jejich růstová fáze podle Feekese během vegetace v letech 1996 až 1999 v řepalské výrobní oblasti – Dynamics of growth of winter wheat plants and their Feekes growth stage during growing period in the years 1996 to 1999 in sugar beet-growing region

Datum odběru ¹			I. termín setí ²		II. termín setí		III. termín setí	
1996/1997	1997/1998	1998/1999	FS	DM	FS	DM	FS	DM
13. 11.	–	–	2	105–179	1.3	29–36	1	–
–	20. 11.	–	2	132–224	1.3	20–30	1	–
–	–	20. 11.	1.4–2	–	1.1	–	–	–
4. 3.	–	–	3	157–375	2	59–86	1.3	–
–	5. 3.	–	3	116–283	2	36–85	1.4–2	–
–	–	18. 3.	3	70–109	2	24–33	1.2	–
15. 4.	–	–	5–6	518–1053	5	248–358	2	62–100
–	16. 4.	–	6	400–1250	5	300–595	4	229–292
–	–	15. 4.	6–7	297–558	5–6	192–229	3	85–90
6. 5.	–	–	7–8	1008–2040	6–7	672–1093	6	268–397
–	7. 5.	–	8	1360–2440	7–8	1190–2950	7	725–1245
–	–	3. 5.	8–9	1350–2238	8	980–1950	7	327–810
3. 6.	–	–	10.5.1	4800–6780	10.5	5168–6864	10.2	4372–5524
–	4. 6.	–	10.5.1	3890–5727	10.5.1	5067–7180	10.5.1	4200–7090
–	–	8. 6.	10.5.3	4430–7550	10.5.3	4660–7790	10.5.3	3786–6940

FS = růstová fáze podle Feekese – Feekes growth stage

DM = rozmezí hodnot hmotnosti nadzemních částí rostlin, suchá hmotnost (mg na rostlinu) – value range of weight of plant above-ground part, dry matter weight (mg per plant)

¹sampling date, ²sowing date

termínem setí pouze ve fázi vzházení. Termín výsevu ozimé pšenice patří mezi významné počáteční faktory, podmiňující následně optimální strukturu a výnos zrna. Ranější setí je obecně hodnoceno příznivěji a zdůrazňováno při intenzivních systémech pěstování (Green et al., 1985; Tichý et al., 1990), může však být spojeno s nežádoucím výskytem některých živočišných škůdců i chorob a s rizikem přebujení porostu. V souvislosti s tím je propagováno ranější setí s možností sníženého výsevu (Křen, Benada, 1990). Naproti tomu pozdní setí zkracuje vegetační období, rostliny pomalu vzházejí, slabě na podzim zakořeňují, tvorba odnoží je minimální nebo žádná a rostliny nebývají dostatečně fyziologicky připrave-

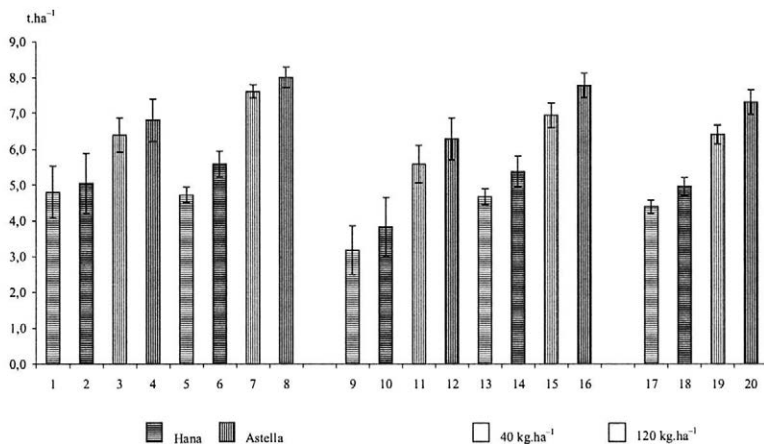
né na přezimování. Takto založené porosty v kombinaci s nepříznivým průběhem povětrnostních podmínek pak mohou být výnosově slabé (Marko, Hanobík, 1990).

Během vegetace se rozdíly v hmotnostech rostlin z variant s odlišnými termíny výsevu snižovaly a stíraly se také rozdíly v růstových fázích stanovených podle Feekese. Pro určitý výnos zrna musí být dosažena i určitá úroveň sušiny celkové nadzemní biomasy (Baier et al., 1987). V našich pokusech bylo převážně dosaženo nejvyšších výnosů zrna z variant s termínem setí v agrotechnické lhůtě a také u těchto variant byly zjištěny ve fázi kvetení nejvyšší hmotnosti sušiny nadzemní biomasy. Korelační analýzou byla prokázána statisticky vý-

III. Analýza rozptylu – Variance analysis

Zdroj variability ¹	SS ²	d.f. ³	MS ⁴	F-hodnota ⁵	Hladina významnosti ⁶
Ročník ⁷	3,866	2	1,933	6,25	0,0024
Předplodina ⁸	15,877	2	7,939	25,68	0,0000
Odrůda ⁹	254,850	1	254,850	824,38	0,0000
Dávka N ¹⁰	23,516	1	23,516	76,07	0,0000
Reziduum ¹¹	53,482	173	0,309		
Celkem ¹²	351,591	179			

¹source of variability, ²sum of squares of deviations, ³number of degree of freedom, ⁴mean square, ⁵F-value, ⁶level of significance, ⁷year, ⁸forecrop, ⁹variety, ¹⁰N dose, ¹¹residual, ¹²total



1. Průměrný výnos zrna ozimé pšenice v letech 1996 až 1999 v řepařské výrobní oblasti ($P > 95\%$) – Average grain yield of winter wheat in the years 1996 to 1999 in sugar beet-growing region ($P > 95\%$)
osa x: číslo varianty – x axis: variant number

znamná, středně silná závislost suché hmotnosti rostlin ve fázi kvetení a výnosu. Agrotechnická lhůta setí je příznivě hodnocena jak dosahovanými výnosy (Ulmann, 1989b), tak i jakostními ukazateli zrna (Muchová, 1992; Pelikán, Rozsypal, 1993).

Výnos zrna

Během tříletého sledovaného období byl dosažen průměrný výnos zrna ze všech pokusných variant $5,57 \text{ t.ha}^{-1}$. Nejvyšší průměrný ročníkový výnos byl $6,56 \text{ t.ha}^{-1}$ v roce 1997. Nejvyšší výnos v tříletém průměru byl dosažen u odrůdy Astella při výsevu v agrotechnické lhůtě a s celkovou dávkou dusíku 120 kg.ha^{-1} , a to $8,02 \text{ t.ha}^{-1}$ po předplodině vojtěšce.

Významnou úlohu při pěstování ozimé pšenice má předplodina, která podstatně mění půdní vlastnosti důležité nejen pro růst rostlin, ale i pro tvorbu klasu a zrna, a může ovlivňovat zásobení rostlin dusíkem. Důležitost předplodiny potvrzují i naše výsledky, korespondující s literaturou (Ulmann, 1989a, b). Po předplodině vojtěšce byl průměrný výnos zrna $6,05 \text{ t.ha}^{-1}$, po jarním ječmeni $5,15 \text{ t.ha}^{-1}$ a po kukurici $5,54 \text{ t.ha}^{-1}$.

Termín setí ozimé pšenice úzce souvisí s agroekologickými podmínkami pěstitelské oblasti, biologickými vlastnostmi pěstované odrůdy i s průběhem počasí v daném ročníku. Názory na vhodnost termínu setí jsou podrobněji diskutovány v kapitole týkající se růstu rostlin. Průměrný výnos zrna byl u variant s časným termínem setí $5,03 \text{ t.ha}^{-1}$, u variant setí v agrotechnické lhůtě $6,32 \text{ t.ha}^{-1}$ a u variant s pozdním termínem setí $5,49 \text{ t.ha}^{-1}$. Průměrný výnos zrna byl u odrůdy Hana $4,74 \text{ t.ha}^{-1}$ a u odrůdy Astella $6,45 \text{ t.ha}^{-1}$.

V současných podmínkách snížené spotřeby hnojiv vystupuje do popředí racionalizace dávek živin se zřete-

lem na jejich maximální efektivnost. Hnojení dusíkem zásadně ovlivňuje nejen výši výnosu a jeho kvalitu, ale i ekonomickou a energetickou efektivnost hnojení (Vnuk, Ložek, 1995). V této práci byly sledovány varianty s výrazně odlišnými dávkami dusíku. Dávka 40 kg.ha^{-1} jako příklad současněho trendu hospodaření s nízkými vstupy (Petr, Škeřík, 1999) a dávka 120 kg.ha^{-1} jako často standardně volené hnojařské opatření. U odrůdy Hana s dávkou 40 kg.ha^{-1} byl dosažen průměrný výnos zrna $4,36 \text{ t.ha}^{-1}$, s celkovou dávkou 120 kg.ha^{-1} $4,97 \text{ t.ha}^{-1}$. U odrůdy Astella s dávkou 40 kg.ha^{-1} byl dosažen průměrný výnos zrna $6,59 \text{ t.ha}^{-1}$, s celkovou dávkou 120 kg.ha^{-1} $7,25 \text{ t.ha}^{-1}$.

Statistické hodnocení vlivu agrotechnických faktorů je uvedeno v tab. III, ze které je patrný signifikantní vliv sledovaných agrotechnických faktorů. Tříleté průměrné výnosy zrna ozimé pšenice, dosažené na jednotlivých pokusných variantách, včetně konfidenčních intervalů, jsou uvedeny na obr. 1. U variant z časněho termínu setí je variabilita výnosů nejvyšší (obr. 1), zatímco u variant se setím v agrotechnické lhůtě a s pozdním setím je výnosová variabilita nižší, a zároveň na těchto variantách se signifikantně projeví vyšší dávky dusíku u obou odrůd zvýšeným výnosem zrna.

Výzkum byl realizován na základě finanční podpory NAZV MZE ČR v rámci projektu EP 0960006069.

LITERATURA

- Baier J. et al. (1987): Dynamika tvorby sušiny nadzemní biomasy ozimé pšenice při různých výnosových hladinách. Rostl. Vyr., 33: 231–240.
Green C. F. et al. (1985): Time of sowing and the development of winter wheat. J. Agric. Sci., 105: 217–221.

- Haberle J., Svoboda P., Bláha L. (1995): Porovnání hmotnosti nadzemních částí a kořenů starých a současných odrůd ozimých obilnin. *Rostl. Výr.*, 41: 511–516.
- Křen J., Benada J. (1990): Možnosti snižování výsevků obilnin. *Úroda*, 38: 343–345.
- Křen J. et al. (1998): Metodika pěstování ozimých obilnin. Kroměříž, ZVÚ.
- Marko F., Hanobík A. (1990): Vliv agrotechnických opatření na úrodu ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 36: 827–832.
- Muchová Z. (1992): Technologická kvalita ozimé pšenice v závislosti od ročníka, termínu sejby a výsevu. *Rostl. Výr.*, 38: 727–732.
- Pelikán M., Rozsypal R. (1993): Termín setí ve vztahu k jakosti a výnosu zrna ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 39: 679–685.
- Petr J., Škeřík J. (1999): Výnosová odezva odrůd ozimé pšenice na nízké vstupy. *Rostl. Výr.*, 45: 525–532.
- Příkryl K., Flašarová M., Souček A. (1990): Dynamika tvorby biomasy, koncentrace dusíku, fosforu, draslíku, cukrů a nitrátového dusíku u ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 36: 153–162.
- Tichý F., Souček A., Pešek J. (1990): Analýza vlivu rozhodujících intenzifikačních faktorů na výnos a kvalitu ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 36: 581–592.
- Ulmann L. (1989a): Vliv předplodiny kukuřice na výnos a jakost ozimé pšenice a jarního ječmene při vyšším zastoupení obilnin v osevním postupu. *Rostl. Výr.*, 35: 153–160.
- Ulmann L. (1989b): Vliv intenzifikačních faktorů na výnos ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 35: 259–266.
- Vnuk L., Ložek O. (1995): Vliv dusíkaté výživy na úrodu ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 41: 517–520.

Došlo 25. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Tamara Dryšlová, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika,
tel.: + 420 5 45 13 31 13, fax: + 420 5 45 13 31 07, e-mail: dryslova@mendelu.cz

PLEVELNÉ ROSTLINY POLÍ, LUK A ZAHRAD

Jan Mikulka a kol.

Praha, Farmář 1999. 160 s., 490 obr.

Plevele se v posledních letech staly u nás jedním z neškodlivějších činitelů v rostlinné výrobě, což dokládá mj. i to, že přes 70 % chemických prostředků na ochranu rostlin v ČR zaujímají herbicidy. V důsledku změn v soustavách hospodaření na půdě v uplynulých desetiletích došlo k výrazným posunům, především k zúžení druhové skladby plevelného spektra na orné půdě, trvalých travních porostech i na nezemědělských plochách. Výskyt převládajících druhů plevelů se také výrazně změnil a ovlivnily jej nejen změny v systémech hospodaření na půdě, ale i rozšíření některých zavlečených plevelných druhů.

Výzkum plevelů má u nás dlouholetou tradici a projevuje se mj. ve zpřesňování postupů při snižování zaplevelení. Vyústil rovněž v řadě knižních i populárních publikací, které u nás vyšly v minulých desetiletích.

Na tuto tradici úspěšně navázala i nejnovější příručka, zpracovaná kolektivem významných vědeckých pracovníků. Celou problematiku regulace zaplevelení vidí její autoři v kontextu hospodaření na veškeré zemědělské půdě a v celé krajině. Zaměřují se na význam regulace zaplevelení na nezemědělské půdě, rumišťích, skládkách apod. i na stoupající celkové zaplevelení zejména neobdělávané půdy, neudržovaných luk a pastvin apod.

Publikace překvapuje především moderním pojetím, grafickým uspořádáním, zdařilými barevnými fotografiemi, věcným a stručným popisem širších herbologických aspektů i výstižným textem u jednotlivých plevelných druhů (celkem 111). První vydání této knihy bude nepochybně vítanou pomůckou nejen pro odborníky, ale i pro studenty a pracovníky v zemědělské prvovýrobě. Všich-

ni zájemci v ní naleznou nejnovější poznatky o výskytu a botanické charakteristice daného plevelného druhu i o efektivních způsobech regulace jejich výskytu pod tzv. prahy škodlivosti.

Ocenění zaslouží hlubší zaměření jednotlivých kapitol i jejich členění. Po zhodnocení vývoje a současné situace v zaplevelení (V. Kohout) je v následujících kapitolách věnována pozornost biologii plevelů a jejich vztahu k plodinám (Z. Martinková), jejich klasifikaci (J. Uhlík) i změnám druhového spektra plevelů (J. Mikulka). Autoři (J. Mikulka, D. Chodová) se zaměřili také na zcela aktuální problém – vznik rezistence plevelů vůči herbicidům, v jehož výzkumu dosáhli vynikajících výsledků, které jsou uznávány nejen u nás, ale i v zahraničí. Závěrečné kapitoly zahrnují metody regulace plevelů (J. Soukup) a vybrané plevelné druhy, stejně jako rejstřík jednotlivých druhů plevelů.

Kompendium úspěšně zaplňuje mezeru posledních téměř 20 let, kdy podobná publikace chyběla, a je v odborných kruzích i v oblasti prvovýroby ceněna pro její přínosnou obsahovou náplň, zpracování i názornou obrazovou a fotografickou dokumentaci. Stane se nepochybně významným pomocníkem při regulaci plevelů jak na orných půdách, tak i na trvalých travních porostech, v ovocných výsadbách apod., ale i na nezemědělských plochách. Text a obsah příručky odpovídá na aktuální problémy regulace plevelů a čtenář v ní nalezne i odpovědi na otázky současné prvovýroby. Bude i významným zdrojem poučení pro studenty středních a univerzitních zemědělských škol i pro pracovníky výzkumu.

Doc. Ing. František Vrkoč, Dr.Sc.

VYUŽITÍ KAPKOVÉ ZÁVLAHY A MIKROPOSTŘÍKU PŘI ZAVLAŽOVÁNÍ CHMELE

UTILIZATION OF TRICKLE IRRIGATION AND MICROSPRINKLING OF HOP IRRIGATION

L. Slavík

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

ABSTRACT: In the hop garden of the Hop Research Institute, s. r. o., at Žatec the effect of trickle irrigation and microsprinkling on the hop growth and yield was evaluated in the years 1995 to 1999. The requirement of supplementary irrigation was proved each year. In trickle irrigation $496 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ on average and in microsprinkling irrigation $1331 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ were supplied. Irrigation by microsprinklers increased the hop yield by $0.54 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ on average, trickle irrigation by $0.33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. The difference in the yields on irrigated variants was statistically significant in two years, in the others the significance was insignificant. Microsprinkling was favourably applied in formation of the habit of hop shrubs, conditioning, thermoregulation effect which led to decrease of air temperature in the area of hop shrub by as much as 5°C was proved. Yield efficiency 1 m^3 of irrigation water is higher in trickle irrigation ($0.68 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) compared with irrigation by microsprinkling ($0.39 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$). The consumption of irrigation water for formation of 1 kg of hop is lower by 1.05 m^3 in trickle irrigation. The hop cannot be cultivated in the Žatec region profitably without modern economical irrigation.

Keywords: hop; trickle irrigation; microsprinkling; hop yield; efficiency of irrigation water

ABSTRAKT: Na ploše chmelnice Chmelařského institutu, s. r. o., v Žatci byl v letech 1995 až 1999 sledován vliv kapkové závlahy a mikropostřiku na růst a výnos chmele. V každém roce byla prokázána potřeba doplňkové závlahy. Při závlaze kapkovou závlahou bylo v průměru dodáno $496 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ a při závlaze mikropostřikem $1331 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ vody. Závlaha mikropostřikovači zvýšila výnos chmele v průměru o $0,54 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, závlaha kapková o $0,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Rozdíl ve výnosech na zavlažovaných variantách byl statisticky průkazný ve dvou ročnících, v ostatních letech byla průkaznost nevýznamná. Mikropostřik se příznivě uplatnil při utváření habitu chmelových keřů, byl prokázán klimatizační, termoregulační efekt, který vedl ke snížení teploty vzduchu v prostoru chmelového keře až o 5°C . Výnosová účinnost 1 m^3 závlahové vody je vyšší při kapkové závlaze ($0,68 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) než při závlaze mikropostřikem ($0,39 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$). Spotřeba závlahové vody na tvorbu 1 kg chmele je při kapkové závlaze menší o $1,05 \text{ m}^3$. Bez moderních úsporných závlah nelze v žatecké oblasti rentabilně pěstovat chmel.

Klíčová slova: chmel; kapková závlaha; mikropostřik; výnos chmele; účinnost závlahové vody

ÚVOD

Konkurenceschopnost pěstitelů chmele je v klimatických podmínkách českých chmelařských oblastí podmíněna stabilitou výnosu chmele. Na trhu se uplatní pěstitel, který bude stabilně využívat potenciální výnosové schopnosti chmelnice i v ročnících s nedostatkem přirozených srážek. Srážkové podmínky nezaručují požadovaný výnos ani ve vegetačním období s průměrným úhrnem srážek. Důsledkem jsou výnosové deprese s vysokou frekvencí opakování, které znehodnocují vysoké náklady spojené s pěstební činností ve chmelnicích (Fric, 1994).

Nezastupitelným prostředkem pěstební technologie chmele jsou doplňkové závlahy. Cílem odborně vedeného zavlažování je eliminování výnosových depresí vy-

volaných výskytem vláhových deficitů chmele. Doplňkové závlahy chmele představují určující stabilizační prvek v tvorbě výnosu chmele, jsou předpokladem pro rentabilního pěstitele chmele, který bude způsobilý plnit své obchodní závazky ve všech ročnících, i v letech srážkově deficitních.

Výnosová účinnost odborně řízených a provozovaných závlah chmele byla experimentálně i provozně ověřena (Sachl, 1972; Kopecký et al., 1993; Slavík, Kopecký, 1994, 1998; Kopecký, Slavík, 1997 a další).

Vláhová potřeba chmele činí až 370 mm (Němec, Sláma, 1983 – cit. Novotný et al., 1990), kritické vláhové období chmele je od začátku června do první dekády srpna.

Dosavadní zavedený systém zavlažování, stavební, technologické a vodo hospodářské řešení středo- a velkoplošných závlahových soustav předpokládá závlahu

chmele postřikem středotlakými postřikovači různé konstrukce. Tento způsob zavlažování neumožňuje operativní úpravu závlahového režimu plodin podle aktuálního vývoje vláhvových deficitů, má charakter zásobních závlah s vícedenní (až dekadní) periodicitou zavlažování. Postřik kruhovými postřikovači o intenzitě 10 až 12 mm za 1 h poškozuje chmelové rostliny, podporuje vznik vodní eroze půd, nezaručuje rovnoměrné rozdělování vody na ploše. Je investičně i provozně nákladný.

Ke zlepšení kvality zavlažování, k dosažení úspory vody i elektrické energie a k zavedení automatizovaných systémů distribuce závlahové vody v relaci s vývojem potřeby doplňkových závlah v reálném čase jsou v ČR zaváděny úsporné závlahové systémy – kapková závlaha a mikropostřik (Spitz et al., 1998). Přednosti těchto progresivních závlahových technologií jsou uplatňovány především při závlaze sadů, jahodových a květinných plantáží i při závlaze raných brambor a zeleniny. Uplatňují se hlavně v regionech s nedostatkem vodních zdrojů, při zhoršené kvalitě závlahové vody (Abbot, 1988; Novotný, 1990; Metelka, 1992).

MATERIÁL A METODY

Předmětem výzkumných prací, založených na experimentální chmelnici Chmelářského institutu, s. r. o., v Žatci v letech 1995 až 1999, bylo mimo jiné posouzení účinnosti základních úsporných systémů závlah na utváření výnosu chmele.

Jsou hodnoceny varianty pokusu se zavlažováním chmele kapkovou závlahou (varianta KZ) a mikropostřikovači (varianta MP). Plochy variant jsou stabilní, půdou a způsobem pěstební technologie shodné. Jediným variabilním faktorem na ploše variant byl způsob zavlažování, tj. technologie rozdělování vody na ploše chmelnice a z toho vyplývající rozdílné závlahové množství vody dodávané na plochu variant.

Půdní podmínky na variantách pokusu lze charakterizovat základními hydropedologickými vlastnostmi, které jsou shrnuty v tab. I.

Kapková závlaha je umístěna na stropu chmelové konstrukce, vždy nad řadami chmelových keřů. Kompenzační kapkovače in-line, typ NAAN 1,6 l.h⁻¹ jsou na zavlažovacím potrubí ve vzdálenosti 1 m.

Závlaha mikropostřikem je prováděna mikropostřikovači s kruhovým dostřikem o malé intenzitě 2 mm.h⁻¹, při tlaku 0,2 až 0,25 MPa. Postřikovače jsou osazeny na plastovém potrubí umístěném na konstrukci nad každou třetí řadou chmelových keřů, tj. ve sponu 27 × 27 m. Spotřebované množství vody je pro každou zavlažovanou variantu měřeno vodoměry.

Závlahový režim chmele je průběžně řízen v týdenních bilančních obdobích metodou prognózy potřeby účinných závlahových dávek (Slavík, 1980), vycházející z termodynamické analýzy vlivu teplot vzduchu a srážek na tvorbu výnosu (Kudrna, 1987).

V průběhu řešení byl zaveden automatizovaný systém ovládání dodávky vody na plochu zavlažovaných variant. Příklad časového režimu zavlažování v průběhu dne pro dodání závlahových dávek 2 a 4 mm, které kryjí denní vláhvovou potřebu chmele, je znázorněn na obr. 1. Časový režim byl řízen automatickou stanicí Rain-Bird, Super-Image.

Množství závlahové vody potřebné k dodání stanovené velikosti závlahové dávky respektovalo plošnou distribuci závlahové vody při posuzovaných způsobech zavlažování. Při kapkové závlaze se uvažuje o regulaci vláhvového režimu půdy na ploše o šířce 1 m v ose řady chmelových keřů, tj. na 33 % plochy chmelnice. Při závlaze postřikem se voda rozděluje na celou plochu chmelnice.

Rozdělení vody na ploše pod keři při kapkové závlaze bylo zjištěno přímým měřením na chmelnici. Na obr. 2 je znázorněno rozdělení vody podél chmelových keřů. Potvrdil se předpokládaný plošný rozptyl závlahové vody.

Půdní vlhkost v aktivní hloubce provlažování byla monitorována čidly Watermark pro měření sacích tlaků

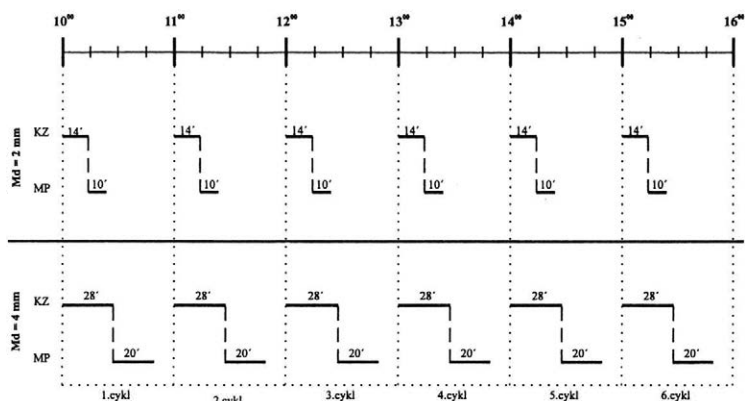
I. Základní půdní vlastnosti (Žatec) – Basic soil properties (Žatec)

Varianta ¹	Půdní profil ² (cm)	Zrnatost půdy ³ (%)				Objemová hmotnost ⁴ (g.cm ⁻³)	Polní vodní kapacita ⁵ (% obj.)	Bod vadnutí ⁶ (% obj.)
		I.	II.	III.	IV.			
KZ 1/1	0–30	39,8	19,8	18,1	22,3	1,56	39,67	14,5
KZ 1/2	30–60	32,4	20,8	21,9	24,9			12,6
KZ 2/1	0–30	41,4	17,1	20,1	21,4	1,50	40,51	14,8
KZ 2/2	30–60	29,1	17,1	24,0	29,8			11,7
MP 1/1	0–30	39,5	20,0	20,0	20,5	1,62	38,95	14,4
MP 1/2	30–60	38,7	21,1	23,1	17,1			14,1
MP 2/1	0–30	32,5	18,4	22,3	26,9	1,57	39,32	12,6
MP 2/2	30–60	35,9	19,1	22,7	22,3			13,5

KZ = kapková závlaha – trickle irrigation

MP = mikropostřik – microsprinkling

¹variant, ²soil profile, ³soil granularity, ⁴bulk density, ⁵field water capacity, ⁶wilting point, ⁷volume



1. Časový režim závlahové dávky na ploše experimentální chmelnice v Žatci – Time regime of irrigation dose in area of experimental hop garden at Žatec

osa x: doba provozu (h) – x axis: time of operation (h)
KZ = kapková závlaha – trickle irrigation
MP = mikropostřik – microsprinkling

půdní vody v hloubkách 0,2 a 0,4 m. Použitá čidla byla laboratorně kalibrována pro přepočet hodnot sacích tlaků (cb) na objemovou vlhkost půdy (% obj.) (Slavík, 1997). Měrná místa, osazená vždy třemi čidly, byla rovnoměrně rozmístěna na čtyřech místech varianty. Jsou uváděny průměrné hodnoty vlhkostních stavů v půdním profilu.

Průběh vlhkosti půdy v hloubce 0,2 a 0,4 m u zavlažovaných variant je demonstrován na příkladu roku 1998, kdy byly na zavlažování kladeny vysoké nároky (obr. 3 a 4).

Vliv rozdílného ovlhčování chmelových řeků zavlažováním byl sledován průběžným měřením tepelného režimu v prostoru chmelových řeků. Byla použita automatická meteorologická stanice.

Růst a vývoj chmele ve vegetačním období byl průběžně hodnocen. Byl posouzen habitus chmelových řeků a jeho struktura v době sklizně. Habitus keře a jeho složky byly vždy zjišťovány ze čtyř průměrných vzrostlých, nepoškozených chmelových rostlin na každé variantě.

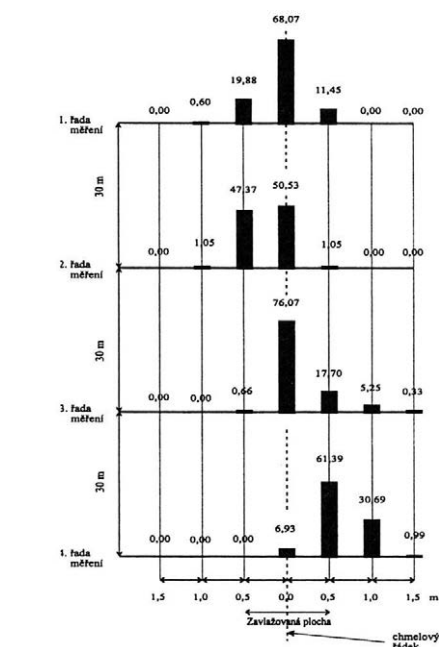
Výnos suchého chmele a z toho vyplývající účinnost zavlažování byly stanoveny kontrolní sklizní vždy u čtyř rostlin na variantě. Provoz závlah, průběžná měření na chmelnici a stanovení výnosu prováděli pracovníci Chmelářského institutu, s. r. o., v Žatci podle ověřených výzkumných metodik.

Meteorologické podmínky, vyvolávající potřebu doplňkového zavlažování chmele a určující vývoj chmelových rostlin, byly v období 1995 až 1999 velmi rozdílné, což dokumentuje tab. II.

I když uváděné měsíční údaje nevyjadřují průběh vláhových nároků chmele a míru jeho krytí srážkami v krátkodobých bilančních obdobích, je zřejmé, že faktor ročník je dominantním prvkem, ovlivňujícím veškeré sledované hodnoty, zejména potřebu a přínosy závlahové vody. Proto je statistické hodnocení, vyjadřující průkaznost rozdílů výnosů na zavlažovaných variantách, provedeno pro každý ročník samostatně. Byl použit výpočetní program STATIGRAF.

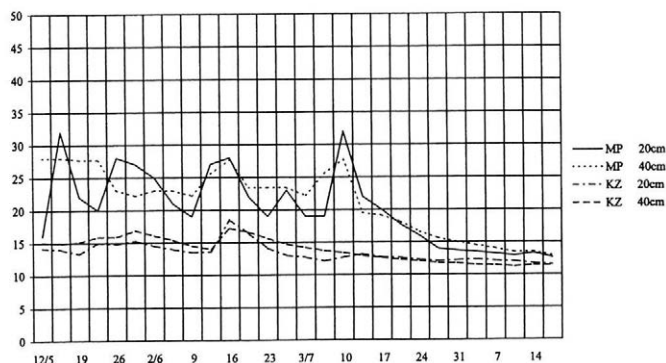
VÝSLEDKY A DISKUSE

V každém sledovaném vegetačním období byla odvozena potřeba zavlažování. Přehled dodaného množství závlahové vody je shrnut v tab. III. Údaje o výnosu suchého chmele dosaženého zavlažováním jsou včetně statistického hodnocení uvedeny v tab. IV.



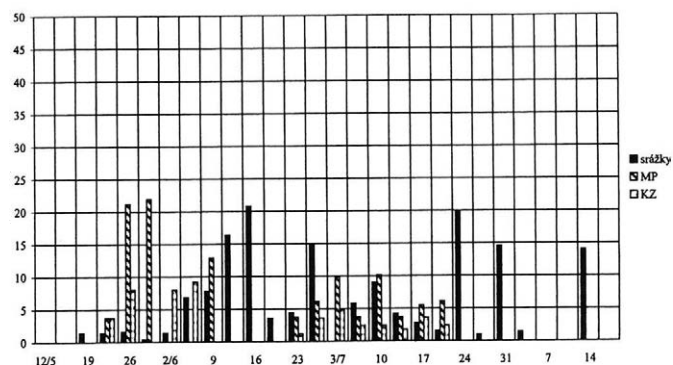
2. Rozdělení vody na ploše chmelnice při kapkové závlaze v % – Distribution of water in area of hop garden in trickle irrigation in %

řada měření – series of measurements
zavlažovaná plocha – irrigated area
chmelový řádek – hop row



3. Průběh půdní vlhkosti; chmelnice Žatec 1998 (mikropostřik + kapková závlaha) – Soil moisture pattern; hop garden Žatec 1998 (microsprinkling + trickle irrigation)

osa x: datum – x axis: date
osa y: vlhkost (% obj.) – y axis: moisture (% vol.)



4. Harmonogram srážek a závlahy; chmelnice Žatec 1998 (mikropostřik + kapková závlaha) – Harmonogram of precipitation and irrigation; hop garden Žatec 1998 (microsprinkling + trickle irrigation)

osa x: datum – x axis: date
osa y: srážky (mm) – y axis: precipitation (mm)

Z předložených výsledků je zřejmé, že pouze v ročních cích 1998 a 1999, tj. ve vegetačních obdobích s výskytem extrémně vysokých, až tropických teplot vzduchu, byl prokázán statisticky významný rozdíl výnosů mezi kapkovou závlahou a mikropostřikem. Příznivěji se projevila závlaha mikropostřikem. Vysvětlení je možné doložit hodnocením komplexu sledovaných podmínek na příkladu vegetačního období roku 1998.

Vyšší teploty vzduchu v březnu a dubnu 1998 urychlily nástup vegetace. Řez chmele byl proveden již v první dekádě dubna. Vláhový deficit byl prokázán již v první dekádě června. Závlahami v tomto a v následném období byl podpořen dlouhý růst a rozvoj habitu chmelové rostliny, což lze doložit analýzou habitu chmelových keřů v době sklizně, jak je uvedeno v tab. V. Obdobné poznatky byly zjištěny i v roce 1999.

II. Meteorologické podmínky stanice Chmelařského institutu, s. r. o., Žatec (1995 až 1999) – Weather conditions of the station of the Hop Research Institute, s. r. o., Žatec (1995 to 1999)

Měsíc ¹	Teploty vzduchu ² (°C)						Srážky ³ (mm)					
	normál ⁴ Ø	1995	1996	1997	1998	1999	normál Σ	1995	1996	1997	1998	1999
IV.	7,8	7,2	8,6	6,2	10,4	9,5	29,0	23,6	21,2	22,8	7,2	45,8
V.	12,6	12,9	12,9	14,5	15,1	15,0	59,0	61,8	44,6	26,8	7,4	28,4
VI.	16,0	15,2	16,5	16,4	18,7	16,4	56,0	93,0	107,0	44,6	75,2	47,8
VII.	17,5	20,4	16,4	17,8	18,3	19,9	71,0	64,6	49,4	77,2	63,4	68,5
VIII.	16,7	19,4	16,8	18,9	18,0	16,8	55,0	13,6	115,6	39,4	32,0	17,8
Ø/Σ	14,1	15,0	14,2	14,8	16,1	15,5	270,0	256,6	337,8	210,8	185,2	208,1

¹month, ²air temperatures, ³precipitation, ⁴normal

III. Celkové závlahové množství ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) – Total amount of irrigation water ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)

Rok ¹	Zavlažovaná varianta ²	
	kapková závlaha ³	mikropostřik ⁴
1995	410	1 290
1996	321	1 494
1997	438	1 101
1998	796	1 608
1999	514	1 160
Ø	496	1 331

¹year, ²irrigated variant, ³trickle irrigation, ⁴microsprinkling

Rozdílný způsob ovlhčování chmelových rostlin a rozdílná regulace vláhových režimů půd se odrážely v tepelném režimu v prostoru keře, zejména ve dnech s mimořádně vysokými až tropickými teplotami. V těchto obdobích se extrémně zvýšila evapotranspirace chmele. U nezavlažovaného chmele se projevil dlouhodobý deficit ve vodním provozu rostlin, resp. vodní stres rostliny. Dokládají to výsledky fyziologických pozorování a měření, které dokazují změny ve fotosyntetické dynamice akumulace energie v rostlinách chmele s různou úrovní zavlažování, což se ve svém důsledku promítlo do tvorby chmelových hlávek (Hnilíčková, 1999). Výsledky této práce zdůvodňují rozdílné úrovně dosažených výnosů a jsou v relaci s předloženými údaji.

Chod teploty vzduchu v prostoru chmelových keřů, sledovaný v průběhu extrémně teplého dne (obr. 5), dokládá příznivý klimatizační, resp. termoregulační účinek závlahy mikropostřikem. Při opakovaném zavlažování v průběhu dne s vysokou teplotou vzduchu se udržuje vysoká relativní vlhkost vzduchu v celém prostoru chmelnice. Voda se rozptýluje do prostoru keře, kde zvyšuje celkovou intercepci. Výparem zachycené vody z povrchu rostlinných orgánů chmele, zejména z povrchu

všech listů, se snižuje jejich teplota, což vede ke snížené transpirační složce celkové evapotranspirace. Závlahová voda dodaná vně chmelových keřů umožňuje zvýšení zásoby půdní vláhy v širším prostoru než při kapkové závlaze. Výsledkem je vždy vyšší výnos suchého chmele při závlaze mikropostřikem.

Při kapkové závlaze, realizované ze stropu chmelnicové konstrukce, se kapky vody rozptýlí po povrchové části habitu chmelové rostliny, zachycují se více na listech pazochů, méně pronikají do prostoru keře. Dokládají to i výsledky utváření habitu. Všechny měřené hodnoty, vyjadřující počet a délku pazochů, jejich hmotnost, hmotnost hlávek a celkové révy, jsou v uvedeném příkladu u keřů zavlažovaných mikropostřikem vyšší (tab. V) než při zavlažování kapkovou závlahou.

Při kapkové závlaze se redukuje ovlhčovaný půdní prostor. Distribuce vody na povrchu půdy je snížena na pás o šířce 1 m v ose chmelových řádů. Tento jev omezuje regulaci vlhkostního režimu ve sledovaných hloubkách půdního profilu, což potvrzuje monitoring půdní vlhkosti na zavlažovaných variantách. U kapkové závlahy je půdní vlhkost vždy nižší než při závlaze mikropostřikem. Tato skutečnost je jednou z příčin nižších výnosů chmele při kapkové závlaze než při mikropostřiku. Pro zvýšení účinnosti kapkové závlahy je nutné přehodnotit ztrátový součinitel, který se rozvojem habitu keře významně zvyšuje.

Pro pěstitele chmele na zavlažovaných chmelnicích je důležitou informací produkční účinnost 1 m^3 dodávané závlahové vody. Tento parametr se přímo promítá do rentability zavlažování chmele. Výnosová účinnost 1 m^3 spotřebované závlahové vody je významně vyšší u kapkové závlahy než u závlahy mikropostřikem, přičemž 1 m^3 závlahové vody dodané kapkovou závlahou zajistí zvýšení výnosu chmele o 0,68 kg, při závlaze mikropostřikem o 0,39 kg chmele. Obdobně pro zvýšení výnosu chmele o 1 kg je při kapkové závlaze zapotřebí 1,79 m^3 vody, při mikropostřiku 2,84 m^3 , čili účinnost kapkové závlahy je vyšší o 0,29 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a spotřeba závlahové vody je menší

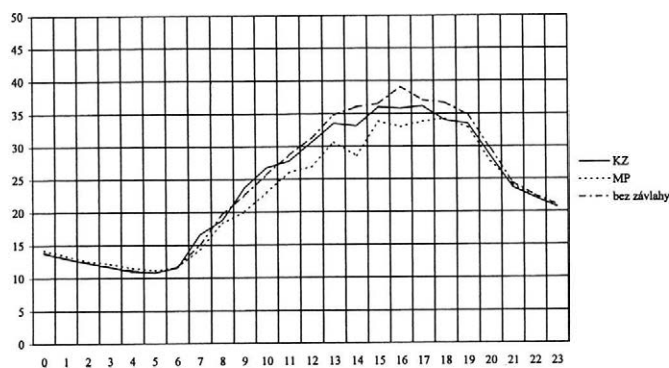
IV. Výnosy suchého chmele a statistická průkaznost rozdílu výnosu zavlažovaných variant ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) – Yields of dry hop and statistical significance of the difference of the yield of irrigated variants ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Rok ¹	Varianta ²		Nezavlažovaná varianta ²	Vliv doplňkové závlahy ⁶		F-vyp. ⁷	F-krit. ⁸	Průkaznost ⁹
	kapková závlaha ³	mikropostřik ⁴		kapková závlaha	mikropostřik			
1995	1,15	1,21	0,71	+0,44	+0,50	0,14	5,99	nevýznamná ¹⁰
1996	1,51	1,77	1,29	+0,22	+0,48	2,39	5,99	nevýznamná
1997	1,64	1,67	1,35	+0,29	+0,32	0,02	5,99	nevýznamná
1998	0,76	1,28	0,18	+0,58	+1,10	21,60	5,99	významná ¹¹
1999	0,99	1,17	0,85	+0,14	+0,32	16,81	5,99	významná
Ø	1,21	1,42	0,88	+0,33	+0,54			

¹year, ²variant, ³trickle irrigation, ⁴microsprinkling, ⁵non-irrigated variant, ⁶effect of supplementary irrigation, ⁷F-cal., ⁸F-crit., ⁹significance, ¹⁰insignificant, ¹¹significant

Varianta ¹	Patro ⁵ (m)	Délka révy ⁶ (m)	Pazochy ⁷		Hmotnost ¹⁰ (kg)			
			počet ⁸ (ks ¹⁵)	Ø délka ⁹ (cm)	pazochů ¹¹	listů ¹²	hlávek ¹³	révy ¹⁴
Kapková závlaha ²	0–2		14	61	0,09	0,30	0,01	
	2–4		39	40	0,14	0,40	0,30	
	4–6		45	18	0,06	0,26	0,40	
	> 6		12	7	0,01	0,09	0,10	
	Ø/Σ	6,82	110	31,5	0,30	1,05	0,81	0,48
Mikropostřik ³	0–2		15	100	0,14	0,36	0,04	
	2–4		36	47	0,15	0,50	0,37	
	4–6		45	30	0,15	0,39	0,66	
	> 6		31	12	0,12	0,17	0,36	
	Ø/Σ	7,49	127	47,2	0,56	1,42	1,43	0,72
Kontrola ⁴	0–2		12	55	0,06	0,29	–	
	2–4		48	17	0,05	0,27	0,11	
	4–6		18	5	0,01	0,09	0,06	
	> 6		–	–	–	–	–	
	Ø/Σ	5,02	78	77	0,12	0,65	0,17	0,24

¹variant, ²trickle irrigation, ³microsprinkling, ⁴control, ⁵layer, ⁶length of vine, ⁷axils, ⁸number, ⁹length, ¹⁰weight, ¹¹axils, ¹²leaves, ¹³cones, ¹⁴vine



5. Průběh teploty vzduchu v prostoru chmelového keře (20. 7. 1998) – Pattern of air temperature in the area of hop shrub (20 July 1998)

osa x: čas (h) – x axis: time (h)
osa y: teplota (°C) – y axis: temperature (°C)
bez závlahy – without irrigation

VI. Účinnost závlahové vody ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) a potřeba závlahové vody na zvýšení výnosu suchého chmele ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$) – Efficiency of irrigation water ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) and requirement of irrigation water on increase of the yield of dry hop ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)

Rok ¹	Účinnost závlahové vody ² ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)		Potřeba závlahové vody ³ ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	
	kapková závlaha ⁴	mikropostřik ⁵	kapková závlaha	mikropostřik
1995	1,07	0,39	0,93	2,58
1996	0,69	0,32	1,46	3,11
1997	0,66	0,29	1,51	3,44
1998	0,73	0,68	1,37	1,46
1999	0,27	0,28	3,67	3,63
Ø	0,68	0,39	1,79	2,84

¹year, ²efficiency of irrigation water, ³requirement of irrigation water, ⁴trickle irrigation, ⁵microsprinkling

o $1,05 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$. Tyto skutečnosti jsou při rozhodování o výběru způsobu zavlažování, resp. při řešení ekonomiky zavlažování chmele velmi významné. Údaje za pětileté období jsou uvedeny v tab. VI.

ZÁVĚR

Výsledky pětiletých experimentálních prací, vedených v žatecké chmelářské oblasti ČR, prokázaly vhodnost kapkové závlahy i mikropostřiku pro stabilizaci výnosů suchého chmele. Potřeba doplňkových závlah v dané oblasti je každoroční. I srážkově normální vegetační období je pro pěstování chmele vláhově deficitní.

Bez progresivních závlah nelze rentabilně pěstovat chmel, resp. zajistit stabilní dodávku chmele na trh. Zvláště na nově budovaných či obnovovaných chmelnicích je výstavba závlahových zařízení nezbytná. Při rozhodování

vání o volbě systému zavlažování je nutné provést odbornou analýzu určujících podmínek. Důležitým faktorem je zhodnocení vydatnosti vodního zdroje a jakosti závlahové vody. Pokud je k dispozici místní vodní zdroj, resp. zdroj ve vlastnictví pěstitele chmele, ze kterého nepodléhá odběr surové vody pro závlahu poplatkům stávajícího správce (Povodí, Státní meliorační správa), lze doporučit volbu závlahy mikropostřikem.

Při odběru závlahové vody, která se hradí, resp. při odběru z privatizovaných závlahových soustav je nutné zvážit cenu vody, která v těchto případech dosahuje až 6 Kč za 1 m³ a je v ní zahrnut poplatek správci vodního toku, který v roce 1999 činil až 2,10 Kč.m⁻³, a úhrada nákladů za dodávku vody od zdroje ke chmelnici, tj. cena za služby poskytované za provoz hlavního závlahového zařízení.

Podklady pro zpracování příspěvku byly získány při řešení výzkumného projektu NAZV ČR č. EP 0960006151.

LITERATURA

- Abbot J. S. (1988): Microirrigation – World Wide Usage. ICID Bull.
- Fric V. (1994): Pěstování chmele v soudobých ekonomických podmínkách. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, (1): 47.
- Hrdličková H. (1999): Vliv řízeného závlahového režimu na fotosyntetickou akumulaci energie do vegetativních a generativních orgánů chmele během vegetace. [Doktorská dizertace]. Praha, ČZU.
- Kopecký J., Slavík L. (1997): Influence of trickle irrigation on the yield and quality of hops in Žatec hop region. Rostl. Výr., 43: 337–341.
- Kopecký J., Slavík L., Beran P. (1993): Provozní zkušenosti s kapkovou závlahou. Chmelářství, (5): 55–57.
- Kopecký J., Slavík L., Ježek P. (1998): Production efficiency of trickle irrigation of hop. Rostl. Výr., 44: 299–303.
- Kudrna K. (1987): Využití melioračních soustav. Praha, SZN.
- Metelka K. (1992): Závlahy chmelnic a možnosti jejich modernizace. Vod. Hospod., (10): 307–311.
- Novotný M. et al. (1990): Závlaha polních a speciálních plodin. Bratislava, Příroda.
- Sachl J. (1972): Vliv závlahy na výnos a kvalitu chmele. Meliorace, 1.
- Sachl J., Kopecký J. (1984): Řízení závlah chmele. In: Závlahy speciálních plodin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, (6): 23–39.
- Slavík L. (1980): Řízení diferencovaných závlahových režimů polních plodin prognózou vláhové potřeby. Sbor. VŠZ Praha, Řada A: 223–233.
- Slavík L. (1997): Řízení závlah monitorováním půdní vlhkosti čidly Watermark. Věd. Práce VÚMOP (9): 89–98.
- Slavík L., Kopecký J. (1994): Vliv kapkové závlahy na výnos chmele. Rostl. Výr., 40: 13–18.
- Slavík L., Kopecký J. (1998): Influence of economical irrigation on the yield and quality of hops. Rostl. Výr., 44: 293–297.
- Spitz P., Slavík L., Zavadil J. (1998): Progresivní úsporná závlahová zařízení a jejich využívání. Praha, VÚMOP.

Došlo 20. 1. 2000

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha-Zbraslav, Výzkumná stanice závlah, 276 01 Mělník-Hořín, Česká republika, tel.: + 420 206 62 22 73, fax: + 420 206 62 22 73

*Potřebujete informace o novinkách ve výrobě potravin,
inovaci potravinářských výrobků, balení potravin,
hodnocení kvality potravin, potravinářské legislativě apod.?*

SVĚTOVÝ ZDROJ INFORMACÍ Z OBLASTI POTRAVINÁŘSTVÍ

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS (FSTA)

**Databáze obsahuje přes 500 000 anotovaných záznamů v anglickém jazyce
s retrospektivou od roku 1969**

Ze světové odborné literatury pokrývá následující oblasti: potravinářská věda a technologie, potravinářské inženýrství, biotechnologie, hygiena a toxikologie potravin, potraviny rostlinného a živočišného původu, kvasný a nápojový průmysl, balení, obaly, ekonomika a legislativa.

Informace poskytujeme formou:

- retrospektivních rešerší na požadovaná témata z celé či vymezené retrospektivy
- průběžných rešerší na základě trvalých objednávek ze čtvrtletních přírůstků databáze

ČESKÁ POTRAVINÁŘSKÁ BÁZE DAT

Rešerše z FSTA doplňujeme informacemi z databáze

ALIMIS-CS

Databáze obsahuje v retrospektivě od roku 1993 asi 20 000 záznamů v českém jazyce

o článcích z vědeckých a odborných časopisů, o knihách, ročenkách, sbornících z konferencí, patentech a normách. Primární zdroje informací lze nalézt v *Ústřední zemědělské a potravinářské knihovně* v budově ÚZPI.

Výstupy z obou databází jsou k dispozici v tištěné formě či na disketách, případně je můžeme zaslat e-mail poštou.

Bližší informace podají: *Ing. H. Slezáková*, vedoucí sekce DATA

Mgr. T. Oldřichová, Ing. M. Macháčková

Vaše dotazy a objednávky adresujte na ÚZPI – sekce DATA

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ



Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: (02) 24 25 79 39/l. 469, 276, (02) 24 25 74 75

fax: (02) 24 25 39 38, e-mail: reserde@uzpi.cz

<http://www.uzpi.cz>

AKUMULACE ENERGIE U ZAVLAŽOVANÝCH A NEZAVLAŽOVANÝCH ROSTLIN CHMELE (*HUMULUS LUPULUS* L.)

ACCUMULATION OF ENERGY BY NON-IRRIGATED AND IRRIGATED HOP PLANTS (*HUMULUS LUPULUS* L.)

H. Hniličková, V. Novák

Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic

ABSTRACT: In the conditions of Krušné hory rain shadow hop plants irrigation has a great importance for economic effectivity of hop growing. The shortage of water negatively influences the course of physiological processes, such as the growth and photosynthesis. Accumulation of energy matters is affected by this and finally also the yield formation. Accumulation of energy in hop plant is of a dynamic character in the course of vegetation. Maximum energy per unit of dry matter in hop plants is concentrated in the first half of vegetation and in the following period of vegetation the net energy was decreasing. By the non-irrigated variant it was 16.71 kJ.g^{-1} (1997) and 16.50 kJ.g^{-1} (1998). By the irrigated variant it was 15.59 kJ.g^{-1} (1997) and 16.32 kJ.g^{-1} (1998) (Figs. 1 and 2). Comparing both of the experimental variants shows that differences in net energy accumulation per 1 g of dry matter between non-irrigated and irrigated variant are statistically non-conclusive. Yet we can state that non-irrigated plants of precipitation do not fully utilise rich in energy matter, what results in higher values of net energy per 1 g of dry matter. Maximum of energy in individual organs was concentrated into the period of their intensive growth and in the following period of vegetation net energy in these organs was decreasing, except the hop cone by which the increase of energy content occurs during the pre-harvest period. Accumulation of net energy in hop cone could be explained by transporting of assimilates from leaves into underground organs. Comparing individual organs most of net energy per 1 g of dry matter was in leaves, from 16.80 to 17.77 kJ.g^{-1} (Tabs. IV and V). Among the experimental years 1997 and 1998 conclusive differences were in the accumulated energy amount what results in the fact, that energy in hop plants is accumulated in dependence on the year (Golley, 1961; Hnilička, 1996; Hnilička, 1999; Fuksa et al., 1999).

Keywords: hop; net energy; irrigation

ABSTRAKT: Akumulace energie v chmelové rostlině má během vegetace dynamický charakter. Nejvíce netto energie je v chmelové rostlině soustředěno v první polovině vegetace a dále netto energie klesá. U nezavlažované varianty to bylo $16,71 \text{ kJ.g}^{-1}$ (1997) a $16,50 \text{ kJ.g}^{-1}$ (1998), u zavlažované varianty $15,59 \text{ kJ.g}^{-1}$ (1997) a $16,32 \text{ kJ.g}^{-1}$ (1998). Na základě statistického hodnocení nemá závlaha vliv na akumulaci energie, přesto lze konstatovat, že nezavlažované rostliny plně nevyužívají energeticky bohaté látky, což se projeví vyššími hodnotami netto energie. Maximum energie v jednotlivých orgánech je soustředěno v období jejich intenzivního vývoje a v dalším období vegetace netto energie klesá, s výjimkou chmelové révy, u které dochází v období před sklizní k nárůstu obsahu netto energie. Při porovnání jednotlivých orgánů bylo nejvíce netto energie akumulováno v révových listech, a to od $16,80$ do $17,77 \text{ kJ.g}^{-1}$. Mezi pokusnými roky 1997 a 1998 byly průkazné rozdíly v množství akumulované netto energie, z čehož vyplývá, že energie je v chmelové rostlině akumulována v závislosti na ročníku.

Klíčová slova: chmel; netto energie; závlaha

ÚVOD

V současné době je rozhodující pro dosažení ekonomické efektivity pěstování chmele získat nadprůměrný výnos s odpovídající kvalitou. Výše výnosu je ovlivňována působením nejrůznějších vnitřních a vnějších fak-

torů. V podmínkách srážkového stínu Krušných hor, kde se nachází většina chmelařských ploch, hraje velkou roli v tvorbě výnosu chmelových hlávek dostatečné množství srážek a jejich správné rozdělení během vegetace. V lokalitách, kde je to technicky možné, lze tento problém řešit zavlažováním chmele, na které chmel citlivě reaguje.

Zavlažováním lze dosáhnout zvýšení výnosu chmelových hlávek od 20 do 26 % v závislosti na ročníku (Ris-tić, 1986; Kopecký, 1991; Slavík, Kopecký, 1997).

Uvedenou problematikou se chmelařský výzkum inten-zivně zabývá, ale doposud nebylo hodnoceno zavlažo-vání chmele na základě fyziologických pozorování.

Jedním z fyziologických procesů, na které má vliv ne-dostatek vody, je fotosyntéza. Její průběh lze sledovat různými metodami, některé z nich byly použity ke studiu fotosyntézy u chmele. Prozatím však nebyla v chmelař-ském výzkumu využita metoda sledování přírůstků ene-gie, na základě níž lze zjistit akumulaci fotosyntetické energie v rostlině.

V našich pokusech jsme se proto zabývali rozdíly v akumulaci netto energie na 1 g sušiny u zavlažovaných a nezavlažovaných chmelových rostlin.

MATERIÁL A METODY

Polní pokusy byly vedeny na chmelnicích Chmelařské-ho institutu, s. r. o., v Žatci. Pokusnou rostlinou byl Ža-tecký poloraný červeňák Osvaldův klon 72. Pokusy byly založeny ve dvou variantách – zavlažované a nezavlažo-vané.

Během vegetace byla u obou variant použita klasická agrotechnika. Termíny odběru rostlin byly stanoveny tak, aby zachytily hlavní etapy růstu chmelové rostliny (tab. I):

1. odběr – po zavedení na chmelovodič až do výšky po-rostu 2 m
2. odběr – výška porostu 2 až 4 m
3. odběr – výška porostu 4 m až po strop chmelnicové konstrukce
4. odběr – před sklizní chmelových hlávek

Při každém odběru vzorků jsme v zavlažované a neza-vlažované variantě odebrali nadzemní část čtyř průměr-ných rév chmele bez vnějších symptomů onemocnění a napadení škůdci.

Vzhledem k tomu, že lodyha chmelové rostliny je orgá-nem dorůstajícím u kulturního chmele do výšky 9 m, zvo-lili jsme metodiku zkoumání nadzemních orgánů chmele podle jednotlivých pater (Rybáček, 1967).

Nadzemní část chmelové rostliny jsme rozdělili na tři patra, každé patro chmelové rostliny bylo rozebráno

a podle orgánové skladby rozděleno na révové listy, pa-zochové listy, révu (včetně révky pazochů a řapíků listů) a generativní orgány (květ, osýpka a hlávky).

Ze získaných vzorků jsme stanovili sušinu jednotli-vých orgánů v jednotlivých patrech chmelové rostliny. Ze sušiny byly připraveny 1 g vzorky pro stanovení spal-ného tepla. K měření spalného tepla jsme použili spalný kalorimetr LAGET MS 10 A. Spálení každého vzorku bylo třikrát opakováno. Spalné teplo jsme vypočetli podle ČSN 44 1352 (bez opravy na rozpouštění teplo kyseliny sírové a dusičné). Ze získaných hodnot jsme vypočetli množství netto energie ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) v sušině jednotlivých or-gánů chmelové rostliny a průměrné hodnoty netto ener-gie na celou rostlinu.

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny ana-lýzou rozptylu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ za pomo-ci počítačového programu Statgraphic.

Povětrnostní podmínky obou pokusných let nebyly pro růst a vývoj chmele příznivé. Oba roky byly teplotně nadprůměrné, ale srážkově podprůměrné. V roce 1997 byl úhrn srážek za období duben až srpen 210,8 mm, což je o 59,2 mm méně, než je dlouhodobý průměr. V roce 1998 byl v tom samém období úhrn srážek 188,0 mm, což je o 82,0 mm méně, než je dlouhodobý průměr (tab. II).

Vzniklý srážkový deficit byl regulován závlahou, která byla zajištěna prostřednictvím zařízení pro kapkovou zá-vlahu, rozvedeného nad řady chmele. Závlahový režim byl řízen prognózou potřeby účinných závlahových dá-vek v týdenním bilančním cyklu. V tab. III jsou uvedena množství aplikované závlahové vody (m^3) a množství vody v přepočtu na účinně zavlažovanou plochu (mm). V roce 1997 tak bylo na pokusné ploše nahrazeno závla-hou 43,8 mm srážek a v roce 1998 79,08 mm srážek.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci těchto pokusů byly sledovány rozdíly v aku-mulaci netto energie mezi zavlažovanými a nezavlažova-nými chmelovými rostlinami, mezi pokusnými roky a mezi jednotlivými nadzemními orgány chmele.

V obou pokusných letech byly zaznamenány obdobné tendence v dynamice akumulace netto energie u chmelo-vých rostlin u zavlažované i nezavlažované varianty. Z průměrných hodnot netto energie na celou rostlinu vy-plývá, že maximum energie na 1 g sušiny je soustředěno v chmelové rostlině převážně v první polovině června, což je období intenzivního růstu chmelové rostliny (Ry-báček et al., 1979). U nezavlažované varianty to bylo $16,71 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (1997) a $16,50 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (1998). U zavlažované varianty bylo v roce 1997 maximum netto energie v rost-linách již koncem května, a to $15,59 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, v roce 1998 bylo maximum netto energie v rostlinách u této varianty opět v první polovině června ($16,32 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$). V dalším období vegetace netto energie postupně klesala a před sklizní chmelových hlávek dosáhla v roce 1997 hodnoty $12,04 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ u zavlažované varianty a $12,90 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ u neza-vlažované varianty. V roce 1998 dosahovala netto ener-

I. Přehled termínů odběru pokusných rostlin – Survey of sampling dates of experimental plants

Odběr ¹	1997	1998
1.	25. 5.	18. 5.
2.	16. 6.	9. 6.
3.	14. 7.	15. 7.
4.	13. 8.	17. 8.

¹sampling

II. Přehled průměrných teplot a srážek v jednotlivých dekádách dubna až srpna 1997 a 1998 (Žatec) – Survey of average temperatures and precipitation in individual decades of April to August 1997 and 1998 (Žatec)

Měsíc ¹	Průměrná denní teplota ² (°C)			Úhrn srážek ³ (mm)		
	normál ⁴ (°C)	1997	1998	normál (mm)	1997	1998
4.	7,8	6,2	10,4	29,0	22,8	14,6
5.	12,6	14,5	15,1	59,0	26,8	7,4
6.	16,0	16,4	18,7	56,0	44,6	75,0
7.	17,5	17,8	18,3	71,0	77,2	59,0
8.	16,7	18,9	18,1	55,0	39,4	32,0

¹month, ²average daily temperature, ³total precipitation, ⁴normal

III. Přehled dodaného množství závlahové vody – Survey of supplied amount of irrigation water

Měsíc ¹	Množství ² (m ³)		Množství vody na účinně zavlažovanou plochu ³ (mm)	
	1997	1998	1997	1998
5.	15	52	9,25	32,09
6.	27	23	16,65	14,21
7.	20	29	12,35	17,97
8.	9	25	5,55	14,81
Celkem ⁴	71	129	43,80	79,08

¹month, ²amount, ³water amount per effectively irrigated area, ⁴total

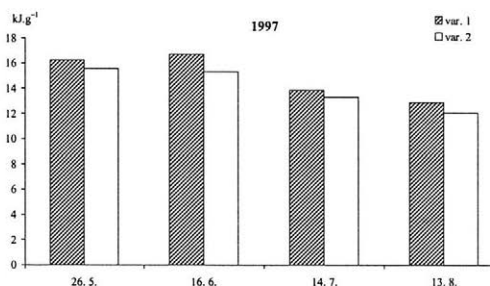
gie v období před sklizní vyšších hodnot než v roce 1997. U zavlažované varianty to bylo 14,71 kJ.g⁻¹ a u nezavlažované varianty 14,91 kJ.g⁻¹ (obr. 1 a 2).

Z výsledků obou pokusných let je zřejmé, že u nezavlažovaných rostlin bylo akumulováno více netto energie

než u zavlažovaných. Chmelové rostliny trpící v ročnících s deficitem srážek nedostatkem vláhy plně nevyužívaly energeticky bohaté látky, což se projevilo vyššími hodnotami netto energie na 1 g sušiny. Odlišných výsledků dosáhli Stražil et al. (1987), kteří uvádějí u zavlažovaných plodin v průměru zvýšení energie o 1,1 %. Při statistickém vyhodnocení však nebyly zjištěny průkazné rozdíly mezi oběma variantami (tab. IV).

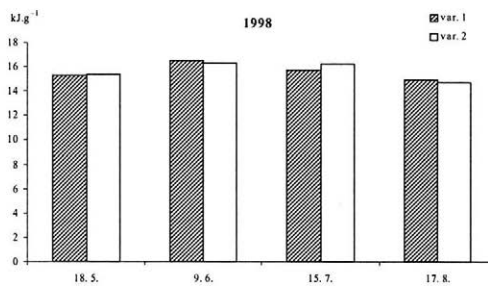
Při porovnání akumulace netto energie mezi pokusnými roky 1997 a 1998 jsme zjistili statisticky průkazné rozdíly v množství akumulované energie (tab. V). Energie je tedy v chmelové rostlině akumulována v závislosti na ročníku, resp. na průběhu povětrnostních podmínek. Toto zjištění odpovídá závěrům, které publikoval Golley (1961), že energetická hodnota sušiny biomasy je funkcí genotypu a závisí na podmínkách vnějšího prostředí. Ke stejným poznatkům u ozimé pšenice dospěl Hnilička (1999). Rovněž Fuksa et al. (1999) u kukuřice uvádějí, že větší vliv na množství energie měl ročník než dusíkaté hnojení.

V obou pokusných letech byly zaznamenány obdobné tendence v dynamice akumulace energie do jednotlivých



1. Akumulace netto energie v průměru na celou rostlinu v roce 1997 (kJ.g⁻¹) – Accumulation of net energy in average per a whole plant in the year 1997 (kJ.g⁻¹)

var. 1 = nezavlažovaná – non-irrigated
var. 2 = zavlažovaná – irrigated



2. Akumulace netto energie v průměru na celou rostlinu v roce 1998 (kJ.g⁻¹) – Accumulation of net energy in average per a whole plant in the year 1998 (kJ.g⁻¹)

osa x: termíny měření – x axis: sampling dates
osa y: netto energie – y axis: net energy

IV. Statistické vyhodnocení pokusu – Statistical evaluation of the trial

Varianta pokusu ¹	Počet ²	Průměr ³	Homogenní skupiny ⁴
Nezavlažovaná ⁵	54	15,150926	*
Zavlažovaná ⁶	54	14,875556	*

¹trial variant, ²number, ³average, ⁴homogenous groups, ⁵non-irrigated, ⁶irrigated

organů během vegetace u nezavlažované i zavlažované varianty. Hodnoty netto energie v jednotlivých orgánech jsou uvedeny v tab. VI a VII.

Maximum netto energie u révových listů bylo zjištěno převážně v polovině června. Výjimkou byla zavlažovaná varianta v roce 1998, kdy v révových listech bylo nejvíce netto energie až v polovině července. U nezavlažované varianty bylo v roce 1997 obsaženo 17,65 kJ.g⁻¹ a v roce 1998 17,31 kJ.g⁻¹, u zavlažované varianty 16,80 kJ.g⁻¹ v roce 1997 a 17,77 kJ.g⁻¹ v roce 1998. V dalším období vegetace netto energie v révových listech klesala. Získané hodnoty lze porovnat pouze s hodnotami u jiných plodin. Kumar (1994) u jarního ječmene udává hodnoty pro list kolem 17,69 kJ.g⁻¹. U ozimé pšenice uvádějí Hnilička, Novák (1998) hodnoty pro list 16,72 kJ.g⁻¹.

V. Statistické vyhodnocení pokusu – Statistical evaluation of the trial

Pokusný rok ¹	Počet ²	Průměr ³	Homogenní skupiny ⁴
1997	54	14,121667	*
1998	54	15,904815	*

¹experimental year, ²number, ³average, ⁴homogenous groups

Obdobný průběh akumulace netto energie byl u obou variant a v obou pokusných letech u pazochoových listů. Nejvíce netto energie v nich bylo soustředěno v polovině července. V roce 1997 bylo u nezavlažované varianty 15,33 kJ.g⁻¹ a u zavlažované 15,11 kJ.g⁻¹, v roce 1998 u nezavlažované varianty 17,11 kJ.g⁻¹ a u zavlažované 17,02 kJ.g⁻¹. Rozdíly v množství akumulované netto energie mezi oběma typy listů jsme nezjistili.

V chmelové révě bylo v roce 1997 maximum energie koncem května. U nezavlažované varianty 15,90 kJ.g⁻¹ a u zavlažované 15,40 kJ.g⁻¹. V pokusném roce 1998 bylo nejvíce netto energie soustředěno v révě v první dekádě června. U nezavlažované varianty to bylo 16,22 kJ.g⁻¹ a u zavlažované 15,90 kJ.g⁻¹. V dalším období vegetace množství netto energie klesalo, ale před sklizní chmelo-

VI. Netto energie u nezavlažovaných a zavlažovaných chmelových rostlin v pokusném roce 1997 (kJ.g⁻¹) – Net energy in non-irrigated and irrigated hop plants in the experimental year 1997 (kJ.g⁻¹)

Orgán rostliny ¹	Nezavlažované rostliny ²				Zavlažované rostliny ³			
	termín odběru rostlin ⁴							
	26. 5.	16. 6.	14. 7.	13. 8.	26. 5.	16. 6.	14. 7.	13. 8.
Rékové listy ⁵	16,55	17,65	15,14	14,20	15,78	16,80	13,61	11,99
Pazochové listy ⁶	–	15,10	15,33	12,17	–	14,55	15,11	12,00
Réva ⁷	15,90	15,81	12,10	12,87	15,40	15,25	12,18	12,33
Hlávky ⁸	–	–	12,91	12,37	–	–	12,24	11,82

¹plant organ, ²non-irrigated plants, ³irrigated plants, ⁴date of plant sampling, ⁵vine leaves, ⁶axil leaves, ⁷vine, ⁸cones

VII. Netto energie u nezavlažovaných a zavlažovaných chmelových rostlin v pokusném roce 1998 (kJ.g⁻¹) – Net energy in non-irrigated and irrigated hop plants in the experimental year 1998 (kJ.g⁻¹)

Orgán rostliny ¹	Nezavlažované rostliny ²				Zavlažované rostliny ³			
	termín odběru rostlin ⁴							
	18. 5.	9. 6.	15. 7.	17. 8.	18. 5.	9. 6.	15. 7.	17. 8.
Rékové listy ⁵	15,73	17,31	16,10	15,57	16,59	16,81	17,77	15,13
Pazochové listy ⁶	–	15,98	17,11	15,35	–	16,25	17,02	16,32
Réva ⁷	14,81	16,22	13,18	15,54	14,18	15,90	13,78	14,94
Hlávky ⁸	–	–	16,43	13,18	–	–	16,34	12,45

For 1–8 see Tab. VI

vých hlávek obsah energie v chmelové révě vzrostl. Tento nárůst energie byl výraznější v roce 1998. U nezavlažované varianty to bylo z 13,18 kJ.g⁻¹ na 15,54 kJ.g⁻¹ a u zavlažované z 13,78 kJ.g⁻¹ na 14,94 kJ.g⁻¹. Tuto akumulaci netto energie lze zřejmě vysvětlit tím, že v období před sklizní chmelových hlávek dochází k transportu asimilátů z listů do podzemních orgánů. Ke stejným závěrům na základě použití ¹⁴CO₂ dospěli Kafka et al. (1981). Rybáček (1967) udává, že chmelová réva v tomto období slouží dočasně jako zásobní orgán.

V chmelových hlávkách bylo více energie na počátku jejich tvorby a méně v období před jejich sklizní.

Z porovnání jednotlivých orgánů je patrné, že nejvíce netto energie na 1 g sušiny bylo v průběhu vegetace nahromaděno v listech, tedy v místě vzniku asimilátů v průběhu fotosyntézy. Tento výsledek odpovídá závěrům z literatury (Thomas et al., 1971), že většina produktů fotosyntézy zůstává v listech. Naopak, pokles množství netto energie v listech v období dozrávání hlávek souvisí především s distribucí energeticky bohatých látek do podzemních orgánů.

LITERATURA

- Fuksa P. et al. (1999): Vliv aplikace dusíku na akumulaci energie do jednotlivých částí rostlin kukuřice (*Zea mays* L.). Kalorimetr. Semin. Železná Ruda: 21–24.
- Golley F. B. (1961): Energy values of ecological materials. Ecology, 42: 581–584.
- Hnilička F. (1999): Vliv dusíkaté výživy na fyziologické charakteristiky a obsah energie pšenice ozimé. [Dizertace.] Praha, ČZU.
- Hnilička F., Novák V. (1998): Accumulation of energy to vegetative and generative organs of winter wheat plants. Bk Abstr. 8th Days of Plant Physiology, Olomouc: 53–55.
- Kafka K., Formánek P., Trýzna P. (1981): Distribuce ¹⁴C v rostlinách chmele (*Humulus lupulus* L.). Rostl. Výr., 27: 11–18.
- Kopecký J. (1991): Vliv kapkové závlahy na výnos a kvalitu chmelových hlávek. Rostl. Výr., 37: 669–674.
- Kumar Y. (1994): Vplyv vonkajších faktorov na tvorbu sušiny a akumuláciu energie v rastlinách (jačmeň jarný). [Dizertace.] Praha, VŠZ.
- Ristić R. (1986): Analysis of hop yield with and without irrigation. Bilt. Hmelj, sirak i lekovito bilje (Yugoslavia), 18: 45–49.
- Rybáček V. (1967): Některé problémy biologie chmele a jejich význam pro agrotechniku. [Kandidátská dizertace.] Praha, VŠZ.
- Rybáček V. et al. (1979): Produkční analýza vyspělých chmelových porostů. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ.
- Slavík L., Kopecký J. (1997): Účinnost závlah chmele ve srážkově rozdílných ročnících. Chmelářství, 70: 44–46.
- Stražil Z. et al. (1987): Bilance energie a efektivnost vkladů v zavlažovaných a nezavlažovaných ekosystémech orných půd. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV.
- Thomas G. G. et al. (1971): Translocation of photosynthate within the hop plant. Ann. Rep. Dep. Hop Res.: 53–56.
- ČSN 44 1352 (1981): Stanovení spalného tepla a výpočet výhřevnosti. Praha.

Došlo 4. 2. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Helena Hniličková, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: + 420 2 24 38 25 57, fax: + 420 2 20 92 03 12, e-mail: hnlickova@af.czu.cz

Změna publikačního jazyka ve vědeckých časopisech ČAZV

Předsednictvo České akademie zemědělských věd přijalo na zasedání dne 6. 4. 2000 usnesení, kde mj. doporučuje změnu publikačního jazyka ve vědeckých časopisech vydávaných pod gescí ČAZV. Předsednictvo navrhuje Vydavatelské radě ČAZV zavést angličtinu jako jediný jazyk ve všech vědeckých časopisech od 1. 1. 2001. Redakce časopisu Rostlinná výroba přijímá od 1. 7. 2000 příspěvky psané pouze v angličtině.



A change of publication language in Scientific Journals of the Czech Academy of Agricultural Sciences

At its session on the 6th April 2000, the Presidium of the Czech Academy of Agricultural Sciences adopted a resolution recommending, among other things, to change the publication language in scientific journals published under the Academy patronage. The Presidium proposes to the Publishing Board of the Academy to introduce English as the only language in all scientific journals from the 1st January 2001. The papers written exclusively in English are accepted by the editor's office of the journal Rostlinná výroba (Plant Production) from the 1st July 2000.

EVALUATION OF YIELDS IN CANARY GRASS (*PHALARIS CANARIENSIS* L.) VARIETIES

ZHODNOCENÍ VÝNOSŮ ODRŮD LESKNICE KANÁRSKÉ (*PHALARIS CANARIENSIS* L.)

J. Pelikán

Research Institute for Fodder Crops, Ltd., Troubsko, Czech Republic

ABSTRACT: In field trials conducted in 1997 and 1998 the yielding ability of six varieties of the world collection of canary grass (*Phalaris canariensis* L.) was evaluated in terms of herbage, hay and seed yields. The tests involved four Hungarian varieties, one Dutch variety and one newly bred variety from the Czech Republic, which is being tested for variety registration. For determining herbage yields the stand was harvested in two cuttings, whereas the first crop was the most important. The second crop was dependent on the sum and the frequency of precipitation. The statistically significant differences in herbage yields among the varieties tested were only confirmed in the first cutting of the year 1997. Good forage productivity was reported in the Hungarian varieties Kisvárdai-41, Karcusu, and Abád. As far as the seed yield is concerned, the Hungarian variety Lizard was the best in the first year and the Hungarian variety Karcusu in the second year. The results have indicated that canary grass (*Phalaris canariensis* L.) is a promising annual forage crop.

Keywords: *Phalaris canariensis* L.; herbage yields; hay yields; seed yields; biomass quality

ABSTRAKT: V letech 1997 a 1998 byl v polních pokusech zkoušen výnosový potenciál šesti odrůd světového sortimentu lesknice kanárské (*Phalaris canariensis* L.) z hlediska výnosů zelené hmoty, sena a semene. Zkoušeny byly čtyři maďarské odrůdy, jedna odrůda holandská a jedno nšl. z ČR, které je v současné době podrobeno registračnímu řízení. Při zjišťování výnosů zelené hmoty byl porost sklizen ve dvou sečích, přičemž rozhodující je první seč. Druhá seč závisí na množství a rozložení srážek. Statisticky průkazné rozdíly mezi zkoušenými odrůdami ve výnosech zelené hmoty byly prokázány pouze v první seči roku 1997. Dobrá píceňářská výkonnost byla zjištěna u maďarských odrůd Kisvárdai-41, Karcusu a Abád. Ve výnosech semene v prvním roce vynikla maďarská odrůda Lizard a ve druhém roce maďarská odrůda Karcusu. Výsledky pokusů prokázaly, že lesknice kanárská je perspektivní jednoletou pícninou.

Klíčová slova: *Phalaris canariensis* L.; výnosy zelené hmoty; výnosy sena; výnosy semene; kvalita biomasy

INTRODUCTION

Canary grass (*Phalaris canariensis* L.) is an annual species belonging to the family *Poaceae*. It is a minor forage species, but very popular when grown for seed. The seed is utilized as feed. It grows quite quickly and it tolerates drought well or very well. Despite that, canary grass has received great attention worldwide. Bodega et al. (1995) studied the collection of varieties, Nagy (1996) focused predominantly on the chemical composition, taxonomy, geographical distribution, the nutritive value of forage and seed. A detailed study of the genus *Phalaris*, including *Phalaris canariensis*, was conducted in Italy by Baldini (1993) and an in-depth study of the species *Phalaris canariensis* was made by Putnam et al. (1996). Leaden et al. (1996) examined the resistance of canary grass to herbicides and pesticides. In the Czech Republic a more extensive study of canary grass (*Phalaris ca-*

nariensis) was published by Schmied (1959). Besides its utilization as a forage crop in continuous cropping, it can also be grown in annual forage mixtures and as a companion crop in establishing alfalfa and clover stands.

MATERIAL AND METHODS

In field trials in 1997 and 1998 a collection of six varieties of canary grass (*Phalaris canariensis* L.) was tested. Besides the Czech newly bred variety, four Hungarian varieties and one Dutch variety were included in the trials. The trials were designed as randomized blocks with three replications for forage and three replications for seed yields on the plots of the Research Institute of Fodder Crops, Ltd., Troubsko. The experimental plots are situated in the sugar beet growing region at an altitude of 280 m. The soil is degraded Chernozem with loamy

topsoil and subsoil. The soil reaction is neutral to slightly alkaline. The mean annual temperature of the experimental site is 8.6 °C and the annual rainfall sum is 547 mm. The precipitation sum for the growing season is 346 mm. In 1997 the sum of precipitation for the growing season was 433.3 mm and in 1998 it was 475.8 mm. In both test years the seeds were sown in the first decade of April. The herbage from the first cutting was harvested in both test years in the third decade of June and the second cutting in the first decade of August. Seed harvest was made in both years in the third decade of August.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the analyses of variance of individual cuttings and the total production of herbage, dry matter, and seeds of the year 1997 are given in Tab. I and of the year 1998 in Tab. II. Tab. III shows herbage, dry matter and seed yields of individual varieties in the year 1997 and Tab. IV gives the corresponding data for the year 1998. In the tables there is also a ranking of varieties in individual cuttings and in the total annual production.

As for herbage yields in 1997 the analysis of variance did not show any significant differences among the varieties tested except for the first cutting when there was a significant difference among the varieties ($P > 0.05$). In the second test year there were no statistical differences among the varieties in individual cuttings and the total herbage production. In the first cutting of the test year the herbage yields ranged from 19.0 to 14.27 t.ha⁻¹ and

the highest yield was reported in the Hungarian variety Kisvárdai-41, followed by the Hungarian varieties Lizard and Karcsu. In the second cutting the herbage yields ranged from 17.67 to 12 t.ha⁻¹ and the highest yield was produced by the Czech newly bred variety TB-14 (Judita), which outyielded the Dutch variety Cantate and the Hungarian variety Kisvárdai-41. The total herbage production in this year was 31.93 to 28.40 t.ha⁻¹. The highest yield was given by the Czech newly bred variety TB-14 (Judita). It was followed by the Hungarian varieties Kisvárdai-41 and Lizard.

In the second test year the herbage yields in the first cutting ranged from 16 to 12 t.ha⁻¹ and the highest yield was consistently produced by the Hungarian variety Abád and the Czech newly bred variety TB-14 (Judita). They were followed by the Hungarian variety Kisvárdai-41. In the second cutting the yields ranged from 11 to 8 t.ha⁻¹ and the Dutch variety Cantate yielded most. It was followed by the Hungarian varieties Karcsu and Kisvárdai-41. As for the total annual production, the herbage yields ranged from 25 to 21.67 t.ha⁻¹. The highest total yield over two cuttings was given by the Hungarian varieties Abád, Kisvárdai-41 and Karcsu.

Although Schmied (1959) points out that the aftermath of canary grass is rather poor and so it can only be used from the first cutting, in both test years two cuttings were made. Dominant is the first crop and the second crop is affected by the amount and the frequency of rainfall, as it was evident, for example, in the year 1998. In the year 1997 the sum of rainfall between sowing and the first cutting was 91.9 mm. In the year 1998 it was 64.5 mm and

I. Analysis of variance for herbage, dry matter and seed yields in the year 1997

Source of variability	<i>f</i>	<i>MS</i>						
		herbage			dry matter			seed
		1st cutting	2nd cutting	total	1st cutting	2nd cutting	total	
Varieties	5	12.01*	13.12	5.30	1.51**	1.12*	0.40	0.14**
Replication	2	3.71	33.39**	56.91*	0.11	2.16**	3.20**	0.22**
Technical error	10	2.67	4.99	7.41	0.08	0.33	0.40	0.03

* $P > 0.05$

** $P > 0.01$

II. Analysis of variance for herbage, dry matter and seed yields in the year 1998

Source of variability	<i>f</i>	<i>MS</i>						
		herbage			dry matter			seed
		1st cutting	2nd cutting	total	1st cutting	2nd cutting	total	
Varieties	5	7.33	3.66	4.32	0.66*	0.70*	1.00*	0.42
Replication	2	0.17	0.72	0.72	0.01	0.04	0.06	0.39
Technical error	10	3.50	3.32	3.65	0.18	0.23	0.22	1.10

* $P > 0.05$

III. Herbage, dry matter and seed yields in the year 1997

No.	Variety	Country	Herbage						Dry matter						Seed	
			1st cutting		2nd cutting		total		1st cutting		2nd cutting		total			
			yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank
1	TB-14 (Judita)	CZE	14.27	6	17.67	1	31.93	1	2.33	5	4.24	1	6.57	4	0.82	3
2	Karcsu	HUN	17.73	3	12.67	5	30.40	3	3.15	4	3.44	3	6.59	3	0.78	4
3	Cantate	NED	14.40	5	14.00	2	28.40	6	2.24	6	3.67	2	5.91	6	0.92	2
4	Lizard	HUN	18.27	2	12.00	6	30.27	4	3.55	2	3.39	5	6.94	1	1.28	1
5	Abád	HUN	16.80	4	12.67	4	29.47	5	3.45	3	3.40	4	6.85	2	0.69	6
6	Kisvárdai-41	HUN	19.00	1	12.67	3	31.67	2	4.04	1	2.35	6	6.39	5	0.71	5

IV. Herbage, dry matter and seed yields in the year 1998

No.	Variety	Country	Herbage						Dry matter						Seed	
			1st cutting		2nd cutting		total		1st cutting		2nd cutting		total			
			yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank	yield	rank
1	TB-14 (Judita)	CZE	16.00	2	8.00	6	24.00	4	2.95	5	1.65	6	4.60	6	0.87	4
2	Karcsu	HUN	15.00	4	9.33	2	24.33	3	3.36	2	2.31	3	5.67	3	1.09	1
3	Cantate	NED	12.00	6	11.00	1	23.00	5	2.62	6	3.02	1	5.65	4	0.73	6
4	Lizard	HUN	13.67	5	8.00	5	21.67	6	3.06	4	1.85	5	4.93	5	0.87	5
5	Abád	HUN	16.00	1	9.00	4	25.00	1	4.01	1	2.16	4	6.18	1	0.95	2
6	Kisvárdai-41	HUN	15.33	3	9.00	3	24.33	2	3.27	3	2.45	2	5.71	2	0.88	3

significantly influenced the yields. The sum of precipitation between the first and the second cutting in 1997 was 135.0 mm and in 1998 the sum was 119 mm. But in this year the prevalent amount of rainfall was at the turn of July and August and after the cutting a great number of plants became dry and the stand became weedy. The differences in herbage yields between the varieties tested in individual years and the cuttings were not large, as suggested by the analyses of variance.

Quite a different situation was found in dry matter yields. Expressed in $t \cdot ha^{-1}$, they are shown in Tabs. III and IV. In 1997, the analysis of variance revealed highly significant differences ($P > 0.01$) between the varieties in the first cutting. In the second cutting there were significant differences ($P > 0.05$) and in total production no statistical differences were found. In the second test year (1998) there were statistically significant differences among the varieties tested in both cuttings and the total annual production.

In the first cutting of the year 1997 dry matter yields ranged from 4.04 to 2.24 $t \cdot ha^{-1}$ and the highest yields were given by the Hungarian varieties Kisvárdai-41, Lizard and Abád. In the second cutting the yields fluctuated from 4.24 to 2.35 $t \cdot ha^{-1}$. The highest yield was produced by the Czech newly bred variety TB-14 (Judita), followed by the Dutch variety Cantate and the Hungarian variety Karcusu. In the total dry matter production the yields ranged from 6.94 to 5.91 $t \cdot ha^{-1}$. The highest yielding variety was the Hungarian variety Lizard, followed by the Hungarian varieties Abád and Karcusu.

In the second test year the yields in the first cutting were from 4.01 to 2.62 $t \cdot ha^{-1}$. The highest yield was given by the Hungarian variety Abád, followed by the Hungarian varieties Karcusu and Kisvárdai-41. In the second cutting the yields ranged from 3.02 to 1.65 $t \cdot ha^{-1}$. The highest yield was produced by the Dutch variety Cantate, followed by the Hungarian varieties Kisvárdai-41 and Karcusu. As for the total dry matter production in this test year, the yields were between 6.18 and 4.60 $t \cdot ha^{-1}$. The highest yield was recorded in the Hungarian variety Abád, followed by the Hungarian varieties Kisvárdai-41 and Karcusu.

Seed yield is closely related to 1000-seed weight, which was recorded in the samples of original seed. The highest values of 1000-seed weight were found in the Hungarian varieties in the following order: Kisvárdai-41 (8.51 g), Lizard (8.06 g), Abád (7.64 g), and Karcusu (7.61 g). In the Dutch variety Cantate the 1000-seed weight was 7.60 g and the lowest 1000-seed weight was in the Czech newly bred variety TB-14 (Judita) (6.33 g).

The analysis of variance revealed highly significant differences among the varieties in seed yields in the year 1997. In the second test year there were no statistical differences in the yields. In the first test year the seed yields ranged (after conversion) from 1.28 to 0.69 $t \cdot ha^{-1}$ and in the second year from 1.09 to 0.73 $t \cdot ha^{-1}$. In 1997 the highest yield was reported in the Hungarian variety Lizard, followed by the Dutch variety Cantate and the Czech newly bred variety TB-14 (Judita). In the second year the highest seed yield was in the Hungarian variety Karcusu, followed by the Hungarian varieties Abád and Kisvárdai-41.

In both cuttings of the year 1997 the varieties were analyzed for the content of crude protein, fiber, digestible crude protein, proteins, and ash. The results are given in Tab. V. The content of crude protein in the first cutting ranged from 153.8 to 207.3 $g \cdot kg^{-1}$, in the second cutting from 124.6 to 166.0 $g \cdot kg^{-1}$. In the first cutting the highest content was recorded in the Dutch variety Cantate and in the second cutting in the Czech newly bred variety TB-14 (Judita). The content of digestible crude protein in the first cutting ranged from 124.2 to 169.7 $g \cdot kg^{-1}$ and from 90.3 to 111.7 $g \cdot kg^{-1}$ in the second cutting. Also in this trait the highest values were found in the same varieties as in the previous trait. Fiber content in the first cutting ranged from 240.8 to 278.4 $g \cdot kg^{-1}$ and in the second cutting from 283.2 to 300.6 $g \cdot kg^{-1}$. In the first cutting the highest fiber content was found in the Hungarian variety Kisvárdai-41 and in the second cutting in the Hungarian variety Abád. Protein content in the first cutting ranged from 127.7 to 159.7 $g \cdot kg^{-1}$ and in the second cutting from 107.1 to 163.1 $g \cdot kg^{-1}$. The highest content was in the Dutch variety Cantate in the first

V. Results of chemical analyses of the 1st and the 2nd cutting of the year 1997

No.	Variety	1st cutting ($g \cdot kg^{-1}$)					2nd cutting ($g \cdot kg^{-1}$)				
		CP	fibre	d-CP	protein	ash	CP	fibre	d-CP	protein	ash
1	TB-14 (Judita)	197.9	240.8	167.2	150.6	148.3	166.0	286.9	111.7	163.1	163.6
2	Karcusu	153.8	272.6	124.2	127.7	143.2	133.6	283.2	94.4	159.2	175.0
3	Cantate	207.3	246.5	169.7	159.7	159.9	133.8	291.0	94.6	118.6	183.2
4	Lizard	166.7	263.1	137.4	136.5	150.8	124.6	294.7	90.3	107.1	178.0
5	Abád	169.2	256.9	143.7	131.3	132.1	138.6	300.6	106.0	112.3	194.9
6	Kisvárdai-41	167.8	278.4	142.5	127.9	140.2	141.4	283.7	104.3	119.0	175.5

CP = crude protein

d-CP = digestible crude protein

cutting and in the Czech newly bred variety TB-14 (Judita) in the second cutting. Ash content in the first cutting ranged from 132.1 to 159.9 g.kg⁻¹ and in the second cutting from 163.6 to 194.9 g.kg⁻¹. The highest content was found in the first cutting in the Dutch variety Cantate and in the second cutting in the Hungarian variety Abád. A cognizance is high abstract ash. Current is all but double in most of our feed spent.

Acknowledgements

The present results were obtained within the scope of the project of the National Agency for Agricultural Research of the Czech Republic EP0960006288 *Utilization of forage crops and other plant species in agricultural production and in landscape formation*, funded by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

The author wishes to express thanks to all companies that provided samples of original seed of their varieties and thus enabled the establishment of field trials.

REFERENCES

- Baldini R. M. (1993): The genus *Phalaris* L. (*Graminaeae*) in Italy. *Webbia*, 47: 1–53.
- Bodega J. L., Dios M. A. de, Rodrigues R., Pereyra-Iraola M. (1995): Agronomic characterization of annual canary grass (*Phalaris canariensis*) populations. *Revta Fac. Agron. Univ. (Buenos Aires)*, 15: 161–170.
- Leaden M. I., Dios M. A. de, Iraola M. P., Bodega J. L. (1996): Evaluation of the tolerance of *Phalaris canariensis* L. to the application of broadleaf herbicides. *Tests Agrochem. Cultiv. (USA)*, 17: 50–51.
- Nagy L. (1996): What is the value of canary grass (*Phalaris canariensis* L.). *Acta Agron. Hung.*, 44: 197–209.
- Putnam D. H., Miller P. R., Hucl P. (1996): Potential for production and utilization of annual canarygrass. *Cereal Fds Wld*, 41: 75–83.
- Schmied M. (1959): Lesknice kanárská. In: Kolektiv: Nevyužitá a nedoceněná krmná plodiny. Praha, SZN: 55–57.

Received on May 25, 2000

Corresponding author:

Ing. Jan Pelikán, CSc., Výzkumný ústav pícninářský, s. r. o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko, Česká republika, tel.: + 420 5 47 22 73 80, fax: + 420 5 47 22 73 85, e-mail: pelikan@vupt.cz

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Prague 2, Czech Republic

tel.: + 420 2 24 25 79 39, fax: + 420 2 24 25 39 38, e-mail: redakce@uzpi.cz

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

Journal	Number of issues per year	Yearly subscription in USD	
		Europe	overseas
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	195,-	214,-
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12	195,-	214,-
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	195,-	214,-
Journal of Forest Science	12	195,-	214,-
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12	159,-	167,-
Czech Journal of Food Sciences (Potravinařské vědy)	6	92,-	97,-
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4	62,-	64,-
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4	62,-	64,-
Zahradnictví (Horticultural Science)	4	62,-	64,-
Research in Agricultural Engineering	4	62,-	64,-

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

COMPARISON OF PEROXISOMICINE A₁ CONTENT IN VEGETATIVE ORGANS OF *KARWINSKIA HUMBERTIANA* AND *KARWINSKIA PARVIFOLIA*

POROVNANIE OBSAHU PEROXIZOMICÍNU A₁ VO VEGETATÍVNYCH ORGÁNOCH *KARWINSKIA HUMBERTIANA* A *KARWINSKIA PARVIFOLIA*

K. Argalášová-Šutovská¹, A. Lux¹, E. Bovanová², A. Čániová², E. Branšteterová²

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

²Faculty of Chemical Technology, Slovak Technical University in Bratislava, Slovak Republic

ABSTRACT: Dimeric anthracenonic compound peroxisomicine A₁ was determined and its content was compared in vegetative organs (roots, stems, leaves) of one and three years old plants *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia*. The results of HPLC analyses showed that the average content of peroxisomicine A₁ [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (f.m.)] in one year old plants of both species is lower than the average content of peroxisomicine A₁ in three years old plants. The highest content of all vegetative organs was found in leaves.

Keywords: peroxisomicine A₁; *Karwinskia humboldtiana*; *Karwinskia parvifolia*; Rhamnaceae

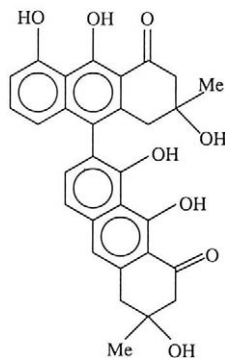
ABSTRAKT: Stanovoval sa obsah peroxizomicínu A₁ (dimerického antracenónu) vo vegetatívnych orgánoch (korene, stonky, listy) jedno- a trojročných rastlín *Karwinskia humboldtiana* a *Karwinskia parvifolia*. Výsledky HPLC analýzy ukázali, že priemerný obsah peroxizomicínu A₁ [$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (č. h.)] bol v jednoročných rastlinách pri oboch druhoch nižší ako v trojročných. Najvyšší obsah zo všetkých vegetatívnych orgánov sa zistil v listoch.

Kľúčové slová: peroxizomicín A₁; *Karwinskia humboldtiana*; *Karwinskia parvifolia*; Rhamnaceae

INTRODUCTION

Peroxisomicine A₁ (Fig. 1) (3',3'-dimethyl-3',3,8,8',9',9'-hexahydroxy-3,3',4,4'-tetrahydro-(7,10')-bianthracen-1,1'-(2H,2H')dione), also known as T-514 according to its molecular weight is a dimeric anthracenonic compound which has been isolated from the endocarp of *Karwinskia humboldtiana* by Dreyer et al. (1975). Peroxisomicine A₁ exhibits selective toxicity *in vitro* on tumour cells (Piñeyro et al., 1994) and at nonlethal doses, produces irreversible and selective damage of yeast peroxisomes *in vivo* (Sepúlveda et al., 1992). For this reason it was named peroxisomicine A₁. The inhibitory effect *in vitro* of peroxisomicine A₁ and structurally related anthracenones on liver catalase activity, using the purified enzyme were reported (Moreno-Sepúlveda et al., 1995). Peroxisomicine A₁ is not able to inhibit *in vivo* the activity of catalase in methylotrophic yeast with peroxisomal damage induced by the toxin (Sepúlveda et al. 1992), either in hepatic fragments incubated with this toxin (*in situ*) or in intoxicated mice (*in vivo*) (Moreno-Sepúlveda et al., 1997). Due to the fact that it is not easy to select appropriate protecting groups and reactive conditions (Carey, Sundberg, 1997) the way of synthesis of

this dimeric compound is not known. Another ways to obtain peroxisomicine A₁ have been investigated. The genus *Karwinskia* (family Rhamnaceae) includes 15 species of trees and shrubs, growing in the USA, Mexico, central America, north Colombia, Cuba, Haiti and Dominican Republic (Fernández, 1992). The great-



1. Peroxisomicine A₁ (3',3'-dimethyl-3',3,8,8',9',9'-hexahydroxy-3,3',4,4'-tetrahydro-(7,10')-bianthracen-1,1'-(2H,2H')dione)

est interest is concentrated on *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia* according to the content of peroxisomicine A₁ in these species (Waksman et al., 1989).

Thin-layer chromatography (TLC) combined with the densitometry has been mostly applied for the determination of peroxisomicine A₁ in fruits of *Karwinskia* (Guerero et al., 1987). Salazar et al. (1996) published the first report with the HPLC determination of peroxisomicine A₁ in seeds of *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia* and in spiked blood samples. However, peroxisomicine A₁ was not successfully separated from both peaks eluting before and after it. Bovanová et al. (1999) have presented complete HPLC method for the determination of peroxisomicine A₁ in vegetative organs of *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia* combined with an efficient pre-separation technique for the isolation of analysed compound from the plant matrix.

In this paper we quantify peroxisomicine A₁ from vegetative organs of two *Karwinskia* species cultivated *in vivo* using the mentioned HPLC method and compare the content of peroxisomicine A₁ in dependence on the age of both species.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

The experiments were carried out between the years 1996 and 1999. *Karwinskia humboldtiana* (Roem. and Schut.) Zucc. and *Karwinskia parvifolia* Rose were grown in greenhouse at the Comenius University, Faculty of Natural Sciences in Bratislava with the average annual temperature 18.3 °C and with the average annual air relative humidity 85.2%.

Chemicals

The standard of peroxisomicine A₁ was obtained from Faculty of Medicine U.A.N.L. Monterrey, Mexico; methanol, acetonitrile (both HPLC grade) from Merck (Germany), ethyl acetate, citric acid, Na₂HPO₄·12 H₂O (all p.a. grade) from Lachema (Czech Republic).

Extraction and assay

Leaves, stems and roots of both species were processed separately. The plant material was homogenised and 0.1 g of homogenate was extracted with 5 ml of ethyl acetate for 30 min using a shaker T-22 Lovena (Prague, Czech Republic). The extraction was repeated three times. The extracts were filtered through the filter paper Filtrak No.368 (Niederschlag, Germany), combined and evaporated using a rotatory vacuum evaporator RVC-64 (Prague, Czech Republic). The residue was dissolved in 2 ml of 40% acetonitrile. 20 µl of sample was injected

into the chromatographic column. Three parallel samples were prepared from each part of the plant and all sample extracts were injected three times onto the chromatographic column.

Determination of peroxisomicine A₁

Peroxisomicine A₁ determination was described in detail by Bovanová et al. (1999). Peroxisomicine A₁ was analysed by HPLC using an autosampler Basic-Plus Marathon Spark (Emmen, Holland), a HP 1100 system Hewlett Packard (Waldbronn, Germany) consisting of a pump with a degasser, a diode-array detector and a data station HP ChemStation, on the chromatographic column NovaPak C₁₈ (150 × 3.9 mm; 4 µm) Waters (Milford, USA) combined with the guard column NovaPak C₁₈ (20 × 3.9 mm) Waters (Milford, USA).

Solutions: a stock solution of peroxisomicine A₁ (ca 100 µg/ml) was prepared in methanol and stored in a refrigerator at -20 °C. Working solutions were prepared by diluting the stock solution with methanol. McIlvaine buffer (pH 3) was prepared mixing 795 ml of 0.1M citric acid and 205 ml of 0.2M Na₂HPO₄.

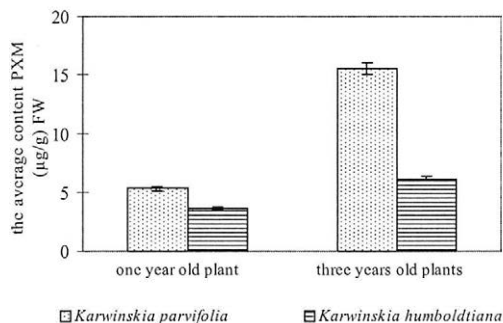
Chromatographic conditions: operating conditions for HPLC were an ambient temperature. Mobile phase consisted of methanol-McIlvaine buffer (pH 3) (74 : 26, v/v); in the case of roots analyses, using this mobile phase, the peak of peroxisomicine A₁ was not identified, therefore it was necessary to use the mobile phase consisting of methanol-McIlvaine buffer (pH 3) (65 : 35, v/v). Flow rate of the mobile phase was 0.6 ml/min, peroxisomicine was detected using DAD at 410 nm, an injection volume was 20 µl.

Statistical evaluation of results

The presented values of HPLC analyses of peroxisomicine A₁ are the means of six determinations with the deviations not exceeding 10 to 15% in one experiment.

RESULTS AND DISCUSSION

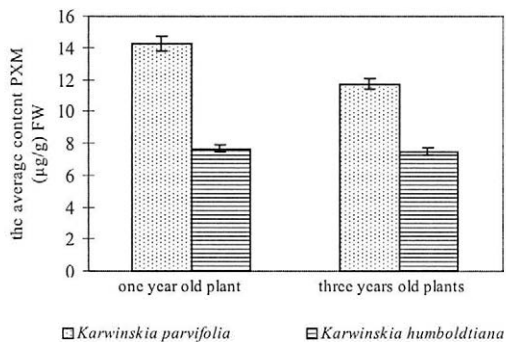
Comparison of peroxisomicine A₁ content in roots of one and three years old plants of *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia*. The results of HPLC analyses concerning the average content of peroxisomicine A₁ in one and three years old plants of both species observed (Fig. 2) showed, that the overall amount of toxins in roots of *Karwinskia humboldtiana* is increasing with the age of plant. It coincides with the observation that the number of secretory structures, developing in the secondary tissues of roots, increases with the age (Lux et al., 1996). The average value of peroxisomicine A₁ content in roots of one year old plants of *Karwinskia parvifolia* was three times lower than in



2. The average content of peroxisomicine A₁ (µg/g) FW in roots of one and three years old plants of *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia*

three years old ones. The average value of peroxisomicine A₁ content in roots of one year old plants *Karwinskia humboldtiana* was only two times higher when compared with the three years old plants. The differences in chemical composition of these two plants complete the finding of differences present in the morphology of root systems of these two species (Lux et al., 1996; Sadloňová, 1996). In both cases the different climatic conditions in the original localities of these species can be one of the reasons.

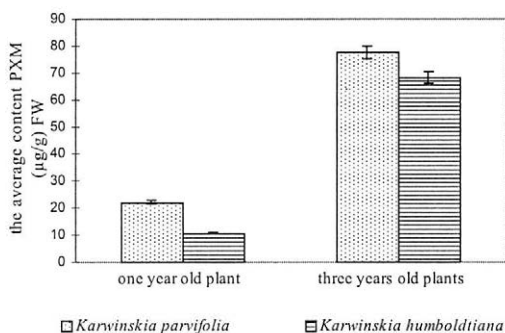
Comparison of peroxisomicine A₁ content in stems of one and three years old plants in both species. While comparing the average value of peroxisomicine A₁ content in stems of one and three years old plants of both species it is evident that in stems of one year old plants *Karwinskia parvifolia* the average value of peroxisomicine A₁ content is two times higher than in *Karwinskia humboldtiana* (Fig. 3). According to Hanáčková, Piñeyro (1999) secretory structures in stems can be developed not only during the primary state of stem ontogenesis, but also during the secondary growth of this organ. The attention has been paid to the structure of *Karwinskia parvifolia* stem, which is considered to be typical for the dicotyledonous plants (Hanáčková,



3. The average content of peroxisomicine A₁ (µg/g) FW in stem of one and three years old plants of *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia*

Piñeyro, 1999). Secretory ducts are located in stem cortex, they are present neither in the secondary xylem nor in phloem, and they have an extended lumen filled with drops of yellow lipophilic material which presents the same primary fluorescence as fluorescence of peroxisomicine A₁ standard (Hanáčková, Piñeyro, 1999).

Comparison of peroxisomicine A₁ content in leaves of one and three years old plants of observed species. The results of thin-layer chromatography (TLC) has showed that the content of peroxisomicine A₁ in leaves of both species was increasing with the age of plants (Argalášová, 1996). The results of HPLC analyses confirmed these results. In leaves of three years old plants *Karwinskia parvifolia* the average value of peroxisomicine A₁ content is more than three times higher in comparison with leaves of one year old plants of the same species (Fig. 4). In the case of *Karwinskia humboldtiana* the average value



4. The average content of peroxisomicine A₁ (µg/g) FW in leaves of one and three years old plants of *Karwinskia humboldtiana* and *Karwinskia parvifolia*

of peroxisomicine A₁ content in three years old plants is six times higher than in one year old plants. In leaves of *Karwinskia humboldtiana* Lux, Earl (1989) have observed red and yellow pigment in secretory canals. Pigments are present in petiole and leaf blade and they are concentrated in secretory cavities and ducts. Secretory cavities are present in mesophyll. Under the main vein there are one or two secretory ducts below the epidermis. Leaf secretory structures are already formed during the early phases of the leaf development (Hanáčková et al., 1997).

Waksman et al. (1989) stated that the plant material of *Karwinskia humboldtiana* from the natural conditions exhibited high variability in the content of requested dimeric anthracenonic compound, depending on a locality, time of collection and climatic conditions. *Karwinskia parvifolia* and *Karwinskia subcordata* both have high and more stable content of peroxisomicine A₁. Due to the fact that *Karwinskia subcordata* contains a high amount of substances, which are difficult to separate, the authors consider *Karwinskia parvifolia* as the best source for extraction of peroxisomicine A₁ (Waksman et al., 1989). HPLC analyses confirmed that the content of

peroxisomicine A₁ in vegetative organs of *Karwinskia parvifolia* was higher than in vegetative organs of *Karwinskia humboldtiana*.

The present work documents the presence of peroxisomicine A₁ in all vegetative organs of two species of genus *Karwinskia* for the first time. Moreover, a clear evidence is shown on the dependence of its content on the age of plants. The synthesis and/or accumulation of peroxisomicine A₁ in *Karwinskia* plants is dependent on the external conditions, as it has been stated by Masarovičová et al. (2000). The increasing content of peroxisomicine A₁ was induced by higher nitrogen supply to the plants. In the recent work Kákoniová et al. (2000) documented the ability of *Karwinskia* to synthesise peroxisomicine A₁ also *in vitro* conditions. All these works demonstrate the possibility to obtain valuable source of peroxisomicine A₁ by modifying the growth conditions either *in vivo* or *in vitro*.

Acknowledgement

This research was supported by the Slovak Grant Agency for Science, VEGA, No. 1/4102/99.

Abbreviations

PXM = peroxisomicine A₁
f.m. = fresh mass

REFERENCES

- Argalášová K. (1996): Kultivácia *in vitro* a analýza obsahových látok vybraných druhov rodu *Karwinskia*. [Diplomová práca.] Bratislava, PrF UK.
- Bovanová L., Brandšteterová E., Čániová A., Argalášová K., Lux A. (1999): High-performance liquid chromatographic determination of peroxisomicine A₁ (T-514) in genus *Karwinskia*. J. Chromatogr. B, 732: 405–410.
- Carey A. F., Sundberg R. J. (1997): Advanced organic chemistry. New York, Plenum Press, Part A: 570, Part B: 543.
- Dreyer D. L., Arai I., Bachman C. D., Anderson W. R., Smith R. G., Daves G. D. (1975): Toxins causing noninflammatory paralytic neuropathy. Isolation and structure elucidation. J. Amer. Chem. Soc., 97: 4985–4990.
- Fernández N. R. (1992): Nombres comunes, usos y distribución geográfica del género *Karwinskia* (Rhamnaceae) en México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot., 63: 1–23.
- Guerrero M., Piñeyro L. A., Waksman T. N. (1987): Extraction and quantification of toxins from *Karwinskia humboldtiana* (tullidora). Toxicon, 25: 565–568.
- Hanáčková Z., Piñeyro-López A. (1999): Stem structure in *Karwinskia parvifolia* (Rhamnaceae). Biologia (Bratislava), 54: 431–437.
- Hanáčková Z., Waksman N. T., Mikuš M., Lux A., Lišková D., Masarovičová E. (1997): Structure, physiology and toxin content in leaves of *Karwinskia humboldtiana* *in vivo* and *in vitro*. Acta F.R.N. Univ. Comen., Physiol. Plant., 29: 95–100.
- Kákoniová D., Němcová L., Lišková D., Lux A., Argalášová Šutovská K., Čániová A. (2000): Meristem, shoot, and callus cultures of *Karwinskia* species. Pl. Cell, Tiss. Org. Cult., (in press).
- Lux A., Earl P. R. (1989): The leaf structure of coyotillo, *Karwinskia humboldtiana* (Rhamnaceae). Publ. Biol. F.C.B., U.A.N.L. Mexico, 3: 83–90.
- Lux A., Sadloňová K., Lišková D., Masarovičová E., Mikuš M., Hanáčková Z., Ordóñez J. R., Piñeyro-López A. (1996): Study of *Karwinskia* roots. Conf. Progr. Plant sciences from plant breeding to growth regulation, Hungary: 54–56.
- Masarovičová E., Welschen R., Lux A., Lambers H., Argalášová K., Brandšteterová E., Čániová A. (2000): Photosynthesis and biomass partitioning of *Karwinskia* species in response to nitrogen supply. Physiol. Plant., (in press).
- Moreno-Sepúlveda M., Vargas-Zapata R., Ballesteros-Elizondo R., Piñeyro-López A., Sepúlveda-Saavedra J. (1997): Effect of peroxisomicine on catalase activity in albino mice. Toxicon, 35: 777–783.
- Moreno-Sepúlveda M., Vargas-Zapata R., Esquivel-Escobedo D., Waksman de Torres N., Piñeyro-López A. (1995): Effect of peroxisomicine and related anthracenones on catalase activity. Pl. Med., 61: 337–340.
- Piñeyro L. A., Martínez V. L., González A. R. (1994): *In vitro* selective toxicity of toxin T-514 from *Karwinskia humboldtiana* (buckthorn) plant on various human tumour cell lines. Toxicology, 92: 217–227.
- Sadloňová K. (1996): Vývin koreňovej sústavy *Karwinskia humboldtiana* a *Karwinskia parvifolia*. [Diplomová práca.] Bratislava, PrF UK.
- Salazar M. L., Piñeyro A., Waksman N. (1996): A reverse phase HPLC method for quantification of peroxisomicine and other anthracenonic compounds. J. Liq. Chrom. Rel. Technol., 19: 1391–1403.
- Sepúlveda J., Klei I. van der, Piñeyro-López A., Harder H., Veenhuis M. (1992): Studies on the effect of toxin-514 on the integrity of peroxisomes in methylotrophic yeasts. FEMS Microbiol. Lett., 91: 207–212.
- Waksman N., Martínez L., Fernández R. (1989): Chemical and toxicological screening in genus *Karwinskia* (Mexico). Rev. Lat.-amer. Quím., 21: 27–29.

Received on March 27, 2000

Corresponding author:

Doc. RNDr. Alexander Lux, CSc., Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Mlynská dolina B-2, 842 15 Bratislava, Slovenská republika, tel.: + 421 7 60 29 64 57, fax: + 421 7 65 42 90 64, e-mail: lux@fns.uniba.sk

POKyny PRO AUTORY

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

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

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

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

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

Pokud autor používá v práci zkratky 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 podtituly 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 nedostatecích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and 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 key words).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

OBSAH – CONTENTS

Psota V., Bohačenko I., Pytela J., Vydrová H., Chmelík J.: Determination of size distribution of barley starch granules using Low Angle Laser Light Scattering Stanovení distribuce velikosti škrobových zrn u ječmene pomocí metody LALLS	433
Procházková B., Dovrtěl J.: Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice The effect of different soil tillage on the yields of winter wheat	437
Provazník K., Richter R., Zimolka J.: Zaorávka řepného chrástu a jeho vliv na obsah minerálního dusíku v půdě při pěstování jarního ječmene Ploughing in sugar beet tops and the effect on the content of mineral nitrogen in the soil during spring barley cultivation	443
Dryšlová T.: Vliv některých agrotechnických faktorů na růst a výnos zrna ozimé pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.) The effect of some agronomical factors on growth and grain yield of winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	451
Slavík L.: Využití kapkové závlahy a mikropostřiku při zavlažování chmele Utilization of trickle irrigation and microsprinkling of hop irrigation	457
Hniličková H., Novák V.: Akumulace energie u zavlažovaných a nezavlažovaných rostlin chmele (<i>Humulus lupulus</i> L.) Accumulation of energy by non-irrigated and irrigated hop plants (<i>Humulus lupulus</i> L.)	465
Pelikán J.: Evaluation of yields in canary grass (<i>Phalaris canariensis</i> L.) varieties Zhodnocení výnosů odrůd lesknice kanárské (<i>Phalaris canariensis</i> L.)	471
Argalášová-Šutovská K., Lux A., Bovanová L., Čániová A., Branšteterová E.: Comparison of peroxisomicine A ₁ content in vegetative organs of <i>Karwinskia humboldtiana</i> and <i>Karwinskia parvifolia</i> Porovnanie obsahu peroxizomicínu A ₁ vo vegetatívnych orgánoch <i>Karwinskia humboldtiana</i> a <i>Karwinskia parvifolia</i>	477
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Javůrek M., Badalíková B.: 15. Mezinárodní konference ISTRO	450
RECENZE – REVIEW	
Vrkoč F.: J. Míkulka a kol.: Plevelné rostliny polí, luk a zahrad	456