

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriæ, 2011, s. 29–31

ANTIMICROBIAL EFFECT OF ESSENTIAL OILS FROM PLANTS COLLECTED FROM DIFFERENT LOCALITIES

ANTIMIKROBIAĽNY ÚČINOK SILÍC Z RASTLÍN ZBIERANÝCH Z RÔZNYCH LOKALÍT

Mária MIKULÁŠOVÁ,¹ Štefánia VAVERKOVÁ,² Marta HABÁNOVÁ,³ Lucia BIROŠOVÁ⁴

Institute of Cell Biology and Biotechnology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Bratislava¹

Comenius University, Bratislava²

Slovak University of Agriculture in Nitra³

Slovak University of Technology, Bratislava⁴

Antimicrobial activities of the essential oils obtained by using the hydrodistillation method from *Tanacetum vulgare* L. and *Salvia officinalis* L. were investigated using the disc agar diffusion method and by the microdilution method. The plants used in this study were collected from different localities of Slovakia. The essential oils revealed higher activity against Gram-positive bacteria, namely *Bacillus subtilis*. The essential oils with the best antibacterial properties exhibited also the highest anti-yeast effect mainly against *Candida albicans* as well as the inhibition of the growth of mycelial fungi *Aspergillus flavus* and dermatophyte *Microsporum gypseum*. Essential oils of plants belonging to the same taxa but collected from different localities showed different levels of antimicrobial activities.

Key words: essential oils, *Tanacetum vulgare*, *Salvia officinalis*, locality, antimicrobial effect

Essential oils (EO) and plant extracts have been used for many thousands of years, in food preservation, pharmaceuticals, alternative medicine and natural therapies (Mitscher et al., 1987). Essential oils are potential sources of novel antimicrobial compounds especially against bacterial pathogens, however they have shown to possess also antifungal, antiviral, and insecticidal and antioxidant properties (Burt, 2004; Kordali et al., 2005; Reichling et al., 2009). These properties are important for both food preservation and control of human and plant diseases of microbial origin. Some oils have been used in cancer treatment (Sylvestre et al., 2006). The quality and yield of essential oils is influenced by many factors, such as fertilizer and pH of soil (Alvarez-Castelanos and Pascual-Villalobos, 2003), chemotype or subspecies (Goren et al., 2001), choice of plant part (Keskitalo et al. 2001), harvesting season (Cornu et al., 2001), the choice and stage of drying conditions (Tateo and Riva, 1991) and extraction method (Scalia et al., 1999). The content of some components of essential oils varies according to the geographic location. Thus, 1,8-cineole was the most abundant in the oil of sage from the USA (18.0%), camphor in the oil of Romania (26.5%), caryophyllene in the oil from the USA (10.0%), alpha-thujone in the oil from Italy (45.8%), beta-thujone in the oil from Romania (23.1%) (Boelens and Boelens, 1997). The composition of the essential oils from various chemotypes of *Tanacetum vulgare* was studied in detail on populations of wild growing species in Finland (Keskitalo et al., 2001), Norway (Dragland et al., 2005), Hungary, Poland, Italy, and others. In our previous work (Vaverková et al., 2006) we examined qualitative properties of the essential oil obtained from *Tanacetum vulgare* L. and we confirmed that the shares of the constituents in the essential oils differ in dependence on the location.

The aim of this work was to estimate and compare antimicrobial activity of extracts from *Tanacetum vulgare* L. and *Salvia officinalis* L. from some geographic locations in Slovakia.

Material and methods

Tanacetum vulgare L. and *Salvia officinalis* L. were used as a testing material. Air dried aerial parts (flower heads) were hydrodistilled for 3.5 hours in accordance to the European Pharmacopoeia. Isolated oil was diluted in n-hexane and dried over anhydrous sodium sulphate. Oil samples were analysed using a Hewlett Packard HP 5971. A mass selective detector directly coupled to a gas chromatograph HP 5890 Series II FID was used. A capillary column DB-WAX/26m × 0.20 mm, 0.2 mm film thickness (Hewlett Packard, USA) was used.

Two strains of gram-negative bacteria *Escherichia coli* (CCM 3988), *Proteus mirabilis* (CCM 1941) and three strains of gram-positive bacteria *Bacillus subtilis* (CCM 1718), *Staphylococcus aureus* (CCM 3953) and *Micrococcus luteus* (CCM 732) as well as the yeasts *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Rhodotorula glutinis* and micromycetes *Aspergillus flavus* and *Microsporon gypseum* were obtained from the Czech Collection of Microorganisms, Brno, Czech Republic. The cultures were maintained in their appropriate agar slants at 4 °C throughout the study and used as stock cultures.

Disc diffusion method – nutrient agar plates were swabbed with the respective broth culture of the organisms (diluted to 0.5 McFarland standards with saline). Filter paper discs (6 mm in diameter) were impregnated with 5 µL of the extract and placed on the inoculated plates. These plates, after staying at 4 °C for 2 h, were incubated at 37 °C for 24 h for bacteria and at 28 °C for 48 h for the yeasts. The diameters of the inhibition zones were measured in millimetres.

Determination of minimum inhibitory concentration – was performed using broth microdilution method. The overnight growing culture of bacteria was filtered and 2% suspension of bacteria was prepared. 180 µL of this suspension and 20 µL of double diluted solutions of EO were placed into the wells of

96 well microtitre plates and cultivated for 24 h on reciprocal shaker at 37 °C. The time course of absorbance (A_{630}) was determined at 120 min intervals in triplicates.

Antifungal activity – extract was added to molten SIA medium at given concentration. The centre of each plate was inoculated with one fungal disc (5 mm diameter) of the respective fungus. The plates were incubated at 28 °C for 7 days. The antifungal activity of extracts was evaluated every 2 days by measuring the diameter of test and control colonies in millimeters. Percentage of inhibition was calculated using the formula $I\% = \frac{I\text{Zc} - I\text{Zt}}{I\text{Zc}} \times 100$ where $I\text{Zc}$ and $I\text{Zt}$ are the average diameters of mycelia colonies in control and treated fungi set.

Results and discussion

Water distilled essentials oils from flower heads of *Tanacetum vulgare* L. and *Salvia officinalis* L. collected from five (*Tanacetum*) or three (*Salvia*) localities in Slovakia have been analysed by GC/MS. The analyses showed that the main components of the oils of *Tanacetum*, which constituted 82.1%

Table 1 Antimicrobial activity of essential oils from *Tanacetum vulgare* L. (T1-T5) and *Salvia officinalis* L. (S1-S3) by using the disc diffusion method. Values represent the inhibition zone in mm

	T1	T2	T3	T4	T5	S1	S2	S3
<i>E. coli</i>	9	9	19	7	9	11	11	13
<i>P. mirabilis</i>	11	7	15	9	9	7	9	7
<i>S. aureus</i>	9	11	13	9	11	9	7	7
<i>M. luteus</i>	19	9	9	9	9	13	13	9
<i>B. subtilis</i>	13	19	22	11	11	19	21	21
<i>S. cerevisiae</i>	13	9	9	11	13	7	9	7
<i>C. albicans</i>	11	13	15	11	11	13	15	13
<i>C. parapsilosis</i>	11	9	9	11	9	11	11	13
<i>R. glutinis</i>	11	7	11	13	13	11	11	13

Tabuľka 1 Antimikrobiálna aktívitá silíc z *Tanacetum vulgare* L. (T1-T5) a *Salvia officinalis* L. (S1-S3) použitím diskovej difúznej metódy. Hodnoty predstavujú inhibičnú zónu v mm

Table 2 Minimal inhibition concentration (MIC) of the essential oils from *Tanacetum vulgare* L. (T1-T5) and *Salvia officinalis* L. (S1-S3) by using the microdilution method

	T1	T2	T3	T4	T5	S1	S2	S3
<i>E. coli</i>	2.5%	2.5%	<0.6%	>2.5%	>2.5%	0.6%	2.5%	>2.5%
<i>P. mirabilis</i>	>2.5%	2.5%	<0.6%	>2.5%	>2.5%	<0.6%	2.5%	>2.5%
<i>S. aureus</i>	2.5%	2.5%	2.5%	>2.5%	>2.5%	0.6%	<0.6%	<0.6%
<i>M. luteus</i>	2.5%	1.2%	1.2%	>2.5%	>2.5%	<0.6%	<0.6%	<0.6%
<i>B. subtilis</i>	1.2%	0.6%	<0.6%	2.5%	>2.5%	1.2%	2.5%	2.5%

Tabuľka 2 Minimálna inhibičná koncentrácia (MIC) silíc z *Tanacetum vulgare* L. (T1-T5) a *Salvia officinalis* L. (S1-S3) použitím mikrodilučnej metódy

Table 3 Antifungal activity of essential oils from *Tanacetum vulgare* L.

Conc. (1)	Aspergillus flavus				Microsporon gypseum			
	0	0.5%	Inh. % (2)	0	0.5%	Inh. % (2)		
T1	32 mm	100%	35 mm	109%	0%	14 mm	100%	0 mm
T3	52 mm	100%	24 mm	46%	54%	22 mm	100%	0 mm
T4	32 mm	100%	17 mm	53%	47%	14 mm	100%	0 mm

Tabuľka 3 Fungicídna účinnosť silíc z *Tanacetum vulgare* L.

(1) koncentrácia, (2) inhibícia v %

of total oils are: -pinene, camphene, sabinene, β -pinene, myrcene, 1,8-cineole, artemisia ketone, β -ujone, camphor, borneol, umbellulone, D-carvone, chrysanteny-l-acetate, bornyl-acetate, thymol, germacrene and carvacrol. The shares of the constituents in the essential oils differed in dependence on the locality.

In general, activity of essential oils against the Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* and *Bacillus subtilis*) was higher than against Gram-negative bacteria. The strongest activity among the Gram-positive bacteria was for *B. subtilis* where inhibition zones reached up to 22 mm. From Gram-negative bacteria only *Escherichia coli* was more susceptible to essential oils from *Salvia officinalis* L. Oil from one chemotype of *Tanacetum vulgare* L. (T3) had very strong effect on both Gram-negative bacteria but oils from another chemotypes had only very slight effect. Studies of antimicrobial effects of essential oils from *Tanacetum*, *Salvia* and many other plants described higher activities of essential oils on Gram-negative bacteria (Kalodera et al., 1997, Nostro et al., 2000, Ouattara et al., 2000). Our results are consistent with that of El-Shazly et al. 2000, Bagci et al., 2008, Randrianarivelo et al., 2009 and others, which confirmed high activity of essential oils on *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*.

The comparative evaluation of essential oils from two distinct species of plants (*Tanacetum vulgare* L. and *Salvia officinalis* L.) showed variations in the level of activity against bacteria. These variations were evident from zones of inhibition (Tab. 1) as well from MIC values (Tab. 2). MIC of essential oils from Tanacetum ranged in all bacteria from <0.6% to >2.5%. Three essential oils from *Salvia* had strong effect on *Staphylococcus aureus* and *Micrococcus luteus* (MIC <0.6%). In third G+ bacteria *Bacillus subtilis*, the MIC of *Salvia* oils were 1.25% and 2.5% resp. and in G- bacteria *Escherichia coli* and *Proteus mirabilis* MICs of *Salvia* essential oils ranged from <0.6% to 2.5%. G- bacteria *E. coli* and *Proteus mirabilis* MICs of *Salvia* extracts ranged from <0.6% to 2.5%.

Extracts T1-T5 originated from the same plant species, were isolated using the same procedures and differed only by the geographic location. As is evident from the comparison of inhibition zones (Tab. 1) and MIC values (Tab. 2) their

antibacterial properties are different. Extracts T4 and T5 possess the lowest activity on bacteria and the best effect possesses extract T3 MIC of which at *E. coli*, *Proteus* and *Bacillus* is <0.6%, only in *Staphylococcus* and *Micrococcus* is 2.5% and 1.25% what is still lower value in the comparison with the rest extracts from *Tanacetum*.

Also, the anti-yeasts activities were different. The higher inhibition zone of essential oil was 15 mm on *C. albicans*. The maximum activity on *C. albicans* was shown (similarly like on bacteria) by the essential oils T3 from *Tanacetum* and S2 from *Salvia*.

The extracts from *Tanacetum vulgare*, which showed good antibacterial and anti-yeast activity, were further tested for their activity to mold *Aspergillus flavus* and dermatophyte *Microsporon gypseum*. The antifunga effect was monitored by measuring the diameter of fungal colony, and extracts T1, T3 and T4 inhibited the growth of *Aspergillus flavus* after 7 days of cultivation approximately 50% and totally inhibited the growth of *Microsporon gypseum* (Tab. 3).

Conclusions

The results obtained in this work confirmed, that essential oils obtained by water steam distillation from *Tanacetum vulgare* L. and *Salvia officinalis* L. possess the ability to inhibit the growth of selected bacteria, yeasts and mycelial fungi. Essential oils of plants belonging to the same taxa but collected from different localities showed different levels of antimicrobial activities.

Súhrn

Cieľom práce bolo stanoviť schopnosť silíc získaných z *Tanacetum vulgare* L. a *Salvia officinalis* L., inhibovať rast vybraných G+ a G- baktérií, kvasiniek a vláknitých hub a porovnať potenciálny antimikrobiálny účinok silíc získaných z rastlín z rozličných lokalít Slovenska. Pomocou diskovej difúznej metódy a mikrodilučnej metódy sme zistili, že silice sú v rozličnom stupni účinnej voči všetkým použitým mikroorganizmom. Minimálne inhibičné koncentrácie sa pohybujú v rozpätí od 0,6% do 2,5%. Z porovnania výsledkov vyplýva, že aj keď boli silice získané z rastlín patriacich do toho istého taxónu, ale zbierané z rozličných lokalít, majú rozdielny stupeň antimikrobiálneho účinku.

Kľúčové slová: silice, *Tanacetum vulgare*, *Salvia officinalis*, lokalita, antimikrobiálny účinok

References

- ALVAREZ-CASTELIANOS, P. P. – PASCUAL-VILLALOBOS, M. J. 2003. Effect of fertilizer on yield and composition of flower head essential oil of *Chrysanthemum coronarium* (Asteraceae) cultivated in Spain. Ind. Crop Prod., vol. 17, 2003, p. 77 – 81.
- BAGCI, E. – KURSAT, M. – KOCAK, A. – GUR, S. 2008. Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of *Tanacetum balsamita* L. subsp. *balsamita* and *T. chilioiphllum* (Fisch. et Mey.) Schults Bip. var. *chilioiphllum* (Asteraceae) from Turkey. In: Jeobp, vol. 11, 2008, p. 476 – 484.
- BOELENS, M. H. – BOELENS, H. 1997. Chemical and sensory evaluation of three sage oils. In: Perfumer and Flavorist, vol. 22, 1997, p. 9 – 39.
- BURT, S. A. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: In: A Review. Inter. J. Food Microbiol., vol. 94, 2004, p. 223 – 253.
- CORNU, A. – CAMAT, A. P. – MARTIN, B. – COULON, J. P. – LAMaison, J. L. – BERDAGUŽ, J. L. 2001. Solid-phase micro-extraction of volatile components from natural grassland plants. In: J. Agric. Food Chem. vol. 49, 2001, p. 203 – 209.
- DRAGLAND, S. – ROHLOFF, J. – MORDAL, R. – IVERSEN, T. H. 2005. Harvest optimization and essential oil production in five tansy (*Tanacetum vulgare* L.) genotypes under a northern climate. In: J. Agric. Food Chem., vol. 53, 2005, p. 4946 – 53.
- EL-SHAZLY, A. – DORAI, G. – WINK, M. 2002. Composition and antimicrobial activity of essential oil and hexane-ether extract of *Tanacetum santolinoides* (DC.) In: Feinbr. and Fertig. Z. Naturforsch C., vol. 57, 2002, p. 620 – 623.
- GOREN, N. – DEMIRCI, B. – BASER, K. H. C. 2001. Composition of the essential oils of *Tanacetum* spp. from Turkey. In: Flavour Fragrance J., vol. 16, 2001, p. 191 – 194.
- GOREN, N. – DEMIRCI, B. – BASER, K. H. C. 2001. Composition of the essential oils of *Tanacetum* spp. from Turkey. In: Flavour Fragrance J., vol. 16, 2001, p. 191 – 194.
- KALODERA, Z. – PEPELJNAK, S. – BLAŽEVIČ, N. – PETRAK, T. 1997. Chemical composition and antimicrobial activity of *Tanacetum parthenium* essential oil. In: Pharmazie, vol. 52, 1997, p. 885 – 886.
- KESKITALO, M. – PEHU, E. – SIMON, J. E. 2001. Variation in volatile compounds from Tansy (*Tanacetum vulgare* L.) related to genetic and morphological differences of genotypes. In: Biochem. System. Ecol., vol. 29, 2001, p. 267 – 285.
- KORDALI, S. – KOTAN, R. – MAVI, A. – CAKIR, A. – ALA, A. – YILDIZ, A. 2005. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum* and *Artemisia spicigera* essential oils. In: J. Agric. Food Chem., vol. 53, 2005, p. 9452 – 9458.
- MITSCHER, L. A. – DRAKE, S. – GOLLAPUDI, S. R. – OKWUTE, S. K. 2004. A modern look at folkloric use of anti-infective agents. In: J. Agric. Food Chem., vol. 52, 2004, p. 1132 – 1137.
- NOSTRO, A. – GERMANO, M. P. – ANGELO, V. – MARINO, A. – CANNATELLI, M. 2000. Extraction methods and bio autography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. In: Letters in Appl. Microbiol., vol. 30, 2000, p. 379 – 384.
- OUATTARA, B. – SIMARD, R. E. – HOLLEY, R. A. – PIETTE, G. J. P. – BEGIN, A. 2000. Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meats spoilage organisms. In: International J. of Food Microbiol., vol. 37, 2000, p. 155 – 162.
- RANDRIANARIVELO, R. – SARTER, S. – ODOUX, E. – BRAT, P. – LEBRUN, M. – ROMESTAND, B. – MENUT, C. – ANDRIANOELISOA, H. S. – RAHERIMAN-DIMBY, M. – DANTHU, P. 2009. Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Cinnamosma fragrans*. In: Food Chem., vol. 114, 2009, p. 680 – 684.
- REICHLING, J. – SCHNITZER, P. – SUSCHKE, U. – SALLER, R. 2009. Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral and Cytotoxic Properties – an Overview. In: Forsch. Komplementmed., vol. 16, 2009, p. 79 – 90.
- SCALIA, S. – GIUFFIREDA, L. – PALLADO, P. 1999. Analytical and preparative supercritical fluid extraction of chamomile flowers and its comparison with conventional methods. In: J. Pharm. Biomed. Anal., vol. 21, 1999, p. 549 – 558.
- SYLVESTRE, M. – PICHEMETTE, A. – LONGTIN, A. – NAGAU, F. – LEGAULT, J. 2006. Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. In: J. Ethnopharmacol., vol. 103, 2006, p. 99 – 102.
- TATEO, F. – RIVA, G. 1991. Influence of the drying process on the quality of essential oils in *Artemisia absinthium*. In: Mitt. Geb. Leven. Hyg., vol. 82, 1991, p. 607 – 614.
- VAVERKOVÁ, Š. – MIKULÁŠOVÁ, M. – HABÁN, M. – SLOBODA, P. 2006. A study of qualitative properties of the essential oils of *Tanacetum vulgare* L. In: Česká a Slovenská farmacie, vol. 55, 2006, p. 181 – 185.

Contact address:

doc. RNDr. Mária Mikulášová, CSc., Ústav bunkovej biológie a biotehnológie, Prírodovedecká fakulta UK, 842 15 Bratislava, Mlynská dolina, phone: 421-2-60 29 66 52, fax 421-2-60 29 62 88, e-mail: mikulasovam@fns.uniba.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2011, s. 32–36

MORFOMETRICKÁ A CYTOMETRICKÁ CHARAKTERIZÁCIA GENOTYPOV *PRUNUS × FRUTICANS* Z OKRAJOVÝCH ZÓN AGROBIOCENÓZ

MORPHOMETRIC AND CYTOMETRIC CHARACTERIZATION OF *PRUNUS × FRUTICANS* GENOTYPES FROM MARGINAL ZONES OF AGROBIOCOENOSES

Kristína MURÁŇOVÁ, Ľuba ĎURIŠOVÁ, Peter FERUS, Milan BEŽO, Tibor BARANEC

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Prunus L. (plum) is a polymorphic genus with high hybridization ability. Species of genus plum naturally occur in wild shrub corridors (ecological corridors) of agricultural landscape. In this environment arises spontaneous hybridization of taxa which results in an increasing dominance of hybrid populations of genus plum (particularly *Prunus × fruticans*). Consequently *P. × fruticans* substitutes autochthonic parental species, *Prunus spinosa*. This research was focused on variability determination in selected morphometric characteristics and genome size of taxon *Prunus × fruticans* Weihe at locality Čechynce. Variability and genome size evaluation of the hybrid is indispensable to determine taxon and its diacritical characteristics. Material (fruits) was collected during the vegetation period in the September – October 2010. Length, width and thickness of kernels as well as width of fruits were measured using caliper. Relative proportion of kernel width to fruit width was evaluated. Fruits and kernel morphology analysis showed considerable variability in evaluated characteristics. Length of kernels varied from 9 ± 0.79 mm to 12.2 ± 0.82 mm, width from 7.24 ± 0.39 to 8.1 ± 0.31 mm and thickness from 5.41 ± 0.32 to 6.33 ± 0.24 mm. In relative proportion of kernel width analysis, two different groups of genotypes were identified (59% proportion and 63% proportion). Genome size analysis of taxa *P. × fruticans* was analyzed in seed fragments (without seed coat) with internal pea (*Pisum sativum* L. cv. 'Ctirad') standard using reagent kit CyStain PI absolute P® and flow cytometer (CyFlow ML®, Partec, Germany). The genome size of *P. × fruticans* taxa varied in scale 1.42 ± 0.01 – 1.55 ± 0.01 pg.

Key words: *Prunus × fruticans*, morphometric characteristics, genome size, flow cytometry

Slivka (*Prunus* L.) je druhovo rozsiahly a hospodársky významný rod so zastúpením viac ako 200 druhov krov a stromov. Je rozšírený najmä na severnej pologuli (Eurázia) ako dôležitý komponent lesných spoločenstiev (Bortiri, Hevvel and Potter, 2006). Rod je morfologicky veľmi rôznotvárny (Bertová, 1992) s výraznou fenotypovou plasticitou (Bortiri, Hevvel and Potter, 2006). Vďaka slabým izolačným bariéram medzi polyploidnými druhami dochádza v rámci rodu k častej medzidruhovej hybridizácii.

Autochtónne druhy rodu slivka tvoria dominantné zastúpenie v populáciach nelesnej drevinovej vegetácie v poľnohospodárkej krajine južného Slovenska. Vyskytujú sa predovšetkým v podobe neudržiavaných krovinných pássov (biokoridorov) na okrajoch poľnohospodárskej pôdy. V tomto prostredí dochádza k samovoľnému spontánemu kríženiu jedincov, čoho dôsledkom je narastajúca prevaha zastúpenia populácií hybridov rodu slivka. Najčastejšie sa vyskytujúcim taxónom je slivka čerešňová (*Prunus × fruticans* Weihe), ktorá vznikla krížením slivky trnkovej (*Prunus spinosa* L.), ktorá je tetraploid, $2n = 32$ (Bertová, 1992) a slivky domácej (*Prunus domestica* L.), ktorá je hexaploid, $2n = 6x = 48$ (Baranec, 1990; Bertová, 1992). Tento taxón postupne vytvára z fytocenoz biokoridorov pôvodné a rodíčovské druhy (najmä slivku trnkovú), pretože vplyvom introgresívnej hybridizácie dochádza k zvýšeniu ich genetickej variabilitu. Medzidruhová hybridizácia je tiež jednou z príčin ohrozenia autochtonných a vzácných druhov.

Cieľom našej práce bolo hodnotenie variabilitu vybraných morfometrických charakteristik a stanovenie veľkosti genómu slivky čerešňovej. Analýza variabilitu slivky čerešňovej je dôležitá z hľadiska determinácie taxónu a jeho hlavných diakritickej znakov.

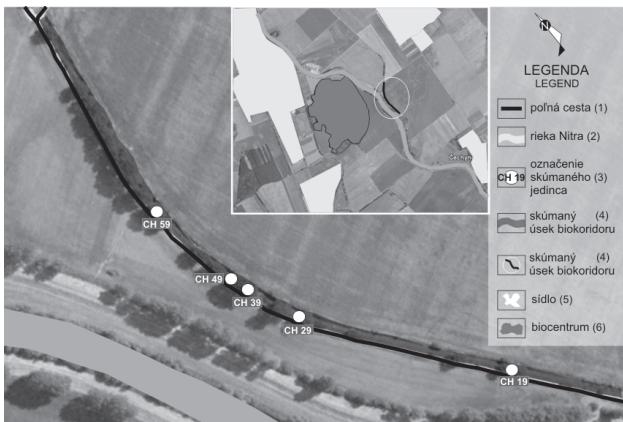
Materiál a metódy

Charakteristika rastlinného materiálu

Predmetom skúmania bola lokálna populácia slivky čerešňovej (*P. × fruticans*), ktorá je súčasťou krovínatých biokoridorov na okrajoch poľnohospodársky využívanej pôdy v katastrálnom území obce Čechynce. Z fytocenologického hľadiska sa skúmaná populácia začleňuje do zväzu *Pruno spinosae – Crataegetum monogygae* (Soó), radu *Prunetalia spinosae*, asociácie *Ligstro – Prunetum* (trnkové kriačiny). V typickej forme sú to nepreniknutelné husté, 2 – 4 m široké pásy mezofílnych kriačin, výraznej fyziognómie. Porasty tvoria prevažne tŕnisté a malolisté druhy krov, najčastejšie trnka, hlohy, ruže, ostružiny (Ružičková et al., 1996).

Materiál sme odobrali z 5 označených voľne rastúcich jedincov, ktoré boli súčasťou lokálnej populácie slivky čerešňovej tvoriacej krovínate biokoridory na okrajoch agrocentózy. Vybrané jedince sme označili nasledovne: CH19, CH29, CH39, CH49, CH59 (obr. 1). Jedince sme zvolili náhodným výberom z celej plochy skúmaného biokoridora.

Slivka čerešňová (*P. × fruticans*) je strom alebo vysší ker. Konáre má v mladosti chlpaté, zvyčajne bez tráv, len ojedinele tŕnisté. Listy elipsovité, široké, na vrchole tupé, na okraji tupo pilkované, chlpaté, najmä na rube, na žilnatine. Stopky listov chlpaté, 1,5 cm dlhé. Kvety veľké, zvyčajne jednotlivé na skrátených brachyblastoch, pučia spolu s listami, stopky kvetov chlpaté, ± 1 cm dlhé. Korunné lupienky elipsovité, vajcovité, na vrchole vykrojené, žltkasté, na báze krátkonechtičkovité. Plody guľaté, 15 – 20 mm v priemere, čiernomodré. Kvitnutie apríl – máj. Európsko-prednoázijský druh (Bertová, 1992).



Obrázok 1 Záujmová lokalita v blízkosti obce Čechynce
Figure 1 Locality of interest close to Čechynce village
(1) country road (2) Nitra river (3) analysed plant individual (4) analysed ecological corridor section (5) urban area (6) biocentre

Charakteristika záujmového územia

Lokalita sa nachádza v katastrálnom území obce Čechynce v okrese Nitra (obr. 1). Čechynce je obec prevažne poľnohospodárskeho charakteru. Chotár obce leží na okraji Žitavskej pahorkatiny, na ľavostrannej nivě rieky Nitry v nadmorskej výške 131 – 210 m.n.m. Chotár bol kedy si často zaplavovaný vodami rieky Nitry.

Geologický podklad lokality je tvorený neogennymi sivými a pestrými ílmi, prachmi, pieskami, štrkmi, slojami lignitu, sladkovodnými vápencami a polohami tufitov (Biely et al., 2002). Pôdy sú černozemné nivné.

Z klimatologického hľadiska zaraďujeme lokalitu do teplej oblasti, konkrétnie do suchého klimatického okrsku s miernou zimou (Lapin et al., 2002).

Z fytogeografického hľadiska patrí lokalita Čechynce do oblasti panónskej flóry (*Pannonicum*), do obvodu eukanónskej xerotermnej flóry (*Eupannonicum*) (Futák, 1980). V biokoridoroch poľnohospodárskej krajiny na území strednej Európy sú hojne zastúpené autochtoné krovinné spoločenstvá (rad *Prunetalia spinosae*), v ktorých dominantné druhy patria do rodov slivka (*Prunus*), hloh (*Crataegus*) a ruža (*Rosa*) (Baranec et al., 2009).

Analyzovaný úsek skúmaného biokoridoru sa nachádza severozápadne od obce Čechynce. Má dĺžku 739 m a šírku

10 m. Tiahne sa pozdĺž zavlažovacieho kanála a prameňa, ktoré sú intenzívne znečisťované produktami antropogénnej činnosti. Orientácia biokoridoru je severo-južná. Koridor sa nachádza v blízkosti rieky Nitry. Okolie koridoru tvorí poľnohospodárska pôda.

Analýza taxonomicky dôležitých morfológických znakov

Na analýzu taxonomicky dôležitých morfológických znakov bol materiál (plody v plnej zrelosti) získavaný odberom z označených jedincov slivky čerešňovej (*P. × fruticans*). Odber bol realizovaný počas obdobia september až október 2010. Podľa metodiky uplatnenej v prácach Rybníkárová (2010) a Depypere et al. (2007) sa stanovovali nasledovné taxonomicky dôležité morfológické charakteristiky (obr. 2): dĺžka, šírka, hrúbka kôstok a šírka plodov (mm), ktoré boli mechanicky merané s presnosťou $\pm 0,2/100$ mm zo súboru 30 plodov ($n = 30$).

Analýza veľkosti genómu

Na analýzu absolútnej veľkosti genómu taxónu slivky čerešňovej (*P. × fruticans*) boli použité semená skúmaných jedincov. Interným štandardom bol hrach siaty (*Pisum sativum L.*) kultivar 'Citrád' so známou veľkosťou genómu ($2C = 9,09$ pg) (Doležel et al., 2007). Extrakcia jadier z buniek a sfarbenie jadrovej DNA sa realizovali prostredníctvom komerčnej súpravy CyStain PI absolute P® (Partec, Nemecko).

Na prípravu farbiaceho roztoku (na 10 analyzovaných vzoriek) bol pripravený farbiaci ustálený roztok Partec-CyStain PI Absolut P® (20 ml) s pridaním 120 µl propídium jodidu (PI) a 60 µl roztoku RNázou.

1. Príprava vzorky

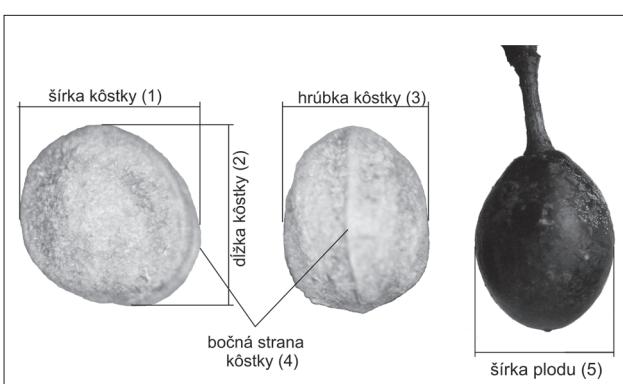
Na cytometrickú analýzu vybraných jedincov taxónu *P. × fruticans* boli použité segmenty semien skúmaných jedincov (klíčne listy a embryonálna os, príp. celé semená). Semená boli spolu s endokarpom skladované po dobu 5 mesiacov pri teplote 4 °C. Pred samotnou analýzou boli semená extirpované zo sklerenchymatickej endokarpu a zbavené osemenia. Na prípravu vzorky interného štandardu boli použité čerstvé listy (segment o veľkosti približne 0,5 cm²).

Príprava vzorky bola realizovaná podľa metodiky Partec-CyStain PI Absolut P (2009). Segment semena skúmaného jedinca bol rezaný (po dobu 30 – 60 sekúnd) ostrou žiletou v Petriho miske (priemer 55 mm) v 500 µl extrakčného ustáleného roztoku. Pre každú novú analyzovanú vzorku bola použitá osobitná žiletka. Po 30 – 90 sekundovej inkubácii v extrakčnom ustálenom roztoku bola vzorka prefiltrovaná do skúmavky cez nylonový filter (veľkosť pórov 42 µm). Do filtrátu bol pridaný 1% polyvinylpyrolidón (PVP) (Jedrzejczyk, Sliwinska, 2010, Yokoya et al., 2000) a 2 ml farbiaceho roztoku (s PI a RNázou). Takto pripravená vzorka bola inkubovaná po dobu 60 minút (pre taxónu rodu *Prunus L.*) pri teplote 4 °C chránená pred svetlom. Inkubačná doba pre vzorku interného štandardu (*Pisum sativum L. 'Citrád'*) bola 10 – 15 minút.

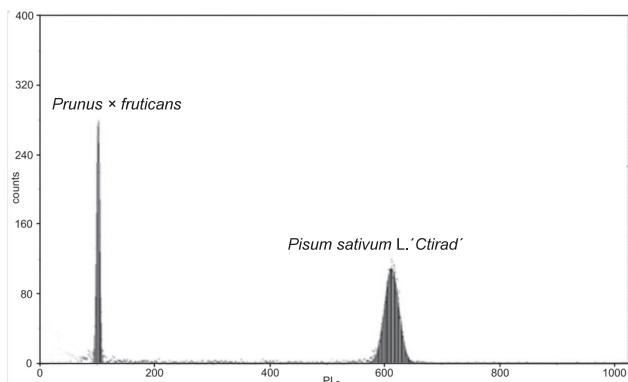
Pred samotnou cytometrickou analýzou bola suspenzia skúmanej vzorky (*P. × fruticans*) zmiešaná so suspenziou interného štandardu v pomere 1 : 1.

2. Cytometrická analýza

Vzorky boli analyzované priečkovým cytometrom CyFlow ML® (Partec, Nemecko) pevným laserom emitujúcim zelené svetlo o vlnovej dĺžke 532 nm. V každom meraní bolo analyzovaných minimálne 5 000 častic (jadier). Pre každú skúmanú vzorku sa realizovali merania v troch opakovaniach (v priebehu 3 dní, $n = 3$). Namerané hodnoty boli spracované v podobe his-



Obrázok 2 Prehľad parametrov zistovaných na kôstkach a plodoch
Figure 2 Overview of parameters analysed in kernels and fruits
(1) kernel width (2) kernel length (3) kernel thickness (4) kernel lateral side (5) fruit width



Obrázok 3 Histogram intenzity fluorescencie meraných častíc. Vrcholy histogramu zodpovedajú intenzite fluorescencie jadier neznámeho genotypu a interného štandardu (*Pisum sativum* L. cv. 'Ctirad') o priemerných koeficientoch variability 2,88 resp. 2,04 %

Figure 3 Histogram of nuclei fluorescence intensity. Peaks represent fluorescence intensity of unknown genotype nuclei and internal standard nuclei (*Pisum sativum* L. cv. 'Ctirad') of average variability coefficients 2.88 or 2.04%, respectively

togramu intenzity fluorescencie meraných častíc, ktoré korešpondovali s obsahom jadrovej DNA (obr. 3). Histogram pozostával z dvoch dominantných G1 vrcholov reprezentujúcich jadrá referenčnej a skúmanej vzorky (Roberts et al., 2008). Histogram bol analyzovaný softvérom FloMax® (Partec, GmbH, Münster, Germany)

Podľa metodiky Doležel, Greilhuber a Suda (2007) bola veľkosť genómu skúmanej vzorky vypočítaná zo vzťahu:

$$\text{genóm vzorky (pg)} = \text{genóm interného štandardu} \times \frac{\text{relatívna poloha vrcholu vzorky}}{\text{relatívna poloha vrcholu štandardu}}$$

Následne bola vypočítaná priemerná hodnota obsahu 2C jadrovej DNA.

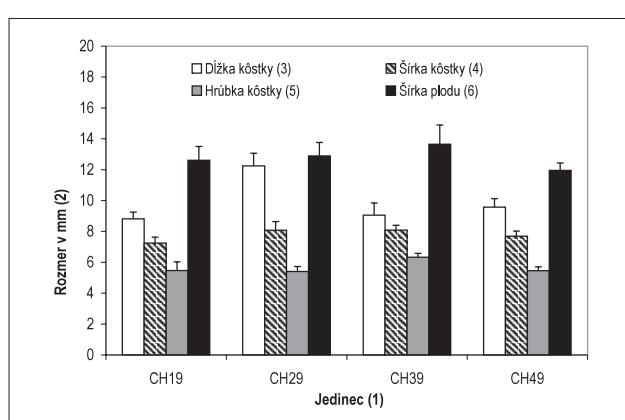
Získané hodnoty morfometrických znakov a cytometrické údaje boli matematicky spracované a štatisticky vyhodnotené

v programoch Excel MS Office a Statgraphics, ver. 4. Pri štatistickom vyhodnocovaní bola použitá analýza rozptylu ANOVA (LSD test na hladine významnosti $\alpha = 0,05$).

Výsledky a diskusia

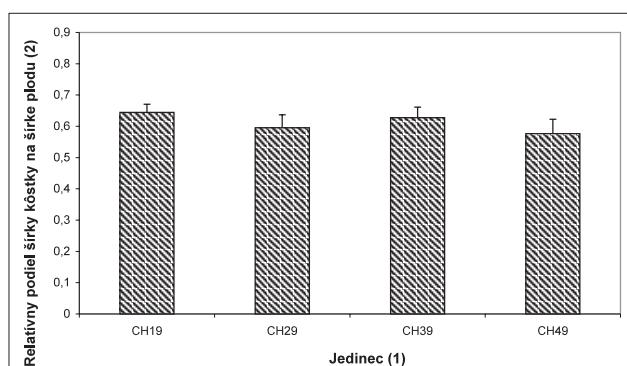
Analýza taxonomicky dôležitých morfologických znakov

Plody skúmaných jedincov, ktorími sú holé kôstkovice, dozrievajú v septembri až októbre. Zrelé plody sú guľaté, čierne, modro oinovatené (Bertová, 1992). Analýzou morfometrických charakteristik kôstok boli zistené preukazné rozdiely vo všetkých sledovaných znakoch (obr. 4). Dĺžka kôstky plodov odobratých z jedincov CH19 a CH39 bola na úrovni $9 \pm 0,79$ mm, pri genotypu CH49 približne na úrovni $9,6 \pm 0,54$ mm a ker CH29 mal plody s najdlhšou kôstkou (v priemere $12,2 \pm 0,82$ mm). V prípade šírky kôstky bola situácia odlišná. Najnižšie hodnoty sme pozorovali pri genotypu CH19, preukazne vyššie pri genotypu CH49 a genotypy CH29 a CH39 dosiahli najväčšiu šírkmu $8,1 \pm 0,31$ mm. Značnú variabilitu v dĺžke a šírke kôstky slivky čerešňovej (*P. x fruticans*) z lokality Čechynce zistila aj Rybníkárová (2010), ktorá uvádzala priemerné hodnoty pre dĺžku kôstky $9,76$ mm a šírku kôstky $7,49$ mm. Odlišné veľkostné parametre pre dĺžku a šírku kôstky zistil Depyrere et al. (2007), ktorý vo vzorkách *P. x fruticans* pôvodom z Belgicka uvádzal nižšiu priemernú hodnotu pre šírku kôstky (6,3 mm), avšak priemerná dĺžka kôstky bola porovnatelná s údajmi získanými našimi pozorovaniami (11,1 mm). Hrubkou kôstky sa plody jednotlivých krov líšili od seba najmenej. Takmer pri všetkých testovaných genotypoch dosahovala hrubka kôstky približne $5,4 \pm 0,24$ mm, iba pri genotypu CH39 narásla o $0,9$ mm ($6,33 \pm 0,24$) mm. Na druhej strane, v šírke plodov sme identifikovali nasledovné skupiny genotypov: prvú skupinu tvoril genotyp CH49 s priemernou hodnotou $12,0 \pm 0,47$ mm, druhú skupinu genotypy CH19 a CH29 s priemernými hodnotami $12,6 \pm 0,89$ a $12,9 \pm 0,87$ mm, a tretiu skupinu genotyp CH39 s priemerom $13,7 \pm 1,24$ mm. Vyššiu priemernú hodnotu pre šírku plodov *P. x fruticans* z lokality Čechynce uvádzala Rybníkárová (2010), ktorá v roku 2009 zistila priemernú šírku plodov $14,56$ mm.



Obrázok 4 Morfometrická analýza plodu a kôstky viacerých jedincov *Prunus x fruticans* v biokoridore pri obci Čechynce ($n = 30$ opakovani). Odlišné písmenné označenie stípcov (a,b,c) poukazuje na štatisticky preukazný rozdiel na hladine významnosti 95 %

Figure 4 Fruit and kernel morphometric analysis in several *Prunus x fruticans* individuals of the ecological corridor close to Čechynce ($n = 30$). Different letters (a,b,c) indicate level of significance at $\alpha = 0,05$
(1) individual, (2) size in mm, (3) kernel length, (4) kernel width, (5) kernel thickness, (6) fruit width



Obrázok 5 Relativny podiel šírky kôstky na šírke plodu pri viacerých jedincoch *Prunus x fruticans* v biokoridore pri obci Čechynce ($n = 30$ opakovani). Odlišné písmenné označenie stípcov (a,b) poukazuje na štatisticky preukazný rozdiel na hladine významnosti 95 %

Figure 5 Relative ratio of kernel to fruit width in several *Prunus x fruticans* individuals of the ecological corridor near Čechynce village ($n = 30$). Different letters (a,b) indicate level of significance at $\alpha = 0,05$
(1) individual, (2) relative proportion of kernel width fo fruit width

Pri hodnotení relatívneho podielu šírky kôstky na šírke plodu (obr. 5) sme identifikovali dve skupiny genotypov, a to s podielom na úrovni 59 % (genotypy CH29 a CH49) resp. 63 % (genotypy CH19 a CH39) v priemere. Genotypy s nižším podielom kôstky k dužinaté časti oplodia sú vhodnejšie pre seleciu a prípadné hospodárske využitie taxónu.

Analýza veľkosti genómu

Prieková cytometria (FCM – flow cytometry) je v súčasnosti čoraz častejšie používanou metódou v mnohých oblastiach biologického výskumu. Touto metódou je možné jednoducho, rýchlo a spoločne stanoviť celkový obsah jadrovej DNA, ploidie taxónov, analyzovať fázy bunkového cyklu, spôsoby reprodukcie a pod. FCM slúži tiež na zisťovanie a kvantifikáciu interšpecifických krížencov, výskyt a vzájomné interakcie medzi cytotypmi v populáciách a pod. (Suda a Pyšek 2010).

Prieková cytometria je vhodnou alternatívou aj pre určenie ploidity / veľkosti genómu zástupcov čeľade Rosaceae, pretože chromozómy týchto druhov sú často malé a početné a určenie ploidie pomocou počítania chromozómov je náročné. Okrem toho, mikroskopické počítanie chromozómov je časovo náročné a obmedzené len na niekoľko pletív. Prieková cytometria je rýchla a presná metóda na výpočet obsahu DNA a stáva sa čoraz častejšie používanou metódou pre určenie veľkosti genómu rastlín (Jedrzejczyk and Sliwinska 2010).

Pre priekovú cytometriu sa najčastejšie používajú mladé listy, avšak zvlášť pri druhoch obsahujúcich inhibitory farbenia nachádzajúce sa v cytosole listov môžu byť semená vhodnejšie ako listy (Sliwinska, Zielinska and Jedrzejczyk, 2005).

Hodnota 2C sa pri zástupcoch čeľade ružovité (Rosaceae) pohybuje v rozmedzí od 0,20 do 7,30 pg (Bennett and Leitch, 2005). Predstaviteľia podčeľade slivkovaté (Prunoideae) patria k druhom s malým genómom. Meraním obsahu DNA 12 diploidných taxónov rodu *Prunus* a ich medzidruhových krížencov zistili Baird, Estager and Wells (1994) hodnoty od 0,30 pg do 0,79 pg.

Aj keď cudzoopelenie medzi jedincami s rozdielnou úrovňou ploidie pri zástupcoch čeľade ružovité je možné, Jedrzejczyk and Sliwinska (2010) nepozorovali rozdiely v ploidii medzi listami a semenami pochádzajúcimi z toho istého stromu alebo kra, napr. pri čremche obyčajnej (*Prunus padus*) bol obsah DNA z listov a semen identický $1,15 \pm 0,02$ pg.

Cytometrickými analýzami semen bola zistená veľkosť genómu jednotlivých krov slivky čerešňovej dosahujúca hodnoty v škále $1,42 \pm 0,01$ až $1,55 \pm 0,01$ pg (Tab. 1). Genotypy CH39 a CH49 pritom vykazovali hodnoty v spodnej časti intervalu a genotyp 5 v hornej časti intervalu. Pri genotypoch CH19 a CH29 sme zistili veľkosť genómu, ktorá nebola preukazne od-

lišná od týchto troch jedincov. Výsledky analýzy veľkosti genómu naznačujú, že populácia slivky čerešňovej na danej lokalite nepozostáva len z čistých hybridov, ale aj z prechodných form. Porovnaním morfometrických údajov jednotlivých genotypov s veľkosťou ich genómu neboli zistené preukazné vzťahy medzi nameranými hodnotami. V hodnotenom súbore zvyšujúca sa veľkosť genómu nemala vplyv na zvyšovanie hodnôt kariologických charakteristik.

Záver

V sledovaných morfometrických znakoch je medzi kŕikmi slivky čerešňovej (*P. × fruticans*) z biokoridoru pri obci Čechynce značná variabilita, ktorá poukazuje na odlišný potenciál týchto krížencov v kontexte využitia na pestovateľské a potravinárske účely. Jednotlivé genotypy vykazujú aj odlišnosti vo veľkosti genómu.

Intenzívna poľnohospodárska aktivita na príahlých agročenozach spôsobuje stratu prirodzených biotopov a zvyšuje možnosti hybridizácie s nepôvodnými pestovanými druhami, na základe čoho dochádza k vytláčaniu pôvodných taxónov z prirodzených populácií. Dôkazom toho je aj slivka čerešňová, ktorá v populáciách biokoridorov na okrajoch agročenóz postupne nahradza pôvodný rodicovský druh slivku trnkovú. Zistená značná variabilita slivky čerešňovej vo všetkých sledovaných morfometrických znakoch a aj vo veľkosti genómu naznačuje, že v populáciách radu *Prunetalia spinosae*, ktoré sa vyskytujú v biokoridoroch na okrajoch agročenóz, dochádza k intenzívnej hybridizácii. Výsledky výskumu je možné uplatniť pri plánovaní, resp. rekonštrukcii poľnohospodárskej krajiny v súlade so zásadami trvalo udržateľného rozvoja.

Súhrn

Rod slivka (*Prunus L.*) je morfologickej rôznotvárny s vysokou mierou hybridizácie. Druhy tohto rodu sa prirodzene vyskytujú predovšetkým v podobe neudržiavaných krovinných pásov (biokoridorov) na okrajoch poľnohospodárskej pôdy. V tomto prostredí dochádza k samovoľnému spontánemu križeniu druhov, čoho výsledkom je postupný prevládajúci výskyt krížencov rodu slivka. V prevažnej miere je to slivka čerešňová, ktorá vytláča pôvodný rodicovský druh trnku (*P. spinosa*). Realizovali sme analýzu variabilitu jednotlivých genotypov slivky čerešňovej (*P. × fruticans*) v sledovaných morfometrických znakoch plodov ako aj hodnotenie veľkosti genómu týchto genotypov cytometrickými metódami. Analýza variabilitu a veľkosťi genómu genotypov slivky čerešňovej je dôležitá z hľadiska determinácie taxónu a jeho diakritických charakteristik. Materiál bol získavaný počas vegetačného obdobia september – október 2010 z 5 označených voľne rastúcich jedincov, ktoré boli súčasťou lokálnej populácie slivky čerešňovej tvoriacej krovinné biokoridory na okrajoch agročenózy v katastrálnom území obce Čechynce. Cieľom tohto výskumu bolo analyzovať variabilitu v šírke plodu a hrúbke, šírke, dĺžke kôstky, stanoviť veľkosť genómu jednotlivých genotypov a na základe výsledkov posúdiť vzťahy medzi sledovanými charakteristikami. Analýzu morfometrických charakteristik kôstok na intrašpecifickej úrovni boli zistené preukazné rozdiely vo všetkých sledovaných znakoch. Dĺžka kôstok variaovala v rozmedzí od $9 \pm 0,79$ mm do $12,2 \pm 0,82$ mm, šírka kôstok od $7,24 \pm 0,39$ do $8,1 \pm 0,31$ mm a hrúbka kôstok od $5,41 \pm 0,32$ do $6,33 \pm 0,24$ mm. Pri hodnotení relatívneho podielu šírky kôstky na šírke plodu sme identifikovali dve skupiny genotypov, a to s podielom na úrovni 59 %

Tabuľka 1 Veľkosť genómu jednotlivých genotypov *Prunus × fruticans* z biokoridoru pri obci Čechynce ($n = 3$). Odlišné písmenné označenie hodnôt (a,b) poukazuje na štatisticky preukazné rozdiel na hladine významnosti 95%

Jedinec (1)	Veľkosť genómu (pg) (2)
CH19	$1,51 \pm 0,03$ ab
CH29	$1,49 \pm 0,05$ ab
CH39	$1,42 \pm 0,01$ a
CH49	$1,44 \pm 0,06$ a
CH59	$1,55 \pm 0,01$ b

Tabuľka 1 Genome size of individual *Prunus × fruticans* genotypes from ecological corridor near Čechynce village ($n = 3$). Different letters (a,b) indicate level of significance at $\alpha = 0,05$ (1) individual (2) genome size (pg)

a 63 % v priemere. Pri stanovení absolútnej veľkosti genómu slivky čerešňovej cytometrickou analýzou boli použité semená skúmaných jedincov (zbavené osemenia). Ako interný štandard bol použitý hrach siaty (*Pisum sativum L.*) 'Citrad'. Extrakcia jadier a sfarbenie jadrovej DNA sa realizovali prostredníctvom reagentného kitu CyStain PI absolute P® (s PI a RNázou) s pridaním 1% PVP. Cytometrickými analýzami s použitím prietokového cytometra (CyFlow ML®, Partec, Germany) sme zistili veľkosť genómu jednotlivých genotypov slivky čerešňovej, ktorý dosahoval hodnoty v škále $1,42 \pm 0,01$ pg až $1,55 \pm 0,01$ pg.

Kľúčové slová: slivka čerešňová, morfometrické charakteristiky, veľkosť genómu, prietoková cytometria

Tento článok vznikol s podporou projektu „Excelentného centra pre uchovávanie a využívanie agrobiodiverzity“ na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a VEGA 1/0779/11.

Literatúra

- BAIRD, W. V. – ESTAGER, A. S. – WELLS, J. K. 1994. Estimation nuclear DNA content in peach and related diploid species using laser flow cytometry and DNA hybridization. Plant genetics and breeding. In: American Society for Horticultural Science, vol. 119, 1994, no. 6, p. 1312 – 1316.
- BARANEC, T. 1990. Nové spontánne kríženice rodu *Prunus* L. pre Česko-Slovensko. In: Dendrologická sdelení, roč. 34, 1990, s. 38 – 40.
- BARANEC, T. – IKRÉNYI, I. – DEBNÁRIKOVÁ, P. – RYBNIKÁROVÁ, J. 2009. Analysis of vegetation structure of bio-corridors on the territory of agricultural landscape in SW Slovakia. In: Landscape – theory and practice. Abstracts of the 15th International symposium on Problems of Landscape ecological research. Bratislava, 2009, p. 128.
- BENNET, M. D. – LEITCH, I. J. 2005. "Plant DNA C-values Database". [s.a.] [online] [cit. 2011-15-04]. Dostupné na internete <<http://data.kew.org/values>>
- BERTOVÁ, L. (ed.), 1992. Flóra Slovenska IV/3. Bratislava : VEDA, 1992, s. 498 – 509. ISBN 80-224 0077-7.
- BIEĽA, A. – BEZÁK, V. – ELEČKO, M. – GROSS, P. – KALIČIAK, M. – KONEČNÝ, V. – LEXA, J. – MELLO, J. – NEMČOK, J. – POLÁK, M. – POTFAJ, M. – RAKÚS, M. – VASS, D. – VOZÁR, J. – VOZÁROVÁ, A. 2002. Geologická stavba. 1 : 500 000. In Hrnčiarová, T. (ed.). Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava : MŽP SR, 2002, s. 74 – 5. ISBN 80-88833-27-2.
- BORTIRI, E. – HEUVEL, B.V. – POTTER, D. 2006. Phylogenetic analysis of morphology in *Prunus* reveals extensive homoplasies. In: Plant Systematics and Evolution, vol. 259, 2006, p. 53 – 71. DOI:10.1007/s00606-006-0427-8

- DEPYPERE, L. – CHAERLE, P. – MIJNSBRUGGE, K.V. – GOETGHEBEUR, P. 2007. Stony endocarp dimension and shape variation in Prunus Section *Prunus*. In: Annals of Botany, vol. 100, 2007, p. 1585 – 1597. ISSN 0305-7364
- DOLEŽEL, J. – GREILHUBER, J. – SUDA, J. 2007. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. In: Nature protocols, vol. 2, 2007, no. 9, p. 2233 – 2244. DOI:10.1038/nprot.2007.310
- FUTÁK, J. 1980. Fytogeografické členenie. 1 : 1 000 000.
- JEDRZEJCZYK, I. – SLIWINSKA, E. 2010. Leaves and Seeds as Materials for Flow Cytometric Estimation of the Genome Size of 11 Rosaceae Woody Species Containing DNA – Staining Inhibitors. In: Journal of Botany, 2010, 9 p.
- LAPIN, M. – FAŠKO, P. – MELO, M. – ŠŤASTNÝ, P. – TOMLAIN, J. 2002. Klimatické oblasti 1 : 1 000 000. In: Hrnčiarová, T. (ed.). Atlas krajiny Slovenskej republiky. Bratislava : MŽP SR, 2002, s. 95. ISBN 80-88833-27-2.
- ROBERTS, A.V. – GLADIS, Th. – BRUMME, H. 2008. DNA amounts of roses (*Rosa* L.) and their use in attributing plodidity levels. In: Plant Cell Reports, vol. 28, 2009, no. 1, p. 61 – 71. DOI 10.1007/s00299-008-0615-9
- RUŽIČKOVÁ, H. – HALADA, L. – JEDLIČKA, L. – KALIVODOVÁ, E. 1996. Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov. Bratislava : Ústav krajinnnej ekológie SAV, 1996, 192 s. ISBN 80-967527-3-1.
- RYBNIKÁROVÁ, J. 2010. Reprodukčná biológia vybraných autochtoných druhov rodu *Prunus* L.: dizertačná práca. Nitra : SPU, 2010, 104 s.
- SLIWINSKA, E. – ZIELINSKA, E. – JEDRZEJCZYK, I. 2005. Are seeds suitable for flow cytometric estimation of plant genome size. In: Cytometry, vol. 64, 2005. no. 2, p. 72 – 79.
- SUDA, J. – PYŠEK, P. 2010. Flow cytometry in botanical research: introduction. In: Preslia vol. 82, 2010, p. 1 – 2.
- VAN ZEIST, W. – WOLDBRING, H. 2000. Plum (*Prunus domestica* L.) varieties in late- and post-medieval Groningen: the archaeobotanical evidence. In: Palaeohistoria, vol. 39/40, 2000, p. 563 – 576. ISSN 0552-9344
- YOKOYA, K. – ROBERTS, A. V. – MOTTLEY, J. – LEWIS, R. – BRANDHAM, P. E. 2000. Nuclear DNA Amounts in Roses. In: Annals of Botany, vol. 85, 2000, no. 4, p. 557 – 561. DOI 10.1006/anbo.1990.1102

Kontaktná adresa:

Ing. Kristína Muráňová, prof. RNDr. Tibor Baranec, CSc, Katedra botaniky, FAPZ, Slovenská polnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: kristina.muranova@uniag.sk, tibor.baranec@uniag.sk
prof. RNDr. Milan Bežo, CSc, Katedra genetiky a šľachtenia rastlín, FAPZ, Slovenská polnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: milan.bezo@uniag.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriæ, 2011, s. 37–40

ANALYSIS OF CROPPING PATTERNS OF MEDICINAL AND SPICES PLANTS GROWING ON PRIME ARABLE LAND

ANALÝZA MODELU OSEVNÉHO POSTUPU PRE PESTOVANIE LIEČIVÝCH A KORENINOVÝCH RASTLÍN NA ORNEJ PÔDE

Jozef SMATANA, Milan MACÁK

Slovak University of Agriculture in Nitra

The research of crop rotation pattern and field homogenization was carrying out during 2000 – 2010 at company Agrokarpaty Plavnica Ltd in Slovakia. The average temperature of the site during growing period is 14.9 °C and a sum of precipitation 438 mm. The fields are situated at 300 – 450 m above the see level. Total acreage of arable land is 380 ha. Share of medicinal plants varied from 85 ha to 145 ha during evaluated period. The main growing medicinal and spices plants are as follows: *Galega officinalis* L., *Medicago sativa* L., *Hypericum perforatum* L., *Mentha piperita* L., *Melissa officinalis* L., *Calendula officinalis* L., *Fagopyrum esculentum* Moench, *Carum carvi* L., *Achilea millefolium* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Matricaria recutita* L., *Plantago lanceolata* L., *Malva mauritiana* L. As a forecrop red clover (*Trifolium pratense* L.), winter wheat (*Triticum aestivum* L.), spring barley (*Hordeum sativum* L.) and oat (*Avena sativa* L.) have been growing. The management practices of "Agrokarpaty Plavnica" are in full compliance with the good agricultural practices (GAP). The high priority is maintenance of soil fertility and sustain of nutrients, mainly nitrogen. The green manure, cover crop, growing of legumes and compost from own productions are used. Two steps for designing have been suggested (i) Field consolidation and homogenisation of field for crop rotations area, (ii) Proposal of crop rotation pattern. The interested area is characterized by low production potential of 8 classes of soil production categories. We have proposed new cropping pattern of 14 fields with total acreage of 180.11 ha with average field 12.87 ha. Share of medicinal and spices plants is 68.27%, share of red clover 14.29% and spring cereals 17.46%. The design of propose crop rotation allows to use organic manure mainly before medicinal plants growing for leaves drug, and incorporation of cover crops for maintenance of soil fertility. Supposed crop rotation pattern complies with basic principles of crop rotation and sustainable agriculture.

Key words: arable land, biodiversity, crop rotation, medicinal plants, spices plants

There is a great demand for medicinal plant in the world market because of its extensive medicinal values and impeccable pharmacological properties. Usage of medicinal plants is expected to rise globally, both in allopathic and herbal medicine. This upward trend is predicted not only because of population explosion, but also due to increasing popularity for natural-based, environmentally friendly products. Also, there has been an increase in the use of natural substances instead of synthetic chemicals because many herbal medicines are free from side effects, easy to obtain, considered healthy, and create income. It is a well-established fact that plant diversity of some medicinal plants is being threatened by unregulated harvesting of natural populations and expansion of urban centres. So it is advisable to cultivate medicinal plants for better quality control of the target bioactive components. This approach also allows the production of uniform plant material at predetermined intervals in the required quantities (Habán et al.; 2008; Singh et al., 2011). Plant materials obtained from wild habitat and by experimental cultivation or farm plantation cultivated as per the modern agricultural guidelines have to be analyzed individually (Asha et al., 2010).

The unique diversity of the Slovak regions in natural vegetation has made our region very interesting for gathering and harvesting plants for medicinal purposes. Slovakia has had a long tradition of using medicinal plants but period of interruptions calls for a restoration of these activities among Slovak farmers (Habán and Otepka, 2006a). The major plantation of medicinal plant was established in 1983 at cooperative Plavnica. There has been strong tradition of

growing medicinal plant at Pieniny mountain area since 17th century. Monastery Červený Kláštor was the centre of healing with medicinal plants.

There is a lack of information concerning agricultural systems of majority of medicinal plants. Incorporation of medicinal plant into crop rotation pattern helps to produce medicinal plant and to increase the biodiversity of agricultural systems (Fazekášová et al., 2011). For new system approaches, the life cycle assessment (LCA) can help improve the agricultural system and crop sequences of medicinal plant growing by Slovak farmers. The evaluation of agricultural systems using LCA, reveals problems with its application due to the heterogeneity of such a system. Nevertheless, LCA has been successfully applied and revealed important results (Horne et al., 2009). Life cycle assessments of different farming systems have been mostly carried out at single crop level. However, farmers optimise their production for a whole crop rotation. Moreover, some emissions like nitrate leaching occur mainly during the fallow periods between crops. It is therefore preferable to compare farming systems in the perspective of a crop rotation (Nemecek et al., 2001).

There is minimum information about forecrop value of main crops and about special crop rotation pattern with dominant share of medicinal plants growing on arable land (Habán and Otepka, 2006b; Habán et al., 2010).

The aim of the study was to analyse and design the special crop rotation pattern of medicinal plant under intensive management practices on "Pieniny" region.

Material and methods

The research of a crop rotation pattern and field homogenization was carrying out during 2000 – 2010 at company "Agrokarpaty Plavnica Ltd". The company was founded in 1993 dealing with growing of medicinal plants, processing of herbal tea and massage oil. The average temperature of the site is 14.9 °C and sum of precipitation 438 mm during growing period and total year precipitation is 662 mm. The high dose of precipitation is during July – 97 mm and the driest condition is in March – only 31 mm in an average. The coldest month is January (4.4 °C) and the warmest month is July with average temperature of 17.9 °C. Soils are brown and acid with tick soil layer. The soil productive potential was analysed according Džatko (2002). The fields are situated at 300 – 450 m above the see level. According last updated from 31.12. 2010, total acreage of arable land is 380 ha. Share of medicinal plants varied from 85 – 145 ha during evaluated period.

The main growing medicinal plants are as follows: *Galega officinalis* L., *Medicago sativa* L., *Hypericum perforatum* L., *Mentha piperita* L., *Melissa officinalis* L., *Calendula officinalis* L., *Fagopyrum esculentum* Moench, *Carum carvi* L., *Achilea millefolium* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Matricaria recutita* L., *Plantago lanceolata* L., *Malva mauritiana* L. As a forecrop red clover (*Trifolium pratense* L.), winter wheat (*Triticum aestivum* L.), spring barley (*Hordeum sativum* L.) and oat (*Avena sativa* L.) were growing.

Some aspects of LCA have been applied according Horne et al. (2009). For designing of crop rotation pattern, the methodological approaches according Pospišil et al. (1999) were used. For field homogenisation we merged and split existing fields for designing the space and time rotation with relation to soil quality. The acreage of arranged fields varied 5% about average. For evaluation of soil productivity, fertility and quality of this area, special maps from Soil Science and Conservation Research Institute were used (www.podnemapy.sk).

Results and discussion

The management practices of "Agrokarpaty Plavnica" are in full compliance with the good agricultural practices (GAP). The high priority is maintenance of soil fertility and sustain of nutrients, mainly nitrogen. The green manure, cover crop, growing of legumes and compost from own production was used.

Due to frequent changes of growing particular medicinal plant there has not been long term a crop rotation pattern yet. For further improvement of yield and quality of production, the elaboration and design of crop rotation are needed. According analysis of ten year period, we have found out positive practices of growing medicinal plants. The medicinal and spices plants were strictly growing only at field with long history of mechanical weed protection. This precondition is very important mainly for tops or harvesting of aboveground biomass (Týr et al., 2009). According literature information a suitable forecrop for medicinal plants are legumes and cereals (Thurzová et al., 1983). According our investigation the suitable forecrop was winter wheat. Spring barley was used for intercropping with clover. Lemon balm (*Melissa officinalis* L.)

positively reacts on goats rue (*Gallega officinalis* L.) as a forecrop mainly due to nitrogen residues. For the same reason the goats rue seems to be good forecrop for common yarrow (*Achilea millefolium* L.). Frequently used forecrop for ramstongue *Plantago lanceolata* L. was red clover. Ramstongue as a leaves drug needs a supply of nitrogen and field without weeds infestation. This is in accordance with Kováč et al. (2003). We have also found out inappropriate crop sequences as follows: two year monoculture of chamomile *Matricaria recutita* L. Chamomile is one year plant and it is out of agro technical rules growing this plant by monoculture manner. Patra et al. (2005) reported that chamomile may follow pulses, such as green gram, pigeon pea, and other summer vegetables. Chamomile can be grown on the residual soil fertility preceding green manuring and crops that are heavily fertilized.

Another shortcoming is growing *Hypericum perforatum* L. after winter wheat, which is according Ruminska (1991) not suitable forecrop. Habán et al. (2008) recommended minimum 3 year interruption for growing pot marigold *Calendula officinalis* L. at the same field for maintenance of quality of drugs. This recommendation was broken several times and pot marigold was growing after one year interruption. *Mentha piperita* L. is usually growing as a monoculture 2 – 4 years and 5 year interaction is needed. We have found out several cases of short rotation. For avoiding such imperfection and for creation of better condition and management practices designing of suitable crop rotation pattern is needed. Sustainability of crop rotation depends also on increasing biodiversity of crop rotation and balance management of organic matter (Kováč and Macák, 2007).

The study shows that the comparison of farming systems may yield misleading results, when performed only at the level of a single crop. The system boundaries should therefore be extended to a whole crop rotation. Differences detected for single crops may be almost fully compensated when the whole crop rotation is considered (Nemecek and Erzinger, 2005).

Two steps for designing were suggested. (i) Field consolidation and homogenisation of field for crop rotations area according soil and land conditions (Vilček, 2004; Fazekašová and Torma, 2007). The area is characterised by 8 classes of soil production categories. T1, T2, T3 – category of field designated for grassland use; OT1, OT2, OT3 category of field potentially use for arable land; O – prime arable land. Only 1 field in category O7 and O6 with the lowest production potential of arable land were identified (Figure 1). The interested area is characterized by low production potential primary designated for extension farming according classification of production categories by Džatko (2002). The 16 fields were analysed and 14 new fields for designing of new crop rotation area were arranged. (ii) Proposal of crop rotation pattern. According methodological approaches from numerous literature sources and own analysis (Pospišil et al., 1999; Kováč et al., 2003; Macák et al., 2007; Habán et al., 2008) we propose 14 year crop rotation pattern as follows:

- 1. *Trifolium pratense* L. – 12.87 ha. 2. *Plantago lanceolata* L. – 12.87 ha. 3. *Plantago lanceolata* L. – 12.87 ha. 4. *Matricaria recutita* L. – 12.87 ha. 5. *Carum carvi* L. – 4 ha, *Mentha piperita* L. – 2 ha, *Fagopyrum esculentum* Moench. – 3.87 ha, *Calendula officinalis* L. – 1.5 ha, *Malva mauritiana* L. – 1.5 ha. 6. *Carum carvi* L. – 4 ha, *Mentha piperita* L. – 2 ha. *Matricaria recutita* L. – 6.87 ha. 7. spring barely (*Hordeum sativum* L.) – 12.87 ha under seeded with red clover (*Trifolium pratense* L.). 8. red clover (*Trifolium*



Figure 1 The analysis of production potential of growing area Plavnica – cadastre Šambron

Source: Soil Register of Soil Science and Conservation Research Institute, 2011

Thickness of humus horizon (letters: 1 – very deep, 2 – deep, 3 – medium, 4 – shallow) and soil production categories (T – category of field designated for grassland use, OT – category of field potentially use for arable land, O – prime arable land)

Obrázok 1 Analiza produkčného potenciálu pestovateľskej oblasti Plavnica – kataster obce Šambron

Zdroj: Pôdný portál Výskumného ústavu pôdoznačenia a ochrany pôdy, 2011

Hrubka humusového horizontu (písmená: 1 – veľmi hlboký, 2 – hlboký, 3 – stredne hlboký, 4 – plynký) a typologicko-produkčné kategórie (T – kategória pôdy určená na využitie pre trávne porasty, OT – kategória pôdy potenciálne využiteľná ako orná pôda, O – orná pôda)

pratense L.) – 12.87 ha. 9. *Plantago lanceolata* L. – 12.87 ha. 10. *Plantago lanceolata* L. – 12.87 ha. 11. *Hypericum perforatum* L. – 5 ha, *Achilea millefolium* L. – 1.5 ha, *Melissa officinalis* L. – 0.2 ha, *Agrimonia eupatoria* L. – 0.2 ha, *Medicago sativa* L. – 0.2 ha, *Galega officinalis* L. – 0.1 ha, *Matricaria recutita* L. – 5.67 ha. 12. *Hypericum perforatum* L. – 5 ha, *Achilea millefolium* L. – 1.5 ha, *Melissa officinalis* L. – 0.2 ha, *Agrimonia eupatoria* L. – 0.2 ha, *Medicago sativa* L. – 0.2 ha, *Galega officinalis* L. – 0.1 ha and oat (*Avena sativa* L.) – 5.67 ha. 13. *Hypericum perforatum* L. – 5 ha, *Achilea millefolium* L. – 1.5 ha, *Melissa officinalis* L. – 0.2 ha, *Agrimonia eupatoria* L. – 0.2 ha, lucerne (*Medicago sativa* L.) – 0.2 ha, *Galega officinalis* L. – 0.1 ha, *Matricaria recutita* L. – 5.67 ha. 14. spring barley (*Hordeum sativum* L.) – 12.87 ha under seeded with red clover (*Trifolium pratense* L.).

Total acreage of 14 fields of crop rotation is 180.11 ha with average field 12.87 ha. Share of medicinal plant is 68.27%, share of red clover 14.29% and spring cereals 17.46%. The design of propose crop rotation allows to use organic manure mainly before medicinal plants growing for leaves drug and incorporation of cover crops for maintenance of soil fertility. Supposed crop rotation pattern complies with basic principles of crop rotation and sustainable agriculture.

Conclusions

According ten year period of growing medicinal plants in "Agrokarpaty Plavnica" the main findings of the analysis of cropping patterns are as follows: the management practices of "Agrokarpaty Plavnica" are in full compliance with the good agricultural practices (GAP). The high priority is maintenance of soil fertility and sustain of nutrients, mainly nitrogen. The green

manure, cover crop, growing of legumes and compost from own productions are used. The area is characterised by 8 classes of soil production categories. T1, T2, T3 – category of field designated for grassland use; OT1, OT2, OT3 category of field potentially used for arable land and only one field in category O7 and O6 of the lowest production potential of arable land were identified. The interested area can be characterized by low production potential and is primary designated for extension farming according classification of production categories. Total acreage of proposed 14 fields crop rotation area is 180.11 ha with average field 12.87 ha. Share of medicinal plant is 68.27%, share of red clover 14.29% and spring cereals 17.46%. The design of propose crop rotation allows to use organic manure mainly before medicinal plants growing for leaves drug and incorporation of cover crops for maintenance of soil fertility. Supposed crop rotation pattern complies with basic principles of crop rotation and sustainable agriculture.

Súhrn

Výskum modelu osevného postupu a homogenizácie honov bol realizovaný v rokoch 2000 – 2010 v Agrokarpaty s. r. o., Plavnica. Priemerná denná teplota pokusného miesta počas vegetácie je 14,9 °C so sumou zrážok 438 mm. Polia sú situované v nadmorskej výške 300 – 450 m nad morom. Celková výmera ornej pôdy je 380 ha. V hodnotenom období sa liečivé rastliny pestovali na ploche 85 – 145 ha. Pestovali sa hlavne nasledovné liečivé a koreninové rastliny: *Galega officinalis* L., *Medicago sativa* L., *Hypericum perforatum* L., *Mentha piperita* L., *Melissa officinalis* L., *Calendula officinalis*

L., *Fagopyrum esculentum* Moench, *Carum carvi* L., *Achilea millefolium* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Matricaria recutita* L., *Plantago lanceolata* L., *Malva mauritiana* L.. Ako predplodiny sa pestovali ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.), pšenica ozimná (*Triticum aestivum* L.), jačmeň jarný (*Hordeum sativum* L.) a oves siaty (*Avena sativa* L.). Pestovateľské postupy boli v súlade so správou farmárskej praxou. Najvyšší dôraz sa kládol na udržiavanie pôdnej úrodnosti a zásobovaniu živinami, najmä dusíkom. Využívalo sa zelené hnojenie, pestovanie leguminóz a aplikácia kompostu z vlastnej produkcie. Boli navrhnuté dva kroky pre modelovanie osevného postupu (i). Priestorová úprava polí a homogenizácia územia osevného postupu (ii). Návrh modelu osevného postupu. Záujmové územie je charakterizované nízkym produkčným potenciálom pôdy v 8 typologicko-produkčných kategóriach. Bol navrhnutý model osevného postupu na ploche 180,11 ha s priemernou výmerou honu 12,87 ha. Podiel liečivých a koreninových rastlín bol navrhnutý na úrovni 68,27%, podiel ďatelin 14,29% a podiel jarných obilní 17,46%. Usporiadanie navrhnutého osevného postupu umožňuje aplikáciu organických hnojív, hlavne pred liečivými rastlinami pestovanými na listovú drogu a pestovanie medziplodín na udržanie pôdnej úrodnosti. Navrhnutý model osevného postupu je v súlade s princípmi striedania plodín a udržateľného poľnohospodárstva.

Kľúčové slová: orná pôda, biodiverzita, osevný postup, liečivé rastliny, koreninové rastliny

Acknowledgements

This paper was supported by VEGA project 1/0466/10 "Adaptation of sustainable agriculture and mitigation of impact of climate change".

References

- ASHA, K.V. – RAJASHEKHARA, N. – CHAUHAN, M. G. – RAVISHANKAR, B. – SHARMA, P. P. 2010. A comparative study on growth pattern of Langali (*Gloriosa superba* Linn.) under wild and cultivated conditions. In: AYU, 2010, vol. 31, p. 263 – 6.
- DŽATKO, M. 2002. Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdno-ekologických regiónov Slovenska. Bratislava : VÚPOP, 2002.
- FAZEKAŠOVÁ, D. – BOBULSKÁ, L. – MACKOVÁ, D. 2011. Biodiversity and environment quality in the conditions of ecological farming on soil. In: Növénytérmeles, 2011, vol. 60, suppl. p. 427 – 430.
- FAZEKAŠOVÁ, D. – TORMA, S. 2007. Evaluation and development of soil parameters in condition of sustainable agriculture. Zeszyty Naukowe I. Srodovisko i technologie informatyczne a zdrowie człowieka. Przemysł: Wyzsa szkoła informatyki i zarządzania w Przemyslu. 2007, p. 44 – 55.
- HABÁN, M. – OTEPKA, P. 2006a. Cultivation of medicinal, aromatic and spice plants in Slovakia after join the European Union. In: 4th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of South-East European Countries. Proc. Iasi, Romania: University of Medicine and Pharmacy, 2006, p. 120 – 125.
- HABÁN, M. – OTEPKA, P. 2006b. Quantitative –qualitative parameters of Milk thistle (*Silybum marianum* /L./ P. Gaertn.) yield cultivated in warm agriclimatic macroregion. In: Scientifical Papers Agriculture, vol. 38, 2006, p. 25 – 30.
- HABÁN, M. – OTEPKA, P. – ŠALAMON, I. 2008. Agricultural aspects of medicinal plants cultivation. Nitra : SUA, 2008.
- HABÁN, M. – HABÁNOVÁ, M. – VAVERKOVÁ, Š. – UPOHLAVOVÁ, M. 2010. The evaluation of yield potential of selected varieties of Pot marigold in warm agroclimatic microregion. In: Acta fytotechnica et zootechnica, vol. 13, 2010, no. 2, p. 44 – 48
- HORNE, R. – GRANT, T. – VERGHESE, K. (Eds.). 2009. Life cycle assessment: principles, practice and prospects. CSIRO Publishing, Australia.
- KOVÁČ, K. – ČERNUŠKO, K. – LIŠKA, E. – POSPIŠIL, R. – MACÁK, M. – SMATANA, J. – TÝR, Š. 2003. Všeobecná rastlinná výroba. 1. vyd., Nitra : SPU, 2003.
- KOVÁČ, K. – MACÁK, M. 2007. Vzájomný účinok počasia, striedania plodín, obrábania pôdy a hnojenia dusíkom na výrobnosť osevného postupu a kvalitu pôdneho prostredia. In: Agrochémia, roč. XI (47), 2007, č. 1, s. 3 – 9.
- MACÁK, M. – DEMJANOVÁ, E. – HUNKOVÁ, E. 2007. Forecrop value of milk thistle (*Silybum marianum* /L./ P.Gaertn.) in sustainable crop rotation. 1st Int. Sc. Conf. on Medicinal, Aromatic and Spice Plants. December 5 – 6, 2007, Nitra : SUA, p. 102 – 104.
- NEMECEK, T. – ERZINGER, S. 2005. Modelling representative life cycle inventories for Swiss arable crops. In: Int J LCA, vol. 10, 2005, p. 68 – 76.
- NEMECEK, T. – FRICK, C. – DUBOIS, D. – GAILLARD, G. 2001. Comparing farming systems at crop rotation level by LCA. In: Geerten, T., Mattson, B., Olsson, P. & Johansson, E., (eds.), p.65 – 69. Proceedings of the International Conference on LCA in Foods, Gothenburg. SIK, VITO, Gothenburg, 2001.
- PATRA, D.D. – MISRA, H.O. – LAL, R.K. – AGARWAL, K.K. – PRASAD, A. ANWAR, M. 2005. *Matricaria recutita* cultivation. Farm Bulletin CIMAP, Lucknow. 2005, 7 p.
- POSPÍŠIL, R. – LIŠKA, E. – KOVÁČ, K. 1999. Osevné postupy. Nitra : NOJ, 1999, 80 s.
- RUMINSKA, A. 1991. Poradnik plantatora ziol. Poznań : Panstwowe wydawnictwo rolnicze i leśnicze, 1991.
- SINGH, O. – KHANAM, Z. – MISRA, N. – SRIVASTAVA, M. K. 2011. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. In: Pharmacognosy Review, vol. 5, 2011, p. 82 – 95.
- TÝR, Š. – VEREŠ, T. – LACKO-BARTOŠOVÁ, M. 2009. Weed as an important stress factor in ecological farming. In: Cereal research comm, vol. 37, 2009, suppl., p. 181 – 184.
- VILČEK, J. 2004. Suitability and soil categorization for winter rape (*Brassica napus* L. var. *arvensis* f. *Biennis*) growing. In: Acta fytotechnica et zootechnica, vol. 7, 2004 no. 2, p. 29 – 33.

Contact address:

Ing. Jozef Smatana, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jozef.smatana@uniag.sk
doc. Dr. Ing. Milan Macák, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: milan.macak@uniag.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2011, s. 41–4

EVALUATION OF BASIL SEED (*OCIMUM BASILICUM* L.) HODNOTENIE SEMIEN BAZALKY PRAVEJ (*OCIMUM BASILICUM* L.)

Jan KIŠGEĆI,¹ Slavica JELAČIĆ,¹ Damir BEATOVIĆ,¹ Jelena LEVIĆ,² Đorđe MORAVČEVIĆ,¹
Vlade ZARIĆ,¹ Ljiljana GOJKOVIĆ³

University of Belgrade, Serbia¹
Maize Research Institute "Zemun Polje" Belgrade, Serbia²
Secondary agricultural School "Zmaj" Zemun-Belgrade, Serbia³

Ten basil (*Ocimum basilicum* L., family *Lamiaceae*) seed populations from Serbia were evaluated in this paper. The following parameters were analyzed: germination energy, total germination, mass of 1 000 seeds (absolute seed weight), and content of fatty oil in the seed and plumpness of seed (length, width and thickness). Furthermore, mycobiota was identified on the seed. All examined populations were characterized by high average values for seed germination. The highest average seed germination was determined in the population T-7 and amounts to 96.6%. The greatest mass of 1 000 seeds was determined in population T-7 and it was 1.71 g. The seed of examined populations is characterized by high content of fatty oil. The greatest content was recorded in population T-2 and it was 25.29%. The analysis of seed dimensions established significant differences between average values for length, width and thickness, i.e. plumpness of seeds. Population T-7 was characterized by largest seeds. Five fungi genders were isolated and identified on the seed. Species from *Alternaria* gender were identified in the seed samples of all examined basis populations. Species from *Penicillium* gender were isolated from the sample of seeds of eight populations. *Aspergillus* spp. was identified in the seed sample of two populations. Fungi *Trichoderma* spp., *F. oxysporum* and *F. verticillioides* were identified in the seed sample of one basil population.

Key words: seed, basil, germination, fatty oil, mycobiota

Basil (*Ocimum basilicum* L., family *Lamiaceae*) has been grown traditionally in Serbia as a decorative, medicinal, seasoning and ritual herb. With Orthodox people it has a religious and ritual meaning, and in India and Pakistan basil is a herb dedicated to Goddess Tulsa (Nazim et al., 2009). Gender *Ocimum* comprises a large number of species (60–150), which differ mutually according to their general morphological characteristics, contents and chemical composition of essential oil. Difficulties in the classification of *Ocimum* species are the polymorphic character of the plant and cross-breading within the species, which resulted in a large number of sub-species, varieties and types. Basil was brought to Serbia in the 12th century and since then it has been adjusted to the existing agroecological conditions and differentiated into a large number of types and populations (Jelačić, et al., 2011).

Top herbaceous end of the blossoming plant *Basilici herba* and essential oil *Basilici aetheroleum* are used for medicinal purposes, as seasoning and food preservative, as a raw material in food, pharmaceutical and perfume industry.

Secondary metabolites from *Ocimum* species possess an exceptional biological activity and have: bactericide, fungicide, repellent, antiinflammatory, antioxidative, antidiarrheic, chemopreventive and radioprotective effect (Opalchenova and Obreshova, 2003; Lukmanul Hakkim et al., 2008; Gajula et al., 2009; Runyoro et al., 2010).

Basil seed has been used in traditional medicine for the treatment of colics, ulcus, dyspepsia, diarrhea and other illnesses. In Iran and other parts of Asia basil seed is used to prepare beverages (Sharbat) and ice desserts (Faloodah). Seed has also been used as a raw material for the preparation of various products used in cosmetics and represents a major source of dietary fibres. It is used in cosmetics, perfume and

food industry. Basil seed is black in colour and oval in shape (Hosseini-Parvar at al., 2010).

Angers et al. (1996) have studied the content and quality of fatty oil of different *Ocimum* species seeds. The use of basil seed fatty oil as a raw material in cosmetic and perfume industry has been studied by Domokos and Perédi (1993). Razavi et al. (2010) studied some physical and mechanical characteristics of basil seed. Soltani et al. (2006) and Padurariu et al. (2010) studied the effect of magnetic field and various concentrations of heavy metals on the basil seed germination.

Basil seed mycobiota was studied by Reis et al. (2007) and Kruppa and Russomanno (2008).

Bearing in mind the research conducted so far, there is a great interest to perform evaluation of basil seed of the populations grown in Serbia. Basil seed evaluation includes determination of individual parameters of seed quality, content of fatty oil in the seed and examination of pathogens (mycobiota) on the seed.

Material and methods

Seeds from ten basil populations collected on the territory of the Republic of Serbia and representing a part of multidisciplinary studies conducted in the period from 1996 to 2010 have been used as a material for this research. Taxonomic qualification of the collected populations was determined according to Ivanova's key. The selected populations have been marked under codes from T-1 to T-10 and deposited in the Serbian Plant Genes Bank and at the Institute for Crop Farming and Vegetable Growing of the Faculty of Agriculture in Belgrade.

Basil seed produced in 2008 was used for this research. Basil crop was established by direct seed sowing during the month of May. After germination, the plants were thinned out to final distance, which was 50 cm between the lines and 25 cm within the line. During vegetation, the following measures of crop tending were applied: digging up, elimination of atypical plants, covering with earth and watering. Seed harvest was performed in September.

Examining basil seed germination was performed by standard laboratory method on a filter paper moistened with 0.2% solution of KNO_3 . The seed was incubated for 14 days at the temperature of 20–30 °C and relative humidity of 95%. On the seventh day of incubation germination energy (GE) was evaluated, and on the fourteenth day of total germination (TG), i.e. the number of typical young plants (ISTA, 2009). Examining germination was performed on 100 seeds from each population in five repetitions (5×100).

Mass of 1 000 seeds was determined by measuring on a technical scale in 10 repetitions.

Plumpness of seeds (length, width and thickness) was determined by measuring on a digital nonius (Digital caliper, model: DC-5159) in 30 repetitions. Determining the content of fatty oil in the seed was performed by standard laboratory method on a device according to Soxhlet in three repetitions (Ph.Yug.IV). The content of oil in the seed was calculated based on the formula:

$$\% \text{ fatty oil} = (a - b) \times 100/Mq$$

where:

- a – weight of dish with fatty oil (g)
- b – weight of empty dish (g)
- Mq – measured quantity of sample (g)

Isolation and identification of fungi on basil seed were performed in the following way:

- 100 seeds from each basil sample were rinsed for one hour under the jet of tap water and then sterilized in 1% solution of sodium hypochlorite, three times rinsed with distilled water and dried up between two layers of soft paper. Eight seeds were distributed into Petri boxes with potato dextrose agar (PDA), kept for seven days under laboratory conditions. After the incubation period, seed samples were examined under minor magnification of stereomicroscope.

For the purposes of reliable identification of certain species of fungi, fragments of mycelia developed around the sample of seeds were transferred in sterile conditions to PDA and agar with sterile fragments of carnation leaf (CLA). The resown cultures on PDA were incubated in dark at 25°C, while they were incubated on CLA while changing light (combined fluorescent and NUV light) and dark at 12 hour intervals. PDA and CLA agars were prepared according to methods described by Burgess et al. (1994).

The intensity of occurrence (I) of certain species of fungi on the basil seed was calculated using the following equation:

$$I = \frac{\text{number of seeds on which fungus was established}}{\text{total number of seeds}} \times 100$$

Analysis of experimental results was conducted by means of descriptive and analytical statistics with statistical package STATISTICA. Of the central tendency indices arithmetical mean. Data variability was quantified through standard deviation. Testing the differences between the treatments was conducted by method analysis of variance (ANOVA), LSD-test,

Results and discussion

The main index of the seed vitality, from which its useful value largely depends, is its germination.

The energy of seed germination of the examined basil populations was determined by counting seedlings on the seventh day (Table 1). Average values of germination energy ranged from 78.6% (T-1) to 93.6% (T-6). On the fourteenth day total germination was calculated and it ranged from 83.6% (T-1) to 96.6% (T-7). The differences in the value of total germination between the examined basil populations were around the interval of 13%. Padurariu et al. (2010) examined the seed germination of different basil varieties, and the obtained values ranged from 66.7% to 96.7%.

Table 1 Germination energy and total germination of seeds basil populations

Basil populations (1)	Germination energy in % (2)	Total germination in % (3)
T-1	78,6 ±2,80	83,6 ±1,67
T-2	85,6 ±2,29	91,2 ±0,84
T-3	80,2 ±2,17	89,8 ±1,48
T-4	86,8 ±2,09	91,8 ±1,59
T-5	81,8 ±2,49	87,0 ±1,58
T-6	93,6 ±1,52	94,8 ±1,10
T-7	91,6 ±1,52	96,6 ±1,82
T-8	83,0 ±2,08	85,0 ±1,87
T-9	86,6 ±1,14	90,2 ±1,10
T-10	90,0 ±2,74	94,6 ±1,51
LSD 0,05	3,55	2,23
LSD 0,01	4,75	2,98

Tabuľka 1 Energia klíčivosti a celková klíčivosť semien populácií bazalky
(1) populácia bazalky, (2) energia klíčivosti, (3) celková klíčivosť

According to Habán et al. (2007) and Kišgeci et al. (2010) the mass of 1 000 basil seeds was 1.2 to 1.8 g. In our studies the lowest average value of the mass of 1 000 seeds was obtained in the population T-8 and it was 1.12 g, whereas the highest average value of 1.71 g was obtained in the population T-7 (Table 2). In the studies of Razavi, (2010) the average value of mass of 1 000 seeds was 2.13 g.

Table 2 Mass of 1 000 seeds and content of fatty oil

Basil populations (1)	Mass of 1000 seeds in g (2)	Content of fatty oil in % (3)
T-1	1.22 ±0,03	20,77 ±0,10
T-2	1.32 ±0,07	25,29 ±0,06
T-3	1.51 ±0,06	19,71 ±0,07
T-4	1.52 ±0,04	21,22 ±0,10
T-5	1.44 ±0,04	20,49 ±0,07
T-6	1.43 ±0,07	24,24 ±0,19
T-7	1.71 ±0,04	15,82 ±0,10
T-8	1.12 ±0,03	12,91 ±0,07
T-9	1.25 ±0,02	12,48 ±0,12
T-10	1.29 ±0,03	16,85 ±0,11
LSD 0,05	0,07	0,18
LSD 0,01	0,10	0,25

Tabuľka 2 Hmotnosť tisíc semien a obsah oleja
(1) populácie bazalky, (2) hmotnosť tisíc semien, (3) obsah oleja

The content of fatty oil in the seed of examined populations ranged (Table 2) from 12.48% (T-9) to 25.29% (T-2). Angers et al. (1996) examined the content of fatty oil in different species of *Ocimum* gender and they established that the content of oil was the lowest in the species *Ocimum canum* and it was 18%, and the highest percentage, 26%, was recorded in the species *Ocimum basilicum*.

By examining plumpness, i.e. dimensions of seeds the following results have been obtained (Table 3). The length of seed ranged from 2.31 mm (T-8) to 2.64 mm (T-7). The values of the width of seed ranged from 1.30 mm (T-8) to 1.54 mm (T-7). The thickness of seed ranged from 0.99 mm (T-8) to 1.14 mm (T-7).

Table 3 Dimensions of seeds basil populations

Basil populations (1)	Length (2)	Width (3)	Thickness (4)
T-1	2.39 ±0.07	1.39 ±0.03	1.02 ± 0.04
T-2	2.40 ±0.05	1.37 ±0.09	1.02 ±0.03
T-3	2.39 ±0.08	1.42 ±0.07	1.08 ±0.06
T-4	2.41 ±0.06	1.40 ±0.08	1.03 ±0.06
T-5	2.42 ±0.07	1.44 ±0.05	1.04 ±0.03
T-6	2.35 ±0.05	1.31 ±0.07	1.03 ±0.05
T-7	2.64 ±0.08	1.54 ±0.04	1.14 ±0.04
T-8	2.13 ±0.07	1.29 ±0.04	0.99 ±0.04
T-9	2.35 ±0.07	1.37 ±0.07	1.02 ±0.04
T-10	2.34 ±0.05	1.30 ±0.03	1.00 ±0.04
LSD 0.05	0.048	0.043	0.032
LSD 0.01	0.064	0.057	0.042

Tabuľka 3 Rozmery semien populácií bazalky
(1) populácie bazalky, (2) dĺžka, (3) šírka, (4) hrúbka

In the research of Hosseini-Parvar, (2010) somewhat higher average values of seed dimensions have been obtained (length 3.11mm, width 1.82mm and thickness 1.34 mm).

Five fungi genders were isolated and identified on the examined seed of ten domestic basil populations (Table 4). In all seed samples species from *Alternaria* gender were identified, in the percentage of 12.5 to 68.8%. Species from gender *Penicillium* were isolated from eight seed samples in the intensity of 2.1 to 6.3%. *Aspergillus* spp. was identified in two samples, and *Trichoderma* spp. (4.2%), *F. oxysporum* and *F. verticillioides* (2.1%) were identified each in one sample respectively.

In comparison to data from scientific literature, a significantly lower number of fungi were isolated from

domestic population of basil than from the commercial basil seed grown in Brazil (Reis et al., 2007; Kruppa and Russomanno, 2008). Reis et al. (2007) isolated 11 species of fungi from basil seed. The frequency of certain fungi varied significantly, depending on the examined variety of basil. The most frequent species was *A. alternata*, as it was isolated from all examined varieties of basil, and it had the highest intensity of occurrence (up to 57.5%). Apart from *Cladosporium* spp. (1.5 – 21.0%), *F. oxysporum* (0.8 – 9.3%) and *Fusarium* spp. (1.5 – 5.0%), all other species had the intensity much below 5% (2.8 – 4.3% *Myrothesium roridum*, 2.5 – 2.8% *Phoma* spp., 1.8% *Stemphilium* spp., 0.5 – 3.0% *Rhizopus stolonifer*, 1.8 – 2.8% *Helminthosporium* spp., 0.5 – 1.8% *Colletotrichum gloeosporioides* and 0.5 – 2.8% *Aspergillus* spp.).

Kruppa and Russomanno (2008) isolated and identified 22 species from basil seed. The most frequently isolated species were *Rhizopus* spp. (46.4%) and *Cladosporium* spp. (42.9%) and *Alternaria alternata* (32.1%). *Curvularia lunata* and *Epicoccum purpurascens* (25.0%) were isolated in the same intensity, while other isolated species were 17.9% (*Aspergillus* spp.), 14.3% (*Phoma* spp.), 10.7% (*Fusarium solani*, *Trichoderma* spp.), 7.1% (*Colletotrichum* spp., *Curvularia* spp., *Exserohilum* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Pithomyces chatarum*) and (*Acremoniella* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Curvularia inaqualis*, *Fusarium equiseti*, *F. oxysporum*).

Species from gender *Fusarium* were, in some Mediterranean countries (Italy, France, Israel, etc.) economically significant pathogens of basil, since they caused withering and rotting of root of this medicinal herb (Minuto et al., 2002). The seed is the cause of fast spread of pathogens to many countries, as a way of maintenance of its vitality (Gamliel and Yarden, 1998). The most significant worldwide basil pathogen is *F. oxysporum* f. sp. *basilici* which causes poor germination, low growth and basil leaf chlorosis, especially when transplanted more than once or twice (Minuto et al., 2002). In Israel, basil fusariosis is the result of combination of effects of climatic conditions and modes of picking (Gamliel and Yarden, 1998).

Conclusions

All examined basil populations are characterized by high average values for seed germination. The highest average seed germination was established in population T-7 and it was 96.6%. In population T-7 the greatest mass of 1000 seeds was determined, being 1.71g. The seeds of examined populations are characterized by high content of fatty oil. The greatest content was recorded in population T-2, being 25.29%. The analysis of seed dimensions established significant differences of average values

Table 4 The intensity of the fungi of seeds basil populations

Types of fungi (1)	Basil populations in % (2)									
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
<i>Alternaria</i> spp.	39.6	60.1	29.2	68.8	56.3	56.3	29.2	12.5	18.8	14.6
<i>Aspergillus</i> spp.	–	–	–	–	–	–	–	–	2.1	2.1
<i>Fusarium oxysporum</i>	–	–	–	–	–	–	2.1	–	–	–
<i>Fusarium verticillioides</i>	–	–	–	–	–	2.1	–	–	–	–
<i>Penicillium</i> spp.	–	–	2.1	4.2	2.1	6.3	2.1	2.1	6.3	6.3
<i>Stemphylium botryosum</i>	–	–	–	–	–	–	–	2.1	–	–
<i>Trichoderma</i> spp.	–	–	–	–	–	4.2	–	–	–	–

Tabuľka 4 Napadnutie semien bazalky hubami
(1) typ hub, (2) populácie bazalky

in terms of their length, width and thickness of seeds. Population T-7 is characterized by largest seeds. Five fungi genders were isolated on the examined seed of ten basil populations. Species from gender *Alternaria* were identified in all samples of seeds from the examined basil populations. Species from gender *Penicillium* were isolated from the samples of seeds of eight populations. Fungi *Trichoderma* spp., *F. oxysporum* and *F. verticillioides* were identified on the samples of seeds of one population of basil each.

Súhrn

V práci bolo hodnotených 10 populácií semien bazalky pravej (*Ocimum basilicum* L., čeľad' *Lamiaceae*) zo Srbska. Analyzovali sa nasledovné parametre: energia klíčenia, celková klíčivosť, hmotnosť tisíc semien (absolútne váha semien), obsah oleja v semene a rozmer semien (dĺžka, šírka a hrúbka). Ďalej bola identifikovaná mikrobiota semien. Všetky hodnotené populácie boli charakteristické vysokou priemernou hodnotou klíčivosti semien. Najvyššia priemerná klíčivosť na úrovni 96,6% ako aj najvyššia HTZ 1,71 g bola zistená v populácii T-7. Semená hodnotených populácií mali vysoký obsah oleja. Najvyšší obsah oleja bol zaznamenaný v populácii T-2 na úrovni 25,29%. Analýzou rozmeru semien boli zistené preukazné rozdiely priemerných hodnôt dĺžky, šírky a hrúbky tzn. baculatosti semien. Populácia T7 bola charakteristická najväčším rozmermi semien. Na semenách bolo identifikovaných päť rodov hub. Druhy rodu *Alternaria* boli identifikované vo všetkých základných populáciach. Druhy rodu *Penicillium* boli identifikované vo vzorkách deviatich populácií. *Aspergillus* spp. boli identifikované v dvoch populáciach semien bazalky. Huby *Trichoderma* spp., *F. oxysporum* a *F. verticillioides* boli zistené iba na vzorke jednej populácie bazalky.

Klúčové slová: semeno, bazalka, klíčenie, olej, mikrobiota

Acknowledgements

The results of this research are a part of the project III 46001 Ministry of Education and Science Republic of Serbia

References

- BURGESS, L.W. – SUMMERELL, B.A. – BULLOCK, S. – GOTTF, K. P. – BACKHOUSE, D. 1994. Laboratory Manual for Fusarium Research. Sydney : University of Sydney an Royal Botanic Gardens, 1994.
- CHIOCCHETTI, A. – GHIGNOME, S. – MINUTO, A. – GULLINO, M.L. – GARIBALDI, A. – MIGHELI, Q. 1999. Identification of *Fusarium oxysporum* f sp. Basilica isolated from soil, basil seed, and plants by RAPD analysis. In: Plant Disease, St. Paul, vol. 83, 1999, no. 6, p. 576 – 581.
- DOMOKOS, J. – PERÉDI, J. 1993. Studies on the seed oils of basil (*Ocimum basilicum* L.) and summer savory (*Satureja hortensis* L.). In: Acta Horticulturae. (ISHS) vol. 344, 1993, p. 312 – 314.
- IBANOVA, K. B. 1990. Внутривидовая классификация бабилица огородного (*Ocimum basilicum* L.). In: Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, vol. 133, 1990, p. 41 – 49.
- GAJULA, D. – VERGHESE, M. – BOATENG, J. – WALKER, L.T. – SCHACKELFORD, L. – MENTREDDY, S.R. – CEDRIC, S. 2009. Determination, of total phenolic, flavonoids and antioxidant and chemopreventive potential of basil (*Ocimum basilicum* L. and *Ocimum tenuiflorum* L.). In: International Journal of Cancer Research, vol. 5, 2009, no. 4, p. 130 – 143.
- GAMLIEL, A. – YARDEN, O. 1998. Diversification of diseases affecting herb crops in Israel accompanies the increase in herb crop production. In: Phytoparasitica, vol. 26, 1998, p. 53 – 58.
- HABÁN, M. – BARÁTOVÁ, S. – OTEPKA, P. – KOCOURKOVÁ, B. – FOJTOVÁ, J. 2007. Selected cultivars of *Ocimum barillicum* L. introduced to the growing conditions of warm agroclimatic macroregion and their evaluation. In: Improvement of agricultural production in Kosovo and Metohia: Polgovprivredni fakultet Lešak, 2007, p. 131 – 141. ISBN 978-86-80
- ISTA. 2009. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Switzerland.
- JELAČIĆ, S. – BEATOVIĆ, D. – PRODANOVIĆ, S. – TASIĆ, S. – MORAVČEVIĆ, M. – VUJOŠEVIĆ, A. – VUČKOVIĆ, S. 2011. Chemical composition of the essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). In: Hemija industrija, OnLine-First, Issue 00, 2011, p. 20 – 20. DOI:10.228/HEMIND110227020.
- KIŠGECI, J. – JELAČIĆ, S. – BEATOVIĆ, D. 2010. Lekovito, aromatico i začinsko bilje: Polgovprivredni fakultet Beograd, 1-360 (252). ISBN 978-86-7834-072-7
- KRUPPA, P. C. – RUSSOMANNO, O. M. R. 2008. Ocorrência de fungos em sementes de plantas medicinais, aromáticas e condimentares da família Lamiaceae. In: Trop. Plant Pathology, vol. 33, 2008, p. 72 – 75.
- LUKMANUL HAKKIM, F. – ARIVAZHAGAN, G. – BOOPATHY, R. 2008. Antioxidant property of selected *Ocimum* species and their secondary metabolite content. In: Journal of Medicinal Plants Research, vol. 2, 2008, no. 9, p. 250 – 257. ISSN1996-0875
- HOSSEINI-PARVAR, S. H. – MOTAMEDZADEGAN, A. – KHANIPOUR, E. 2009. Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.). In: International Journal of Food Science and Technology, vol. 44, 2009, p. 1755 – 1762. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2009.01993.x
- HOSSEINI-PARVAR, S. H. – MATIA-MERINO, L. – GOH, K. K. T. – RAZAVI, S. M. A. – MORTAZAVI, S. A. 2010. Steady shear flow behaviour of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed. Effect of concentration and temperature In: Journal of Food Engineering, vol. 101, 2010, p. 236 – 243. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2010.06.025
- MINUTO, A. – MINUTO, G. – MIGHELI, Q. – GULLINO, M.L. – GARIBALDI, A. 2002. The „stanchezza“ (soil sickness) of sweet basil. In: Phytopathologia mediterranea, vol. 41, 2002, p. 85 – 91.
- NAZIM, K. – AHMED, M. – UZAIR, M. 2009. Growth potential of the species of basil in sandy soil in Karachi. In: Pakistan Journal of Botany, vol. 41, 2009, p. 1637 – 1644.
- OPALCHENOVA, G. – OBREŠKOVA, D. 2003. Comparative studies on the activity of basil-an essential oil from *Ocimum basilicum* L. – against multiridrag resistant clinical isolated of genera *Staphylococcus*, *Enterococcus* and *Pseudomonas* by using different test methods. In: Journal of Microbiological methods, vol. 54, 2003, p. 105 – 110. Doi10.1016/j.foodchem.2008.02.028
- PADURIU, C. – BURDUCEA, M. – ZAMFIRACHE, M. M. – GALES, R. – IVANESCU, L. – TOMA, C. 2010. Research regarding the germination process in *Ocimum basilicum* L. in an experimental environment. In: Studia Universitatis“Vasile Goldiș”, Seria Științele Vietii, vol. 20, 2010, no. 3, p. 55 – 57.
- PHARMACOPOEA JUGOSLAVICA EDITIO QVATRO. 1984. Beograd, Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu.
- REIS, A. – MIRANDA, B. E. C. – BOITEUX, L. S. – HENZ, G. P. 2007. Murcha do manjerião (*Ocimum basilicum*) no Brasil: agente causal, circulo de plantas hospedeiras e transmissão via semente. In: Summa Phytopathologica, vol. 33, 2007, no. 2, p. 137 – 141. DOI: 10.1590/S0100-54052007000200006 . ISSN 0100-5405
- MINUTO, A. – MINUTO, G. – MIGHELI, Q. – GULLINO, M.L. – GARIBALDI, A. 2002. The „stanchezza“ (soil sickness) of sweet basil. In: Phytopath. medit., vol. 41, 2002, p. 85 – 91.
- RAZAVI, S. M. A. – BOSTAN, A. – REZAIE, M. 2010. Image processing and physico-mechanical properties of basil seed (*Ocimum basilicum*). In: Journal of Food Process Engineering, vol. 33, 2010, p. 51 – 64. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2008.00259.x
- RUNYORO, D. – NGASSAPA, O. – VAGIONAS, K. – ALIGIANNIS, N. – GRAIKOU, K. – CHINOU, I. 2010. Chemical composition and antimicrobial activity essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania. In: Food Chemistry, vol. 119, 2010, p. 311 – 316. DOI:10.1016/j.foodchem.2009.06.028
- SOLTANI, F. – KASHI, A. – ARGHAVANI, M. 2006. Effect of magnetic field on *Ocimum basilicum* seed germination and seedling growth. In: Acta Horticulturae (ISHS), vol. 723, 2006, p. 279 – 282.

Contact address:

prof. Dr. Jan Kišgeci, Department of Crop Sciences and Vegetables, University of Belgrade, Faculty of Agriculture Belgrade, Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, phone +381 11 2615 315, e-mail:jankisgeci@EUnet.rs

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2011, s. 45–51

BILANCIA ENERGIE A OXIDU UHLÍČITÉHO PRI RÔZNYCH TECHNOLÓGIACH PESTOVANIA PŠENICE OZIMNEJ

ENERGY AND CARBON DIOXIDE BALANCE BY DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES OF WINTER WHEAT

Richard POSPIŠIL,¹ Jozef RŽONCA²

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika¹
O.S.A., Praha, Česká republika²

The aim of this work was to evaluate of energy balance and carbon dioxide emission by different cultivating technologies of the winter wheat (*Triticum aestivum L.*). The field trials were carried out on the experimental base of the Slovak Agricultural University in Dolná Malanta in years 2000 – 2007. The experiments were performed in natural field conditions using three ways of the soil tillage: conventional, reduced and minimal tillage. We have applied the following ways of the fertilization: without fertilization, balanced fertilization and balanced fertilization + ploughed remains after harvest. Winter wheat in conditions of haplic luvisol has a strongly positive energy balance. Balance of carbon dioxide was negative. The energy inputs were the lowest at the minimum tillage (mean 10.77 GJ.ha^{-1}), higher at the reduced tillage (mean 11.42 GJ.ha^{-1}) and the highest at the conventional tillage (mean 11.56 GJ.ha^{-1}). We have obtained the most favorable indicators of the energetic evaluation and carbon dioxide balance at the minimum soil tillage and balanced fertilization with incorporation of remains after harvest.

Key words: winter wheat cultivation, energy efficiency, carbon dioxide fixation, soil tillage, fertilization

Obilníny tvoria kľúčovú skupinu plodín rastlinnej výroby Slovenska. Osevná plocha obilnína sa v pestovateľských ročníkoch 2004/05 až 2007/08 pohybovala v rozpätí od 739,9 do 819,1 tis. ha, z toho zastúpenie pšenice bolo na úrovni od 350,9 do 375,8 tis. ha (Masár a Jamborová, 2009). Európska poľnohospodárska organizácia COPA a COGECA varuje pred znížením produkcie obilnína, pretože ceny sa v predchádzajúcich dvoch rokoch znížili o 45 %, zatiaľ čo výrobné náklady sa v rokoch 2004 – 2009 zvýšili o 63 % (Jamborová a Masár, 2010). Z toho dôvodu je opodstatnený vyšší záujem o hodnotenie efektívnosti jednotlivých pracovných operácií v rámci produkčného procesu pestovania obilnína.

Ekonomická efektívnosť je zložitý jav, ktorý možno hodnotiť celou sústavou ukazovateľov, pričom základným je zisk. Ekonomika výrobných odvetví determinuje celkový hospodársky výsledok podnikateľského subjektu. Pritom ekonomiku výrobných odvetví ovplyvňuje množstvo rôznych faktorov a vzťahy medzi nimi. Najdôležitejším je vzťah medzi vstupmi a výstupmi, t. j. vzťah medzi nákladmi a cenami poľnohospodárskych komodít, ktorý v konečnom dôsledku vplýva na výšku efektu, t. j. zisku alebo straty (Kubátová a Izakovič, 2004). Preto by ekonomicke hodnotenie nemalo byť jedinou alternatívou analýzy produkčného procesu pestovania polných plodín. V analýze by mali mať uplatnenie aj energetické a ekologické aspekty poľnohospodárskej výroby (Sandoval, Estrada et al., 2003).

Energetickú rovinu je možné považovať za všeobecne porovnatelnú základnú všetkých dejov v krajinnom priestore. Poznanie všeobecných zákonitostí umožňuje na základe vypočítaných bilancií reguláciu vstupov a výstupov energie v zhode s prírodným potenciálom záujmového územia (Váchaiová et al., 2004; Váchal et al., 2005). Energetické hodnotenie je významným objektívnym meradlom poľnohospodárskej výroby zhodnocujúcim rozdiely v charaktere výsledného produktu. Umožňuje tiež porovnávať efektívnosť systémov pestovania bez závislosti od cenových výkyvov. Poskytuje nový pohľad na

význam a postavenie jednotlivých plodín v štruktúre osevných postupov a náročnosti rôznych agrotechnických zásahov, čo umožňuje využitie týchto hľadišť pri návrchoch energetických racionalizačných opatrení (Pospišil a Vilček, 2000).

V posledných dvoch desaťročiach sa stalo štúdium obsahu CO_2 v atmosfére predmetom celosvetového výskumu, pretože jeho narastajúca koncentrácia má vplyv na všetky zložky ľudskej činnosti, vrátane poľnohospodárstva (Júzl, Středa a Rožnovský, 2005). V priebehu deväťdesiatich rokov minulého storočia bola čistá bilancia medzi atmosférou a suchozemskými ekosystémami odhadnutá na úrovni $5,1 \pm 2,6$ a $6,2 \pm 1,8 \text{ Gt CO}_2$ ročne (Houghton et al., 2001). Popri štúdiu bilancie energie v agrosektore, sa viacerí autori zaoberali aj štúdiom bilancie CO_2 (Risoud and Bochu, 2002; Flessa et al., 2002; Konga et al., 2003; Sandoval Estrada et al., 2003; Moureaux, Bodson and Aubinet, 2008; Bochu, Risoud and Mousset, 2008).

Cieľom príspevku bolo zhodnotenie pestovania pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum L.*) pri uplatnení rôznych pestovateľských technológií z hľadiska bilancie energie a oxidu uhlíčitého.

Materiál a metódy

Poľný polyfaktorový pokus bol riešený v rokoch 2000 až 2007 na Experimentálnej báze SPU Dolná Malanta na pozemku s pôdnym typom hnedozem kultizemná. Podrobnejší popis pôdných podmienok danej lokality publikovali Hanes et al. (1993). Pôdný profil má tri genetické horizonty (Ap, Bt, C), z ktorých je hlavný luvičký horizont (Bt), ktorý vznikol ako dôsledok iluviačnej akumulácie premiestňovaných koloidov, horizonty Ap a C sú hlinité, smerom do hlbky fluvito-hlinité. Merná hmotnosť je $2,60 - 2,63 \text{ t.m}^{-3}$. Ornica je mierne utlačená s pôrovitosťou (Pc) 45 – 48%, podornica je utlačená s pôrovitosťou 40 – 42%. Pôda má vysokú kapilárnu nasiakovosť, vysokú retenčnú kapacitu,

Tabuľka 1 Poveternostné podmienky počas pokusného obdobia

Rok (1)	Mesiac (2)	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2000	T (3) v °C	–	–	–	–	–	–	–	–	–	13,2	8,0	2,2
	P (4) v mm	–	–	–	–	–	–	–	–	–	28,0	89,0	45,0
2001	T (3) v °C	0,4	2,0	6,0	10,4	17,0	18,0	21,0	23,1	14,8	14,1	3,9	-5,1
	P (4) v mm	23,0	19,0	51,0	20,0	49,0	18,0	72,0	24,0	102,0	8,0	33,0	17,0
2002	T (3) v °C	-1,2	3,5	6,3	9,9	17,4	19,6	22,1	20,8	14,9	9,7	8,0	-0,4
	P (4) v mm	12,0	36,0	29,0	45,0	62,0	69,0	51,0	90,0	62,0	78,0	42,0	38,0
2003	T (3) v °C	-1,9	-1,8	5,1	10,7	18,8	21,3	21,2	22,7	15,8	10,1	4,9	0,5
	P (4) v mm	33,0	1,0	2,0	27,0	45,0	7,0	92,0	24,0	16,0	66,0	33,0	24,0
2004	T (3) v °C	-3,3	1,6	4,7	11,7	14,3	17,9	20,0	20,1	14,7	11,7	5,5	0,8
	P (4) v mm	56,0	31,0	53,0	36,0	34,0	94,0	34,0	19,0	35,0	45,0	46,0	27,0
2005	T (3) v °C	-0,1	-2,7	2,7	11,0	15,2	18,0	20,5	19,1	16,3	10,7	4,2	0,4
	P (4) v mm	31,0	53,0	3,0	79,0	61,0	31,0	59,0	95,0	47,0	12,0	43,0	113,0
2006	T (3) v °C	-4,1	-1,6	3,5	11,4	14,0	19,2	22,6	16,7	16,6	12,2	7,5	3,2
	P (4) v mm	57,0	39,0	35,0	48,0	96,0	64,0	24,0	84,0	13,0	15,0	24,0	8,0
2007	T (3) v °C	4,1	4,6	7,9	12,5	17,3	21,2	22,4	21,2	13,7	9,9	–	–
	P (4) v mm	45,0	35,0	64,0	0,0	102,0	42,0	28,0	113,0	82,0	35,0	–	–

Table 1 Weather conditions during experimental season
(1) year, (2) month, (3) average month temperatures, (4) sum of month precipitation**Tabuľka 2** Energia hospodárskej úrody pšenice letnej f. ozimnej v jednotlivých ročníkoch v GJ.ha⁻¹

Obrábanie (1)	Hnojenie (2)	Pestovateľský ročník (3)					
		00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
B1	0	111,48	85,38	70,74	103,72	110,78	108,49
	PH	65,09	110,96	82,20	118,54	112,54	114,84
	PZ	106,72	89,43	100,55	116,07	124,19	136,00
	x	94,43	95,26	84,50	112,78	115,84	119,78
B2	0	94,90	86,79	80,26	114,31	107,07	123,66
	PH	84,14	113,60	75,50	121,72	97,20	125,24
	PZ	94,55	116,07	84,32	123,30	118,01	127,36
	x	91,20	105,49	80,03	119,78	107,43	125,42
B3	0	99,67	84,67	80,97	122,60	112,01	122,95
	PH	100,72	85,20	85,55	121,19	116,25	113,60
	PZ	92,08	115,01	89,08	117,84	108,49	130,01
	x	97,49	94,96	85,20	120,54	112,25	122,19

B1 – konvenčné obrábanie pôdy, B2 – redukované obrábanie pôdy, B3 – minimálne obrábanie pôdy, 0 – variant bez hnojenia (kontrola), PH – racionálne hnojenie, PZ – racionálne hnojenie s zaprávnením pozberových zvyškov, x – priemer
B1 – conventional tillage, B2 – reduced tillage, B3 – minimum tillage, 0 – unfertilized treatment (control), PH – balanced fertilization, PZ – balance fertilization + ploughed in after-harvest rests, x – mean

Table 2 Gross energy of yield of winter wheat in respective years in GJ.ha⁻¹
(1) soil tillage, (2) fertilization, (3) year

nižší bod vädnutia (8,0 – 9,0%), čo umožňuje zadržiavať dostačné množstvo vody v profile. Obsah humusu v horizonte Ap je stredný (1,95 – 2,28%). Katiónová sorpcná kapacita sa pohybuje v rozsahu 185 – 257 mmol (p+). kg⁻¹ pôdy. Humusový horizont siaha do hĺbky 0,31 m, pôdotvorný substrát je v hĺbke 0,95 m.

Hodnoty výmennej pôdnej reakcie sa pohybovali v rozpätí od 6,52 do 6,55. Obsah pristupných živín (Mehlich II.) bol nasledujúci: 72 – 85 mg.kg⁻¹ P; 345 – 380 mg.kg⁻¹ K; 1 700 – 2 300 mg.kg⁻¹ Ca a 158 – 205 mg.kg⁻¹ Mg.

Územie, na ktorom boli pokusy realizované patrí do agroklimatickej oblasti veľmi teplej so sumou priemerných denných

teplôt vzduchu ($TS \geq 10^{\circ}\text{C}$) za hlavné vegetačné obdobie $3 000^{\circ}\text{C}$ a viac. Vysokú teplotnú zabezpečenosť ($\geq 90\%$) majú poloskoré hybrydy kukurice na zrno, poloneskoré (75 – 90%) a neskorejhybrydy sú zabezpečené na 60 – 70%. Agroklimatická podoblasť je veľmi suchá s ukazovateľom zavlaženia v letných mesiacoch ($K_{VI - VIII} = 150 \text{ mm}$) čo zaraďuje stanovište k najsuchším. Zásoba vody v pôde na začiatku jarného obdobia je 150 – 160 mm. V mesiacoch IV. – V. sa prejavuje deficit 60 – 90 mm ako dôsledok zvyšovania retenčnej bilancie a sýtostného doplnku. Agroklimatický okrsok je s miernou zimou s priemernou hodnotou absolútnych teplotných miním ($T_{min} \geq 18^{\circ}\text{C}$).

Poveternostné podmienky počas pokusného obdobia sú uvedené v tabuľke 1.

Pšenica letná f. ozimná (odroda Bonita) bola pestovaná v rámci nasledovného osevného postupu: ďatelina lúčna – pšenica letná f. ozimná – hrach siaty – kukurica siata na zrno – jačmeň jarný s podsevom ďatelinu lúčnej.

Na každom hne sme použili nasledovné spôsoby obrábania pôdy: B-1 – konvenčné obrábanie pôdy (hlbka do 0,25 m), B-2 – redukované obrábanie pôdy (hlbka do 0,18 m) a B-3 – minimalizačné obrábanie pôdy (hlbka 0,10 – 0,12 m).

V rámci výživy a hnojenia plodín sme uplatnili varianty: 0 – bez hnojenia, PH – racionálne hnojenie (bilančné) na priemernú úrodotovú hladinu (6 t. ha⁻¹), PZ – hnojenie priemyselnými hnojivami (bilančné) + zapravenie pozberových zvyškov.

Dávky dusíka boli aplikované formou predsejbového (síran amónny), regeneračného, produkčného a kvalitativného hnojenia (LAD). Živiny P a K boli aplikované zásobným hnojením na jeseň, vo forme trojitého superfosfátu a draselnej soli 60 %.

Pre výpočet absorpcie oxidu uhličitého v biomase pšenice ozimnej sme použili koeficienty fixácie zistené na oddelení výživy rastlín CEBAS (Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura) (Carvajal, 2010). Kvantifikáciu emisií oxidu uhličitého vznikajúcich vo výrobnom procese sme realizovali podľa Wellsa (2001).

Bilanciu CO₂ sme vypočítali:

$$\Delta \text{CO}_2 = \text{emisie CO}_2 - \text{fixácia CO}_2 \text{ v biomase, t.ha}^{-1} \text{ CO}_2$$

V bilancii sme nezohľadňovali emisie CO₂ vznikajúce vplyvom strát organického uhlíka z pôdy.

Pre výpočet energetickej bilancie boli do vstupov dodatkové energie (VDE) započítané nasledovné ukazovatele: energia živej práce, fosílna energia, energia aplikovaných chemických prostriedkov, energia v strojoch a energia v osive. Kvantifikácia energetických vkladov, použité energetické ekvivalenty a spôsob výpočtu a vyjadrenia výstupov energie (EHÚ) sa uskutočnili podľa Preiningera (1987).

Z energetických ukazovateľov sa vypočítali nasledovné:

$$\bullet \text{energetický zisk (EZ)} EZ = EHÚ - VDE, \text{GJ.ha}^{-1},$$

- koeficient energetickej účinnosti (KEÚ) KEÚ = EHÚ / VDE,
- potreba energie na 1 tonu produkcie (PE) PE = VDE / hospodárska úroda, GJ.t⁻¹.

Dosiagnuté výsledky z riešenia danej problematiky sme spracovali matematicko-štatistickými metódami, za použitia multifaktorovej analýzy rozptylu. Hodnotenie vzájomných vzťahov bolo robené metódami popísanými v práci Hendela (2004).

Výsledky a diskusia

Pri energetických bilanciách produkčného procesu je veľmi dôležitá kvantifikácia vstupov a výstupov energie, ako aj ďalšie energetické ukazovatele. V sledovanom osevnom postupe, v priebehu ročníkov 2000/2001 až 2006/2007, sa hodnoty energie hospodárskej úrody pšenice ozimnej pohybovali v rozpätí od 65,09 GJ.ha⁻¹ (var. B1PH, ročník 00/01) do 136 GJ.ha⁻¹ (var. B1PZ, ročník 05/06). Z aspektu siedmych pestovateľských ročníkov sme zaznamenali najvyšší priemerný výstup energie hospodárskej úrody pri redukovanom obrábaní pôdy (priemer 125,24 GJ.ha⁻¹) a najnižší pri konvenčnom obrábaní pôdy (119,78 GJ.ha⁻¹). Porovnatelné údaje uvádzajú Risoud (1999) Kotorová et al. (2004). Kotorová (2001) uvádzala energetickú hodnotu úrody pšenice v podmienkach východoslovenskej nížiny na úrovni od 98,78 do 137,42 GJ.ha⁻¹. Medzi jednotlivými spôsobmi obrábania pôdy sme nezaznamenali štatisticky preukazné rozdiely. Najvyššie úrody a teda aj výstupy energie sme zaznamenali pri variante hnojenia priemyselnými hnojivami so zapravením pozberových zvyškov (PZ). Medzi variantom bez hnojenia (0) a variantom racionálneho hnojenia (PH) sme nezaznamenali štatisticky významné rozdiely. Naše výsledky korešpondujú s výsledkami Mištinu a Buša (2005). Pestovateľský ročník mal štatisticky vysoko preukazný vplyv na výšku výstupu energie hospodárskej úrody pšenice ozimnej. Významný vplyv pestovateľského ročníka na formovanie úrody zrna pšenice ozimnej popisujú mnohí autori (Balla a Kotorová, 2003; Illéš, Karabínová a Mečiar, 2004; Miština a Bušo, 2005; Žák, Lehocák a Gavurníková, 2006.).

Tabuľka 3 Energetická bilancia pestovania pšenice letnej f. ozimnej priemer rokov 2001 – 2007

Obrábanie a hnojenie (1)		Brutto energia hlavného produktu (2) v GJ.ha ⁻¹	Energetický zisk (3) v GJ.ha ⁻¹	Energetická účinnosť (4)	Potreba energie na 1 t hlavného produktu (5) v GJ.t ⁻¹
B1	0	99,83	92,32	13,33	1,38
	PH	101,61	87,67	7,28	2,51
	PZ	110,96	97,77	8,51	2,17
	x	104,13	92,59	9,71	2,02
B2	0	99,95	92,56	13,55	1,36
	PH	104,15	90,32	7,55	2,43
	PZ	111,88	98,86	8,70	2,12
	x	105,33	93,91	9,94	1,97
B3	0	101,82	95,16	15,36	1,20
	PH	102,82	89,58	7,80	2,32
	PZ	110,64	98,22	9,08	2,03
	x	105,09	94,32	10,75	1,85

B1 – konvenčné obrábanie pôdy, B2 – redukované obrábanie pôdy, B3 – minimálne obrábanie pôdy, 0 – variant bez hnojenia (kontrola), PH – racionálne hnojenie, PZ – racionálne hnojenie so zapravením pozberových zvyškov, x – priemer
B1 – conventional tillage, B2 – reduced tillage, B3 – minimum tillage, 0 – unfertilized treatment (control), PH – balanced fertilization, PZ – balanced fertilization with ploughed in after – harvest rests, x – mean

Table 3 Energy balance of winter wheat cultivation in GJ.ha⁻¹

(1) soil tillage and fertilization, (2) gross energy of yield, (3) energy profit, (4) energy efficiency, (5) energy need for 1 t of yield

Tabuľka 4 Emisie oxidu uhličitého v produkčnom procese pšenice letnej f. ožimnej v t.ha⁻¹.rok⁻¹ CO₂

Obrábanie (1)	Hnojenie (2)	Pestovateľský ročník (3)					
		00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
B1	0	337,64	348,12	333,14	533,41	482,25	536,82
	PH	477,75	562,48	572,39	818,26	849,69	879,65
	PZ	477,75	543,92	572,39	762,79	845,27	762,44
	x	431,04	484,84	492,64	704,82	725,74	726,3
B2	0	351,98	335,38	320,39	520,67	469,50	524,07
	PH	492,09	549,74	649,98	895,85	836,95	910,08
	PZ	492,09	346,52	559,64	750,04	832,52	737,18
	x	445,38	410,55	510,00	722,18	712,99	723,78
B3	0	331,90	278,02	273,24	463,11	411,94	466,51
	PH	472,01	482,19	602,82	838,29	821,56	838,61
	PZ	472,01	278,97	512,48	692,48	830,65	665,71
	x	425,31	346,39	462,85	664,63	688,05	656,94

B1 – konvenčné obrábanie pôdy, B2 – redukované obrábanie pôdy, B3 – minimálne obrábanie pôdy, 0 – variant bez hnojenia (kontrola), PH – racionálne hnojenie, PZ – racionálne hnojenie so zaprevením pozberových zvyškov, x – priemer

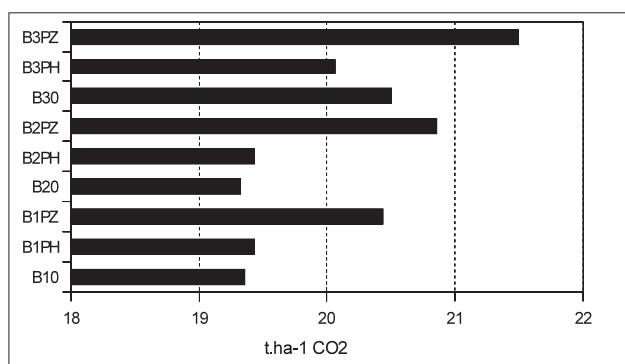
B1 – conventional tillage, B2 – reduced tillage, B3 – minimum tillage, 0 – unfertilized treatment (control), PH – balanced fertilization, PZ – balanced fertilization + ploughed in after-harvest rests, x – mean

Table 4 Emissions of carbon dioxide in production process of winter wheat in t.ha⁻¹.year⁻¹ CO₂
(1) soil tillage, (2) fertilization, (3) year

V štruktúre vstupov energie pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy najväčšiu časť tvorili vstupy vo forme hnojív (3,78 GJ.ha⁻¹; 27,91 %), osív (2,81 GJ.ha⁻¹; 26,33 %) a strojov (2,48 GJ.ha⁻¹; 22,89 %). Vstupy energie formou pohonných hmôt (2,21 GJ.ha⁻¹) tvorili 20,46 % z celkových vstupov dodatkovej energie. Vstupy energie prostredníctvom pesticídov (0,17 GJ.ha⁻¹) predstavovali 1,61 % z celkových vstupov dodatkovej energie a najmenší podiel mala energia vo forme ľudskej práce (0,09 GJ.ha⁻¹; 0,81%). Pri redukovanom obrábaní pôdy sme zaznamenali priemerné vstupy energie v rozpätí od 7,39 GJ.ha⁻¹ (variant 0) do 13,82 GJ.ha⁻¹ (variant PH). Pri minimálnom obrábaní pôdy sme zaznamenali vstupy dodatkovej energie v rozpätí od 6,66 GJ.ha⁻¹ (variant B30) do 13,24 GJ.ha⁻¹ (variant B3PH). V ich štruktúre najväčšiu časť tvorili vstupy energie vo forme hnojív (30,19 %), energie osív (28,73 %), nasledovali vklady prostredníctvom strojov

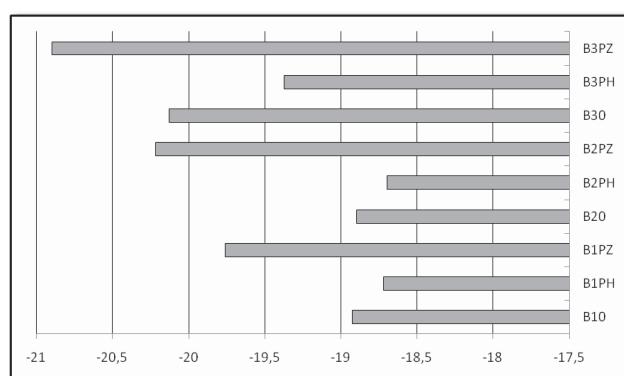
(23,19 %) a vklady vo forme pohonných hmôt (15,01 %). Pesticídy predstavovali 1,75 % z celkových vstupov dodatkovej energie a najnižší podiel tvorili energetické vstupy vo forme ľudskej práce (0,73 %). Redukciou obrábania pôdy došlo k zníženiu vstupov energie pri pohonných hmotách o 0,72 GJ.ha⁻¹ a pri strojoch o 0,13 GJ.ha⁻¹ oproti konvenčnému obrábaniu pôdy. Štruktúra foriem dodatkovej energie bola v podstate zhodná s členením vstupov energie v prácach Kotorovej (1998, 1999).

V tabuľke 3 sú uvedené vypočítané ukazovatele energetickej bilancie. Hodnotiac celé pokusné obdobie (ročníky 2000/01 – 2006/07), môžeme konštatovať, že najvyšší energetický zisk bol dosiahnutý pri minimalizačnom obrábaní pôdy (89,58 – 98,22 GJ.ha⁻¹). Pri redukovanom obrábaní pôdy sme zaznamenali priemerné hodnoty energetického zisku na úrovni



Obrázok 1 Fixácia CO₂ vo fytomase pšenice letnej f. ožimnej v t.ha⁻¹.rok⁻¹ CO₂
B1 – konvenčné obrábanie pôdy, B2 – redukované obrábanie pôdy, B3 – minimálne obrábanie pôdy, 0 – variant bez hnojenia (kontrola), PH – racionálne hnojenie, PZ – racionálne hnojenie so zaprevením pozberových zvyškov

Figure 1 Carbon dioxide fixation of winter wheat in t.ha⁻¹.year⁻¹ CO₂
B1 – conventional tillage, B2 – reduced tillage, B3 – minimum tillage, 0 – unfertilized treatment (control), PH – balanced fertilization, PZ – balanced fertilization + ploughed in after-harvest rests



Obrázok 2 Bilancia CO₂ v produkčnom procese pšenice letnej f. ožimnej v t.ha⁻¹.rok⁻¹ CO₂
B1 – konvenčné obrábanie pôdy, B2 – redukované obrábanie pôdy, B3 – minimálne obrábanie pôdy, 0 – variant bez hnojenia (kontrola), PH – racionálne hnojenie, PZ – racionálne hnojenie so zaprevením pozberových zvyškov

Figure 2 Carbon dioxide balance in production process of winter wheat in t.ha⁻¹.year⁻¹ CO₂
B1 – conventional tillage, B2 – reduced tillage, B3 – minimum tillage, 0 – unfertilized treatment (control), PH – balanced fertilization, PZ – balanced fertilization + ploughed in after-harvest rests

Tabuľka 5 Analýza rozptylu ukazovateľov bilancie energie a CO₂ produkčného procesu pšenice letnej f. ožimej

Ukazovateľ (1)	d.f.	Obrábanie (2)	Hnojenie (3)	Ročník (4)	Residuum
		2	2	6	
Brutto energia hl. produkту (5)	MS	25,26	1 968,06	5 131,13	204,17
	F	0,12	9,64 ⁺⁺⁺	25,13 ⁺⁺⁺	
Vstupy dodatkovej energie (6)	MS	10,81	788,23	22,41	0,79
	F	13,66 ⁺⁺⁺	996,23 ⁺⁺⁺	28,33 ⁺⁺⁺	
Energetický zisk (7)	MS	51,76	1 306,14	4 983,59	203,254
	F	0,25	6,43 ⁺⁺	24,52 ⁺⁺⁺	
Energetická účinnosť (8)	MS	18,89	761,54	46,17	3,06
	F	6,19 ⁺⁺	249,54 ⁺⁺⁺	15,13 ⁺⁺⁺	
Potreba energie na t hlavného produktu (9)	MS	0,47	20,57	2,23	0,11
	F	4,37 ⁺	190,71 ⁺⁺⁺	20,64 ⁺⁺⁺	
Fixácia CO ₂ vo fytomase (10)	MS	0,982	76,45	199,35	7,94
	F	0,12	9,63 ⁺⁺⁺	25,12 ⁺⁺⁺	
Emisie CO ₂ (11)	MS	54 202,5	1 501 910,0	488 618,0	2 973,2
	F	18,23 ⁺⁺⁺	505,15 ⁺⁺⁺	164,34 ⁺⁺⁺	
Bilancia CO ₂ (12)	MS	1,23	677,86	183,61	7,94
	F	0,16	8,55 ⁺⁺⁺	23,12 ⁺⁺⁺	

 $\alpha = 0,05; ^{++}\alpha = 0,01; ^{+++}\alpha = 0,001$ **Table 5** Analysis of variance of energy and carbon dioxide balance indicators

(1) parameter, (2) soil tillage, (3) fertilization, (4) year, (5) gross energy of yield, (6) inputs of complementary energy, (7) energy profit, (8) energy efficiency, (9) energy need for 1 t of yield, (10) carbon dioxide fixation in phytomass, (11) carbon dioxide emissions, (12) balance of carbon dioxide

Tabuľka 6 Mnohonásobný LSD-test ($\alpha = 0,05$) porovnávania vybraných ukazovateľov bilancie energie a CO₂ produkčného procesu pšenice letnej f. ožimej

Ukazovateľ (1)		Priemer (2)	Homogéna skupina (3)		Ukazovateľ (1)		Priemer (2)	Homogéna skupina (3)	
Brutto energia hl. produktu v GJ.ha ⁻¹ (4)	B1	104,13	×		Energetický zisk v GJ.ha ⁻¹ (7)	B1	92,59	×	
	B2	105,33	×			B2	93,91	×	
	B3	105,09	×			B3	94,32	×	
	0	100,53	×			0	93,34	×	×
	PH	102,86	×			PH	89,19		×
	PZ	111,16				PZ	98,28	×	
Vstupy dodatkovej energie v GJ.ha ⁻¹ (5)	B1	11,55	×		Emisie CO ₂ v t.ha ⁻¹ (8)	B1	606,58	×	
	B2	11,42	×			B2	599,55	×	
	B3	10,77		×		B3	552,63		×
	0	7,19	×			0	413,18	×	
	PH	13,67		×		PH	709,85		×
	PZ	12,88		×		PZ	635,74		×
Potreba energie na t hlavného produktu v GJ.t ⁻¹ (6)	B1	2,02	×		Bilancia CO ₂ v t.ha ⁻¹ (9)	B1	19,92	×	
	B2	1,97	×			B2	20,16	×	
	B3	1,85		×		B3	20,16	×	
	0	1,31	×			0	19,40	×	
	PH	2,42		×		PH	19,57	×	
	PZ	2,11		×		PZ	21,28		×

Table 6 Multiple LSD-test comparing the parameters of energy and carbon dioxide balance of winter wheat production process

(1) parameter, (2) mean, (3) homogenous group, (4) gross energy of yield, (5) inputs of complementary energy, (6) energy need for 1 t of yield, (7) energy profit, (8) carbon dioxide emissions, (9) balance of carbon dioxide

od 90,32 do 98,86 GJ.ha⁻¹. Najnižšie priemerné hodnoty energetického zisku sme zaznamenali pri konvenčnom obrábaní pôdy (87,67 – 97,77 GJ.ha⁻¹). Rovnakú tendenciu sme zaznamenali aj pri ostatných ukazovateľoch energetickej bilancie. Tieto rozdiely neboli štatisticky preukazné.

Spôsob výživy a hnojenia bol významnejším faktorom, ktorý ovplyvňoval ukazovatele energetickej bilancie. Výsledky vplyvu výživy a hnojenia na ukazovatele energetickej bilancie uvádzame v tabuľke 6.

S energetickou náročnosťou produkčného procesu, ako aj so štruktúrou vstupov energie, je úzko spätá problematika emisií CO₂. Prehľad priemerných hodnôt bilancie CO₂ za sledované obdobie uvádzame v tabuľke 4 a obrázku 1 a 2. Pri konvenčnom obrábaní pôdy sme kvantifikovali emisie CO₂ v rozpäti od 333,14 kg.ha⁻¹ CO₂ (B10 ročník 02/03) do 879,65 kg.ha⁻¹ CO₂ (B1PH ročník 05/06). Pri redukovacom obrábaní pôdy sa emisie CO₂ pohybovali v rozpäti od 320,39 kg.ha⁻¹ CO₂ (B20 ročník 02/03) do 910,08 kg.ha⁻¹ CO₂ (B2PH ročník 05/06). Uplatnenie minimálneho obrábania pôdy, v porovnaní s konvenčným obrábaním pôdy, znamenalo redukciu emisií v priemere o 8,89 % (60,84 kg.ha⁻¹ CO₂). Rovnakú tendenciu poklesu emisie CO₂ uvádzajú aj West a Marland (2002). Celkové ročné straty organického uhlíka kvantifikované podľa Jurčovej a Bieleka (1997) dosahovali hodnotu 2,81 t.ha⁻¹ C, čo zodpovedá 10,3 t.ha⁻¹ CO₂. Vo výslednej bilancii sme však nezohľadňovali emisie CO₂ vynikajúce vplyvom strát organického uhlíka z pôdy.

Fixáciu CO₂ v biomase pšenice ozimnej pri konvenčnom obrábaní pôdy zistil Júzl (2005) v rozpäti od 22,37 t.ha⁻¹ CO₂ (v zemiakarskej výrobnej oblasti) do v 23,07 t.ha⁻¹ CO₂ (v repárskej výrobnej oblasti). V našich podmienkach sme kvantifikovali priemernú ročnú fixáciu CO₂ vo fytomase na úrovni 20,53 t.ha⁻¹ CO₂, pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy, pri redukovacom spôsobe obrábania pôdy 20,76 t.ha⁻¹ CO₂, a pri minimálnom spôsobe obrábania pôdy 20,72 t.ha⁻¹ CO₂. Rôzne spôsoby obrábania pôdy nemali štatisticky preukazný vplyv na množstvo fixovaného CO₂ vo fytomase. Na zvýšenie fixácie CO₂, vo fytomase štatisticky významne vplýval pestovateľský ročník a uplatnenie racionálneho hnojenia so zapravením pozberových zvyškov. Rovnakú tendenciu vplyvu ročníka, ako aj agrotechnických operácií popisujú Moureaux, Debacq, Hoyaux et al. (2008).

Záver

Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať:

- pri pšenici letnej f. ozimnej v podmienkach hnedenozeme kultivnej bola energetická účinnosť jednoznačne v prospech výstupov energie,
- v jednotlivých rokoch boli hodnoty energetického výstupu a fixácie CO₂, vo fytomase pšenice ozimnej značne variabilné,
- rôzne systémy obrábania pôdy významne vplývajú na spotrebu energie fosílnych palív,
- vplyvom minimálneho obrábania pôdy došlo k zníženiu energetickej náročnosti produkčného procesu a zníženiu emisií CO₂ o 8,89%,
- hnojenie vplývalo na pozitívnu bilanciu CO₂,
- minimalizačné spôsoby obrábania pôdy umožňujú úspory v spotrebe neobnoviteľnej energie a zvyšujú energetickú efektívnosť produkčného procesu pestovaných plodín,
- uplatnenie racionálneho hnojenia priemyselnými hnojivami so zapravením pozberových zvyškov vedie k posunu bilancie CO₂ v smere zvýšenia fixácie pred emisiami.

Súhrn

Cieľom tejto práce bolo hodnotenie bilancie energie a emisie oxidu uhličitého pri uplatnení rôznych technológií pestovania pšenice letnej formy ozimnej (*Triticum aestivum L.*). Poľný polifaktorový pokus bol riešený v rokoch 2000 až 2007 na Experimentálnej báze SPU Dolná Malanta. Sledovania prebiehali v prirodzených podmienkach s uplatnením nasledujúcich spôsobov obrábania pôdy: konvenčné, redukované a minimálne. V rámci jednotlivých spôsobov obrábania pôdy sme použili nasledovné spôsoby výživy a hnojenia porastu: bez hnojenia (kontrola), racionálne hnojenie na priemernú úrodnovú hladinu a racionálne hnojenie na priemernú úrodnovú hladinu so zapravením pozberových zvyškov. Pri pšenici letnej f. ozimnej v podmienkach hnedenozeme kultivnej bola energetická bilancia jednoznačne v prospech výstupov energie. Bilancia oxidu uhličitého bola negatívna. Najnižšie vstupy dodatkovej energie boli zaznamenané pri minimálnom obrábaní pôdy (10,77 GJ.ha⁻¹), vyššie boli pri redukovacom spôsobe obrábania pôdy (11,42 GJ.ha⁻¹) a najvyššie pri konvenčnom spôsobe obrábania pôdy (11,56 GJ.ha⁻¹). Najpriaznivejšie ukazovatele energetickej bilancie, ako aj bilancie emisií oxidu uhličitého sme zaznamenali pri minimálnom spôsobe obrábania pôdy a racionálnom hnojení na priemernú úrodnovú hladinu so zapravením pozberových zvyškov.

Klíčové slová: pestovanie pšenice, energetická účinnosť, fixácia oxidu uhličitého, obrábanie, hnojenie

Podakovanie

Tento príspevok vznikol z finančnej podporou grantu VEGA 1/0152/08: „Systémy hospodárenia na pôde, ich vplyv na produkčnú schopnosť pôdy pre udržanie racionálnej produkcie plodín“

Literatúra

- BALLA, P. – KOTOROVÁ, D. 2003. Vplyv spracovania pôdy na úrody obilin v podmienkach východoslovenskej nižiny. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), vol. 49, 2003, no. 5, p. 243 – 249
- BOCHU, J. L. – RISOUD, B. – MOUSSET, J. 2008. Consommation d'énergie et émissions de GES de exploitations en agriculture biologique: synthèse de résultats PLANETE 2006. In: Colloque international Agriculture biologique et changement climatique, Enita Clermont, France 17 – 18 avril 2008. [cit. 20.7.2010] Dostupné na internete: http://www.prodinra.inra.fr/prodinra/pinra/data/2008/06/PROD2008b4e9a848_20080612032309849.pdf
- CARVAJAL, M. et al. 2010. Investigacion sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos de la región de Murcia. CSIC: Murcia. p. 41 [cit. 2.8.2010] Dostupné na internete: <http://www.lescco2.es>
- FLESSA, H. et al. 2002. Integral evaluation of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from two farming systems in southern Germany. In: Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 91, 2002, p. 175 – 189
- HANES, J. – MUCHA, V. – SISÁK, P. – SLOVÍK, R. 1993. Charakteristika hnedenozemej pôdy na výskumno-experimentálnej báze AF VŠP Nitra, Dolná Malanta. Nitra : SPU, 1993, 32 p. ISBN 80-7137-095-9
- HENDL, J. 2004. Přehled statistických metod zpracování dat. Praha : Portál, 2004, 584 s. ISBN 80-7178-820-1
- HOUGHTON, J. T. et al. 2001. Climate change 2001: The scientific basis. WGI-Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge : Cambridge University Press, 2001, 881 p.
- ILLÉŠ, L. – KARABÍNOVÁ, M. – MEČIAR, L. 2004. Úroda a kvalita pšenice letnej formy ozimnej v závislosti od systémov obrábania

- pôdy. In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Zborník príspievkov. Nitra : SPU, 2004, s. 110 – 114. ISBN 80-8069-488-6
- JAMBOROVÁ, M. – MASÁR, I. 2010. Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2009. Bratislava : VÚEPP, 2010, 43 s. ISSN 1337-4478
- JURČOVÁ, O. – BIELEK, P. 1997. Metodika bilancie pôdnej organickej hmoty a stanovenia potreby organického hnojenia. Bratislava : VÚPÚ. 1997, 154 s. ISBN 80-85361-26-4.
- JÚZL, M. – STŘEDA, T. – ROŽNOVSKÝ, J. 2005. Koloběh uhlíku v agroekosystému a možnosti zvýšení jeho ukládání v biomase polních plodin. In: Bioklimatologie současnosti a budoucnosti. Sborník referátů z mezinárodní konference. Křtiny: ČBKS a ČHMÚ, 2005, 40 s.
- KONGA, N. – TSURUTA, H. – TSUJI, H. – NAKANO, H. 2003. Fuel consumption – derived CO₂ emissions under conventional and reduced tillage cropping systems in northern Japan. In: Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 99, 2003, p. 213 – 219.
- KOTOROVÁ, D. 1998. Energetická bilancia pestovania obilní na fluvizem glejovej. In: Trvalo udržateľný rozvoj poľnohospodárskej výroby na regionálnej úrovni. Zborník referátov. Michalovce : OVÚA, 1998, p. 53 – 58
- KOTOROVÁ, D. 1999. Optimalizácia produkčného procesu pšenice oziemej so zreteľom na tvorbu biomasy, čistotu prostredia a kvalitu produkcie. Dizertačná práca. Nitra : SPU, 1999, 127 s.
- KOTOROVÁ, D. 2001. Produkčný proces pšenice letnej formy oziemej na východoslovenskej nížine. Michalovce : OVÚA, 2001, 86 s.
- KOTOROVÁ, D. a i. 2004. Porovnanie energetickej bilancie pestovania hustosiatických obilní na fluvizem glejovej a hniedzem kultizemnej. In: Zborník vedeckých prác OVÚA Michalovce. Michalovce : Oblastný výskumný ústav agroekológie, 2004, č. 20, s. 119 – 127
- KUBANKOVÁ, M. – IZAKOVIČ, T. 2004. Efektívnosť výrobných odvetví a jej prognóza v poľnohospodárstve SR. In: Ekonomika poľnohospodárstva, roč. 4, 2004, s. 25 – 36
- MASÁR, I. – JAMBOROVÁ, M. 2009. Obilniny. Situačná a výhľadová správa k 31. 12. 2008. Bratislava : VÚEPP, 2009, 43 s. ISSN 1337-4478
- MIŠTINA, T. – BUŠO, R. 2005. Vplyv rôzneho obrábania pôdy na úrodu pšenice letnej formy oziemej. In: Realizáciu poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu. Zborník referátov. Michalovce : VÚRV – ÚAE, 2005, s. 104 – 111
- MOUREAUX, Ch. – BODSON, B. – AUBINET M. 2008. Mesure des flux de CO₂ et bilan carboné de grandes cultures: état de la question et méthodologie. In: Biotechnol. Agron. Soc. Environ., vol. 12, 2008, no. 3, p. 303 – 315
- MOUREAUX, Ch. – DEBACQ, A. – HOYAUX, J. et al. 2008. Carbon balance assessment of a Belgian winter wheat crop (*Triticum aestivum* L.). In: Global Change Biology. vol. 14, 2008, p. 1 – 14
- POSPÍŠIL, R. – VILČEK, J. 2000. Energetika sústav hospodárenia na pôde. Bratislava : VÚPaOP, 2000, 108 s.
- PREININGER, M. 1987. Energetické hodnocení výrobných procesů v rostlinné výrobě. Praha : UVTIZ, 1987. 29 s.
- RISOUD, B. 1999. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. In: Economie rurale, 1999, no. 252, p. 16 – 27
- RISOUD, B. – BOCHU, J.L. 2002. Bilan énergétique et émission de gaz à effet de serre à l'échelle de la ferme: résultats en agriculture biologique et en agriculture conventionnelle. In: Alter Agri., vol. 55, 2002, p. 10 – 13
- SANDOVAL ESTRADA, M. et al. El secuestro de carbono en la agricultura y su importancia con el calentamiento global. In: Theoria, vol. 12, 2003, p. 65 – 71
- VÁCHAL, J. – VÁCHALOVÁ, R. – PÁRTLOVÁ, P. 2005. The regulation of energetic substance flow in landscape through spatial functional optimization. In: EKOTREND 2005 – Renewal and function of anthropogenic impacted landscape. Proceeding of 6th international scientific meeting. České Budějovice : ZF JU. 2005, p. 88. ISBN 80-7040-783-2
- VLACHOVÁ, P. – VÁCHALOVÁ, R. – VÁCHAL, J. – ONDR, P. 2004. The regulation of energetic substance flow in landscape through spatial functional optimization. In: Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Sciences, vol. 21, 2004, no. 2, p. 213 – 216
- WELLS, C. 2001. Total Energy Indicators of Agricultural Sustainability: Dairy Farming Case Study. Technical Paper. MAF : Wellington. 2001, 81 p.
- WEST, T. O. – MARLAND, G. 2002. A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. In: Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 91, 2002, p. 217 – 232
- ŽÁK, Š. – LEHOCKÁ, Z. – GAVURNÍKOVÁ, S. 2006. Energetická bilancia pestovania pšenice letnej f. oziemná v ekologickom a low-input systéme. In: Agriculture (Poľnohospodárstvo), roč. 52, 2006, no. 1, p. 2 – 13

Kontaktná adresa:

prof. Dr. Ing. Richard Pospišil, FAPZ, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovenská republika, e-mail: Richard.Pospisil@uniag.sk

Acta fytotechnica et zootechnica 2
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriæ, 2011, s. 52–56

EVALUATION OF SEX INFLUENCE ON PARAMETERS OF CARCASS VALUE AT CATTLE HIGHER NUTRITION LEVEL

HODNOCENÍ VLIVU POHLAVÍ NA UKAZATELE JATEČNÉ HODNOTY SKOTU PŘI VYŠŠÍ ÚROVNI VÝŽIVY

Marek BJELKA,¹ Jan ŠUBRT,² Jiří BEZDÍČEK,³ Jarmila VOŘÍŠKOVÁ,⁴ Radek FILIPČÍK²

IMPULS, Breeding cooperative, Bohdalec, Czech republic¹

Mendel Univerzity in Brno, Czech republic²

Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, Czech republic³

Univerzity of South Bohemia, České Budějovice, Czech republic⁴

The quality of carcass of beef breed heifers and crossbreds with beef breed is in most cases comparable to the quality of bull carcass. Therefore, it is necessary to encourage the breeders to produce (rear) heifers in the above mentioned combinations so as to increase the quality of beef carcasses for meat industry in the Czech Republic. The crossbred of Holstein and Charolais races – one sire of both – was chosen for the experiment. Using a uniform methodology, we monitored 22 animals, slaughtered and evaluated in two slaughterhouses. After cooling them off, cutting was carried out according to the Czech standard 46 61 20. The carcass quality was classified according to the SEUROP system. Meat of the 1st class and 2nd class, bones and separable fat were distinguished. The evaluation of slaughter age and sex did not reveal any statistically significant difference. Nevertheless, highly significant difference between groups of bulls and heifers was detected in weight of kidney-pelvic fat (+4.29 kg of heifers), hides weight (+14.55 kg of bulls), carcass body weight (+87.37 kg of bulls).

Key words: crossbred, heifers, bulls, fattening level, carcass, quality of carcass, SEUROP

There can be expected an increased ratio of carcass heifer from suckling cow system at the slaughtering of cattle due to limitation and quota system in the production at cattle rearing following the EU regulations (Frick et al., 2002). The increase in milk production by dairy farming (Czech Simmental and Holstein) runs to increase of the herd turnover and thereby to increase in meat production from cow and decrease in carcass heifer's share from this rearing system and total decrease in number of dairy cows under 400 000 heads of cattle in the Czech Republic.

Consumers' increasing demands on the quality of meat result in the necessity of improving the quality of carcass for next processing. The intensity of fattening, animal category and time period of fattening have a significant impact on the quality of carcass and meat (Augustini et al., 1992b; Steinwiddner et al., 1996; Schwarz et al., 1998; Jurie et al. 2005).

However, the carcass value of selected dairy cows is very low. At the same time, the proportion of second quality meat and meat for meat industry is higher than that in the animals from beef production crossbreeding programs.

In many cases, the carcass quality of beef breed heifers and crossbreeds with beef breeds (Charolais, Limousine, Belgian Blue, Piemontese, Beef Simmental, and Blonde d'Aquitaine) is comparable to the quality of bull carcasses. The majority of Czech authors (Bartoň, 1995; Šubrt, 1994; Poláč, 2002) deal with the assessment of selected parameters of carcass value of bulls' crosses of Charolais and Czech pied breed or Holstein breed. Nowadays, rearing calves are being exported on a large scale and also significance of heifer carcass value is increasing. Therefore, the breeders should be encouraged to let the heifers in the above-mentioned combinations of breeds fatten to higher weight. This would result in increasing the quality of meat for meat industry in the Czech Republic.

Due to the fact that beef meat from heifers is preferred by consumers in many European countries (Germany, Italy, etc.), we compared the results of fattening and meat efficiency basic analyses performed on bulls and heifers. The aim of the supposed work was to set the differences between the sexes on chosen characteristics in maternal population of Holstein and Charolais crosses, as the most widespread dairy and beef cattle in the Czech Republic. The crossbreds of F1 generation of a sire were chosen to be evaluated. A bull was selected to eliminate the influence of variability in meat efficiency characteristic between the groups which affects the results value in case of using more sires of a particular breed.

Materials and methods

In our experiment, twenty-two animals (11 heifers, 11 bulls), crossbreds with Charolais (T) (by one sire) were monitored. The animals were reared with the cows in the suckling cow system and they were weaned at the average age of 265 days. The animals were from the same farm from the Olomouc region, and there they were fattened to the age of 500 days. Then, they were transferred to intensive fattening, divided in two groups according to their sex and fattened up to the age of 479.64 days (min. 443 days, max. 537 days).

Fattened animals were reared in the free housing system with deep litter in the boxes. The feeding ratio was modified to the average daily gain of bulls (1.1 kg per head of cattle a day) according to the standard (Sommer et al., 1994). Feed ratio for all animals in the experiment was fattened in form of TMR (total mixed ration). The basis of the feed ratio was maize silage with a higher proportion of dry matter (37%). The content of NS

(nitrogen substance) was 75 g per 1 kg of dry matter and 6.23 MJ NEF (netto energy of fattening), which made up to 70% of DM (dry matters) of the feed ration. Five percent of DM in the feed ration comprising lucerne hay was represented. Concentrate feeds in the mixture based on cereal feeds and pressing rapeseeds composed TMR 25% total DM of feed ratio. Both groups were fed ad libitum once per day and with the following heaping up. Mineral components and vitamins were dosed 40 g per 100 kg of live weight of the animal.

Slaughtering of animals and the classification of carcass were carried out at two slaughterhouses according to the integrated method of the SEUROP system (Bartoň et al., 2001). The particular classification classes of conformation were assigned the marks at the conversion on numeric code (S – 6; P – 1). These carcasses were dissected after cooling down (24 hours) according to the Czech 46 61 20 state norm. The obtained parts of carcass were classified into 5 groups (meat of first and second quality, meat for the meat industry, bones and separable fat). The acquired data were statistically analyzed and the program UNISTAT 4.53 tested the final differences.

Results and discussion

The animals were weaned at the average age of 270 days. No statistically significant differences were found between the

groups of bulls and heifers on the level of 95% (Table 1). When slaughtered, there was no significant difference in the age of both sexes (on average: bulls – 489.36 days; heifers – 469.91 days), with respect to the usual values for slaughtering animals with higher level of energy supply as Augustini et al. (1992a) mentions it.

Differences at the feed conversion and feed intake of DM had a stronger manifestation in the average daily live gain. Compared to the heifer group, the bull group reached ($P \leq 0.001$) a gain higher by 244.8 g per head a day (Table 2). In their studies, Augustini et al. (1992a) found out (225 g) and Kögel et al. (2000) (279 g) came to found out similar differences in average daily weight gain. Steinwidder (2002) found out the difference of 391g. However, more than double variability in the average daily netto gain ($V = 14.2\%$) was found in the bull group than in the heifer group ($V = 6.34\%$).

No significant statistical differences were detected during the classification of carcasses of both evaluated groups. Both groups had the range between U and R classes in the classification (average value of bulls = 3.27 and heifers = 3.00). Kögel et al. (1998) achieved similar results in their experiments with heifers. The carcass conformation of the heifer carcasses was evaluated in the average class 2.74 at the evaluation of carcass in 5 class scale EUROP (E – 5; P – 1). Carcasses of H breed bulls were classified on average by 4.7 at an inverse scale (S – 1 to P – 5) from our evaluation in the study of Bartoň

Table 1 Average age of animal at weaning / at slaughter

Indicator (1)	n	x	s _x	V %	Significance of differences (2)
Weaning age in day – total (3)	22	269.73	18.19	6.74	ns
Bulls (4)	11	268.64	13.87	5.16	–
Heifers (5)	11	270.82	22.36	8.26	–
Slaughter age in day – total (6)	22	479.64	25.63	5.34	ns
Bulls (4)	11	489.36	20.19	4.13	–
Heifers (5)	11	469.91	27.64	5.90	–

P ≤ 0.05 = *; P ≤ 0.01 = **; P ≤ 0.001 = ***

Tabuľka 1 Průměrný věk zvířat do odstavu / do porážky
(1) ukazatel, (2) významnost rozdílu, (3) věk při odstavu – celkem, (4) býci, (5) jalovice, (6) věk před porážkou

Table 2 Daily weight gain and carcass classification

Indicator (1)	n	x	s _x	V %	Significance of differences (2)
Daily weight gain in g – total (3)	22	1 033	147.01	14.2	***
Bulls (4)	11	1 155	72.36	6.26	–
Heifers (5)	11	910	84.77	9.31	–
Netto weight gain in g – total (6)	22	577	89.62	15.54	***
Bulls (4)	11	654	40.77	6.23	–
Heifers (5)	11	500	46.02	9.21	–
SEUROP points meatiness – total (7)	22	3.14	0.35	11.20	ns
Bulls (4)	11	3.27	0.47	14.30	–
Heifers (5)	11	3.00	0.00	0.00	–
SEUROP class of fatness – total (8)	22	2.82	0.50	17.78	ns
Bulls (4)	11	3.00	0.00	0.00	–
Heifers (5)	11	2.64	0.67	25.57	–

Carcass conformation (points) / konformace jatečného těla (body): S = 6 – P = 1. P ≤ 0.05 = *; P ≤ 0.01 = **; P ≤ 0.001 = ***

Tabuľka 2 Denní přírůstek a klasifikace jatečného těla
(1) ukazatel, (2) významnost rozdílu, (3) denní přírůstek hmotnosti v g, (4) býci, (5) jalovice, (6) netto přírůstek v g, (7) SEUROP třída zmaslosti, (8) SEUROP třída protučnění

et al. (2003). Frick et al. (2002) used the same system of classification in their experiment. They found out average conformation class 3.1 of bulls and 2.9 of heifers. Similar results of carcasses classification of crossbred bulls (Czech pied cattle (C) × Charolais (T)) found out Poláč et al. (2002). In this case, the average carcass weight was similar to our results (346 kg). Čuboň et al. (2000) achieved similar results in their experiments with heifers when evaluating conformation of crossbred heifers, which corresponds to our results. The conformation of carcass heifer was evaluated in the average class 2.95 at the evaluation of carcass in the 5-class EUROP scale (E – 5; P – 1) of bulls was evaluated in the average class 3.4, which corresponds to our results. Small differences, which were not statistically significant, were found out in carcass fat classification (score 2.64 in the bulls and 3.00 in the heifers). Classification of carcass fatness was comparable to that of heifers (2.66) evaluated by Kögel et al. (1998). In the Frick et al. (2002) experiment, average bull carcass was evaluated in the fat class 2.00 and in the heifers 2.90. The evaluation of heifer carcass fatness was growing (3.6 marks) with the increasing slaughter weight. The classification of carcass fatness was comparable to heifers and bulls by Čuboň et al. (2000). Similarly, the majority of carcasses in our experiment was classified in class 2 and 3.

High ($P \leq 0.001$) differences between heifers and bulls were found out at the carcass weight (339.72 kg of bulls and 252.35 kg of heifers). Analogous results of evaluation of carcass weight differences between males and females were published by Frick et al. (2002) – 351.6 kg of bulls and 268.3 kg of heifers and by Kögel et al. (1998) in their experiments with heifers – 240.9 kg. Papstein et al. (1999) achieved average weight of carcasses 369.8 kg and 267.4 kg (bulls and heifers, respectively), but animals were slaughtered older (+ 60 – 80 days). Čuboň et al. (2000) observed the differences between classification classes of conformation according to EUROP, this division of carcasses was comparable to the results of our experiment (E – 322.6 kg, O – 274.09 kg by bulls; E – 252.5 kg, P – 221.0 kg by heifers).

We observed the yield of kidney and pelvic fat as a parameter related to optimal nutrition of animals and weight of skin considering nobility and finesse exterior of animals during the carcass treatment. Significant differences ($P \leq 0.05$) were detected in kidney and pelvic fat weight (18.1 kg of heifers; 13.81 kg of bulls) and also ($P \leq 0.001$) in skin weight (51.28 kg in bulls; 36.73 kg in heifers). The content of kidney and pelvic fat in crossbred bulls (Fleckvieh × Charolais) was 2.36% in the experiment of Kögel et al. (2000). It was similar to our results. However, their results in the case of heifers were considerably lower (2.86% respective 3.8%). Significant statistical

Table 3 Carcass indicators (cutting yield)

Trait (1)	n	x	s _x	V%	Significance of differences (2)
Carcass weight in kg – total (3)	22	296	48.54	16.40	***
Bulls (4)	11	340	18.93	5.57	–
Heifers (5)	11	252	19.75	7.83	–
Kidney and pelvic fat in % – total (6)	22	3.06	1.03	33.67	***
Bulls (4)	11	2.30	0.50	22.40	–
Heifers (5)	11	3.80	0.80	20.51	–
Meat I. Class in % – total (7)	22	28.06	2.17	7.70	–
Bulls (4)	11	27.66	1.46	5.30	–
Heifers (5)	11	28.47	2.72	9.56	–
Meat II. Class in % – total (8)	22	32.07	1.53	4.80	ns
Bulls (4)	11	32.16	1.02	3.20	–
Heifers (5)	11	31.99	1.96	6.11	–
Trimmed meat in % – total (9)	22	15.61	2.40	15.30	ns
Bulls (4)	11	15.94	1.26	7.90	–
Heifers (5)	11	15.29	3.20	20.93	–
Meat in % – total (10)	22	75.75	1.25	1.65	ns
Bulls (4)	11	75.76	0.92	1.22	–
Heifers (5)	11	75.75	1.56	2.06	–
Bones in % – total (11)	22	21.34	1.38	6.48	***
Bulls (4)	11	22.11	0.95	4.31	–
Heifers (5)	11	20.56	1.34	6.50	–
Separable fat in % – total (12)	22	2.91	1.23	42.22	***
Bulls (4)	11	2.13	0.62	29.32	–
Heifers (5)	11	3.69	1.20	32.42	–

$P \leq 0.05 = *; P \leq 0.01 = **; P \leq 0.001 = ***$

Tabulka 3 Vlastnosti jatečného těla (bourárenská výtěžnost)

(1) ukazatel, (2) významnost rozdílu, (3) hmotnost jatečného těla, (4) býci, (5) jalovice, (6) ledvinový a pánevní lúj (7) maso I. třídy, (8) maso II. třídy, (9) ořez masa, (10) maso celkem, (11) kosti celkem, (12) oddělitelný tuk celkem

differences ($P \leq 0.01$) were detected between heifers and bulls in the percentual content of kidney and pelvic fat. Weight of kidney and pelvic fat in our results is related to mean class 3 for fatness classification and is about 5.98 kg higher in bulls and about 8.28 kg in heifers than the results of Čuboř et al. (2000) and about 3.9 kg higher in bulls (C, H \times T) with similar carcass weight (346 kg) in the experiment of Voříšková et al. (1998) in the age of 500 days.

We did not discover any statistical differences between groups in the dressing percentage of meat and in the first and second quality meat as well as in trimmed meat. After technological dissection of carcass (Table 3), there were no significant differences in both groups in the total ratio of meat (75.76% of bulls; 75.75% of heifers). Bartoň et al. (2003) indicated a higher content of meat (76.1%) at carcasses of Holstein bulls. Our results were statistically significant compared to Augustini et al. (1992b), Frick et al. (2002). They found out lower part of muscle of carcass weight (60.9 – 61.9% of heifers, 65.8 – 69.7% of bulls) and significant differences in ratio of the total amount of meat between bulls and heifers. Papstein et al. (1999) evaluated the content of meat with fat in the carcasses. Their results were higher than ours (83.5% of bulls and 82.8% of heifers). We found out that the content of (the 1st quality) meat in half carcass was 27.66%, compared to the grade of Mlynek et al. (1999) in H and crossbreds H \times CH, BA a L that was about 0.54% lower, conversely in heifers about 1.37% higher (28.47%). Animals were slaughtered in the live weight 528.8 – 603.3 kg in bulls and 460.1 – 509.8 kg in heifers which is comparable to the weight of animals in our experiment. Contrary to our results, the differences were by bigger a detailed cutting repair of carcass. Yield of bones and connective tissues was significantly higher in the bulls than in the heifers (22.11% vs. 20.56%) and it is in the opposite relation to the results of Augustini et al. (1992b) and Frick et al. (2002). In the work of Bartoň et al. (2003), the yield of bones was determined at the level 20.04% in bulls, which corresponds to the results of 19.53% of bones in carcass of crossbred bulls with Charolais in the work of Voříšková et al. (1998). A lower bone proportion in carcasses of crosses mentions Čuboř et al. (2000) in bulls according to EUROP beef conformation classes and differences marked from 15.97% (E) to 18.35% (O) in bulls and from 14.77% (E) to 18.66% (P) in heifers. The fat proportion of carcass weight was at the average 2.91%. The separable fat partook in carcass weight of bulls 2.13% and in the heifers 3.69%. The differences between these values were highly significant ($P \leq 0.01$). Higher separable fat proportion in carcasses of crosses mentions Čuboř et al. (2000) in bulls according to SEUROP fat grading classes with differences from 2.78% (1st class) to 8.96% (5th class) in bulls and from 2.61% (1st class) to 11.99% (5th class) in heifers; and Voříšková et al. (1998) describes this phenomenon in bulls in the average class 3 (5.16%).

The relation between acquired meat (all classes) and bones weight appears to be an important parameter for assigning animal carcass value. Significant differences for groups of heifer (3.70 in heifers; 3.43 in bulls) in this parameter were found out in our results. It shows that the bulls do not reach the required slaughtering age. Voříšková et al. (1998) found out that the meat: bones ratio was higher by about 0.45 in bulls of the same breed combination.

Conclusion

The results of the experiment indicate that carcass values of beef type heifers from the point of the beef dressing percentage

is comparable to the carcass value of slaughtered bulls with the same genotype in the higher fattening conditions. The increased separable fat content in heifers can be a presupposition to higher intramuscular fat content and also to better meat brittleness parameters in heifers during cooking. Considering insignificant differences in beef content of the 1st and 2nd quality and meat processing between carcass weight of heifers and bulls with the same genotype and the same breeding male (Charolais), it is necessary to emphasize that there are possibilities of heifers fattening up to the carcass weight 500 kg and to the age of 500 days.

Souhrn

Kvalita těla poražených jalovic a kříženců bývá podle zpracovatelů ve většině případů srovnatelná s kvalitou jatečných býků. Proto je třeba motivovat chovatele k tomu, aby produkovali i jatečné jalovice se zvýšenou kvalitou jatečných těl. V provedeném pokuse byla využita kombinace křížení holštýnského plemene (materšská pozice) a charolaiského plemene (otcovská pozice) po jednom plemeníkovi. Použili jsme jednotnou metodiku pro analýzy a monitorovali růst a masnou užitkovost 22 zvířat, poražených a hodnocených na dvou porážkových místech. Po vychlazení jatečných těl byla provedena jejich technologická dísekační podle ČSN 46 61 20. Kvalita jatečně upravených těl poražených zvířat byla klasifikovaná podle systému SEUROP a maso bylo rozděleno na maso první a druhé jakostní třídy, kosti a oddělitelný tuk. Hodnocení vlivu věku a povahy jatečných zvířat u většiny ukazatelů neodhalilo významnější, statisticky průkazné rozdíly. Nicméně, vysoce průkazný rozdíl mezi skupinami býků a jalovic byl stanovený v hmotnosti ledvinového a pánevního loje (+4.29 kg u jalovic), hmotnosti kůže (+14.55 kg u býků) a hmotnosti jatečného těla (+87.37 kg u býků).

Klíčová slova: kříženci, jalovice, býci, úroveň výkrmu, kvalita jatečného těla, SEUROP

Acknowledgements

Supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic (Project MŠMT 2B 06107) and the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (Project QI 91A055).

References

- AUGUSTINI, C. – BRANTSCHIED, W. – SCHWARZ, F. J. et al. 1992a. Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse In: Deutsches Fleckvieh. Fleischwirtschaft, 1992, no. 72, p. 1584 – 1589.
- AUGUSTINI, C. – BRANTSCHIED, W. – SCHWARZ, F. J. – KIRCHGESSNER, M. 1992b. Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. In: Fleischwirtschaft, 1992, no. 72, p. 1706 – 1711.
- BARTOŇ, L. – BOUŠKA, J. – BUREŠ, D. et al. 2001. Učební texty pro klasifikátory skotu [Study papers for cattle classifiers (in Czech)]. Dokument, Výzkumný ústav živočišné výroby Praha – Uhříněves [Research institute of animal production Prague (in Czech)], 2001, 38 s.
- BARTOŇ, L. – TESLÍK, V. – ZAHRÁDKOVÁ, R. et al. 2003. Growth, feed efficiency and carcass characteristics of Czech Pied and Holstein bulls. In: Czech Journal of Animal Science, vol. 48, 2003, no. 11, p. 459 – 465.
- ČUBOŘ, J. – NOSÁL, V. – MOJTO, J. et al. 2000. Klasifikácia štruktúry jatočného tela býkov a jalovic v systéme EUROP. In: Czech Journal of Animal Science, 2000, č. 45, s. 367 – 372.

- FRICK, J. – BAUMUNG, R. – LUGER, K. et al. 2002. Einfluss der Kategorie und des Kraftfutterniveaus auf der Basis von Gras- und Maissilage auf der Schlachtleistung und Fleischqualität. In: 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung 24. – 25. 4., BAL Gumpenstein, 2002, p. 33 – 51.
- JURIE, C. – MARTIN, J. F. – LISTRAT, A. et al. 2005. Effect of age and breed of beef bulls on growth parameters, carcass and muscle characteristics. In: Animal Science, vol. 80, 2005, no. 3, p. 257 – 263.
- KÖGEL, J. – AUGUSTINI, CH. – PICKL, M. – EDELMANN, P. 1998. Einfluss von Grassilage, Heu und Maissilage auf die Fleischqualität von Mastfärsen. In: Züchtungskunde, vol. 70, 1998, p. 185 – 195.
- KÖGEL, J. – PICKL, M. – ROTT, J. et al. 2000. Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und e auf Fleckvieh-Kühe. 2 Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. In: Züchtungskunde, vol. 72, 2000, no. 3, p. 201 – 216.
- MLYNEK, K. – LITWINCZUK, Z. – GULINSKI, P. 1999. Slaughter Value of beef crossbreds and Black and White cattle fattening in the individual farms estimated according to EUROP system. In: Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Sectio EE – Zootechnica, 1999, no. 17, p. 125 – 130.
- PAPSTEIN, J. H. – LOSAND, B. – FIEDLER, I. et al. 1999. Wachstumsuntersuchungen an Fleischrindbullen und – Färsen aus Zwillingssgeburten bei hohem Ernährungsniveau. In: Züchtungskunde, vol. 71, 1999, no. 4, p. 267 – 276.
- POLÁCH, P. – ŠUBRT, J. – BJELKA, M. et al. 2004. Carcass Value of the progeny of tested beef bulls. In: Czech Journal of Animal Science, vol. 49, 2004, no. 7, p. 315 – 322.
- SCHWARZ, F. J. – AUGUSTINI, C. – KIRCHGESSNER, M. 1998. Gewichtsentwicklung Sofie Schlachtkörper- und Fleisch Qualität von Fleckvieh- und Argus x Fleckvieh Färsen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren. In: Züchtungskunde, vol. 70, 1998, p. 61 – 74.
- SOMMER, A. 1994. Potřeba živin a tabulkové hodnoty pro přezvýkavce. Pohořelice : VÚVZ, 1994, s. 196.
- SCHWARZ, F. J. – AUGUSTINI, C. – KIRCHGESSNER, R. et al. 1996. Einfluss der Fütterungsintensität und Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung auf die Mast und Schlachtleistung von Fleckvieh Kalbinnen. In: Die Bodenkultur, 1996, no. 47, p. 49 – 64.
- STEINWIDDER, A. 2002. Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh – Tieren. In: 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung 24. – 25. 4., BAL Gumpenstein, 2002, p. 33 – 51.
- VOŘÍŠKOVÁ, J. – FRELICH, J. – PŘIBYL, J. 1998. Carcass Value of bulls- crosses of Czech pied and Black pied cattle with beef bovine breeds. In: Czech Journal of Animal Science, 1998, no. 43, p. 77 – 86.

Obsah

Mária MIKULÁŠOVÁ, Štefánia VAVERKOVÁ, Marta HABÁNOVÁ, Lucia BIROŠOVÁ	
Antimikrobiálny účinok silíc z rastlín zbieraných z rôznych loka-	29
lit	
Kristína MURÁŇOVÁ, Ľuba ĎURIŠOVÁ, Peter FERUS, Milan BEŽO, Tibor BARANEC	
Morfometrická a cytometrická charakterizácia genotypov <i>Prunus</i> x <i>Fruticans</i> z okrajových zón agrobiocenóz	32
Jozef SMATANA, Milan MACÁK	
Analýza modelu osevného postupu pre pestovanie liečivých a ko-	
reninových rastlín na ornej pôde	37
Jan KIŠGECI, Slavica JELAČÍČ, Damir BEATOVIĆ, Jelena LEVIĆ, Đorđe MORAVČEVIĆ, Vlade ZARIĆ, Ljiljana GOJKOVIĆ	
Hodnotenie semien bazalky pravej (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	41
Richard POSPIŠIL, Jozef RŽONCA	
Bilancia energie a oxidu uhličitého pri rôznych technológiach pes-	
tovania pšenice ozimnej	45
Marek BJELKA, Jan ŠUBRT, Jiří BEZDÍČEK, Jarmila VOŘÍŠKOVÁ, Radek FILIPČÍK	
Hodnocení vlivu pohlaví na ukazatele jatečné hodnoty skotu při	
vyšší úrovni výživy	52

Content

Mária MIKULÁŠOVÁ, Štefánia VAVERKOVÁ, Marta HABÁNOVÁ, Lucia BIROŠOVÁ	
Antimicrobial Effect of Essential Oils from Plants Collected from Different Localities	29
Kristína MURÁŇOVÁ, Ľuba ĎURIŠOVÁ, Peter FERUS, Milan BEŽO, Tibor BARANEC	
Morphometric and Cytometric Characterization of <i>Prunus</i> x <i>Fruti-</i> <i>cans</i> Genotypes from Marginal Zones of Abrobiocoenoses	32
Jozef SMATANA, Milan MACÁK	
Analysis of Cropping Patterns of Medicinal and Spices Plants Growing on Prime Arable Land	37
Jan KIŠGECI, Slavica JELAČÍČ, Damir BEATOVIĆ, Jelena LEVIĆ, Đorđe MORAVČEVIĆ, Vlade ZARIĆ, Ljiljana GOJKOVIĆ	
Evaluation of Basil Seed (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	41
Richard POSPIŠIL, Jozef RŽONCA	
Energy and Carbon Dioxide Balance by Different Cultivation Technologies of Winter Wheat	45
Marek BJELKA, Jan ŠUBRT, Jiří BEZDÍČEK, Jarmila VOŘÍŠKOVÁ, Radek FILIPČÍK	
Evaluation of Sex Influence on Parameters of Carcass Value at Cattle Higher Nutrition Level	52