



ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA FZKI 2015
zborník príspevkov

22. apríl 2015, Nitra

Študentská vedecká konferencia FZKI 2015

Zborník príspevkov zo študentskej vedeckej konferencie

Nitra - 22. apríl 2015

Zostavovateľ: doc. Ing. Dušan Igaz, PhD.
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre

Technická spolupráca:
Ing. Miroslava Šinkovičová

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 9.11. 2015 ako recenzovaný zborník z vedeckej konferencie.

Text jednotlivých príspevkov neprešiel jazykovou úpravou, za technickú, jazykovú a estetickú úroveň sú zodpovední jednotliví autori.

ISBN 978-80-552-1426-9

Obsah:

I. Sekcia: Záhradná a krajinná architektúra

<i>Tereza Ujházyová – Ľubica Feriancová : POSÚDENIE VÝVOJA KVITNÚCICH BYLÍN NA EXTENZÍVNEJ STREŠNEJ ZÁHRADE / CONSIDERING THE DEVELOPMENT OF FLOWERING HERBS FOR EXTENSIVE ROOF GARDENS.....</i>	8
<i>Monika Homporová – Ľubica Feriancová : VHODNOSŤ SUBSTRÁTOVÝCH ZLOŽIEK PRE PESTOVANIE DRUHOV SEDUM NA EXTENZÍVNYCH STREŠNÝCH ZÁHRADÁCH / THE SUITABILITY OF INGREDIENTS SUBSTRATES FOR THE CULTIVATION OF SPECIES OF SEDUM ON EXTENSIVE ROOF GARDENS.....</i>	15
<i>Veronika Vaculová – Roberta Štěpánková : DAŽĎOVÉ ZÁHRADY, ICH VÝZNAM A POUŽITIE V SADOVNÍCKEJ TVORBE / THE RAIN GARDENS, THEIR IMPORTANCE AND USE IN CREATION OF LANDSCAPE.....</i>	22
<i>Katarína Chovancová – Viera Šajbidorová : HODNOTENIE VÝSADIEB TRVALIEK V URBANIZOVANOM PROSTREDÍ / EVALUATION OF PERENNIAL FLOWERBEDS IN THE URBAN ENVIRONMENT.....</i>	29

II. sekcia: Krajinárstvo

<i>Jana Domanová – Dušan Igaz : RETENČNÉ CHARAKTERISTIKY PÔDY PO APLIKÁCIU BIOUHLIA / RETENTION CHARACTERISTICS OF SOIL AFTER APPLICATIONS OF BIOCHAR....</i>	38
<i>Peter Michal – Zlatica Muchová – Lenka Lackóová : ÚČINNOSŤ VPLYVU VEGETAČNÉHO FAKTORA NA INTENZITU VETERNEJ ERÓZIE VO VYBRANOM KATASTRÁLNOU ÚZEMÍ / VEGETATIVE FACTOR EFFECTIVENESS TO WIND EROSION INTENSITY IN THE CASE STUDY AREA.....</i>	46
<i>Miroslava Sedmáková – Ľuboš Jurík : ČASOPRIESTOROVÉ POROVNANIE ZMIEN KONCENTRÁCIE FOSFORU V POVODÍ RIEKY SLANÁ / SPATIOTEMPORAL COMPARISON OF PHOSPHORUS CONCENTRATION CHANGES IN RIVER BASIN SLANÁ.....</i>	53
<i>Alan Klimaj – Viliam Bárek : VYUŽITIE SPEKTROMETRIE NA SLEDOVANIE REAKCIÍ CITRUS X LIMON PRI ZMENÁCH TERMÍNOV ZÁVLAHY POČAS ZAZIMOVANIA / USING OF SPECTROMETRY TO MONITOR REACTIONS CITRUS x LIMON CHANGES IN TERMS OF IRRIGATION DURING WINTERIZING.....</i>	60
<i>Lenka Szomorová – Peter Halaj – Karol Krol : MOŽNOSŤ VYUŽITIA VYBRANÝCH ZLOŽIEK JQUERY PRI TVORBE MÁP / POSSIBILITY OF CHOSEN ELEMENTS JQUERY UTILIZATION INPROCESS OF MAPS MAKING.....</i>	70
<i>Jaroslav Bažík – Zlatica Muchová : MOŽNOSTI HODNOTENIA KRAJINY POMOCOU METÓD POPOPISNEJ ŠTATISTIKY / EVALUATION OF LAND TYPES IN TERRITORY USING DESCRIPTIVE STATISTICS METHODS.....</i>	76
<i>Jakub Kočica – Jozef Halva : BEZKONTAKTNÉ MERANIE GEOMETRICKÝCH PARAMETROV RELIEFU DNA VODNÝCH NÁDRŽÍ METÓDOU BLÍZKEJ FOTOGRAMETRIE / CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY APLICATION FOR CONTACTLESS SURVEY OF GEOMETRIC PARAMETERS OF WATER RESERVOIR BOTTOM.....</i>	83
<i>Igor Gacko – Zlatica Muchová : VŠEOBECNÉ ZÁSADY FUNKČNÉHO USPORIADANIA ÚZEMIA APLIKOVANÉ NA PRÍKLADE KATASTRÁLNEHO ÚZEMIA NIŽNÁ / GENERAL PRINCIPLES OF THE FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE TERRITORY FOR EXAMPLE CADASTRAL TERRITORY NIŽNÁ.....</i>	89

Mária Dubcová – Peter Kovár : HODNOTENIE KVALITY GOLFOVÉHO IHRISKA V HRUBEJ BORŠI / ASSESSMENT OF THE QUALITY OF GOLF COURSE IN HRUBA BORSA.....97

Róbert Molnár – Tatiana Kaletová : VÝSKUM PRIESA KOVÝCH A STABILITNÝCH POMEROV HOMOGENEJ ZEMNEJ HRÁDZE MVN SPÁLENISKO II / RESEARCH CONCERNING TO THE SEEPAGES AND STABILITY OF HOMOGENEOUS EARTH DAM OF RESERVOIR SPÁLENISKO II 104

Juraj Kavecký – Zlatica Muchová: VŠEOBECNÉ ZÁSADY FUNKČNÉHO USPORIADANIA ÚZEMIA NA PRÍKLADE K. Ú. TURIE / GENERAL PRINCIPLES OF THE FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE TERRITORY FOR EXAMPLE CADASTRAL TERRITORY TURIE.....110

Petra Balážová – Ľuboš Jurík : HODNOTENIE REÁLNYCH A PREVÁDZKOVÝCH PARAMETROV Čistiarne odpadových vôd GALANTA / EVALUATION OF OPERATIONAL PARAMETERS OF WASTEWATER TREATMENT PLANT IN GALANTA118

III. sekcia: Záhradníctvo

Radoslav Kobilka – Oleg Paulen : MONITORING ŠKODCOV ZO SKUPINY OBALOVAČOV NA JABLONIACH / MONITORING THE PESTS OF MOTH GROUP IN APPLE TREES..... 125

Andrea Muráriková – Jarmila Neugebauerová : VPLYV TERMÍNU VÝSEVU A ZBERU NA OBSAH BIOAKTÍVNYCH KOMPONENTOV V BAZALKE PRAVEJ / EFFECT OF DIFFERENT SOWING AND HARVESTING DATES ON BIOACTIVE COMPOUNDS CONTENT OF SWEET BASIL.....132

Peter Bernáth – Alžbeta Hegedúsová – Ivana Mezeyová : OBSAH VYBRANÝCH BIOLOGICKY AKTÍVNYCH LÁTKOV V HRACHU ZÁHRADNOM (PISUM SATIVUM L.) PO JEHO BIOFORTIFIKÁCIÍ SELÉNOM / CONTENT OF CHOSEN BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS OF GARDEN PEA (PISUM SATIVUM L.) AFTER SELENIUM BIOFORTIFICATION.....140

Jozef Kolník – Alena Andrejiová – Ivana Mezeyová : PRODUKCIA MLADÝCH RASTLÍN ZELENINY / PRODUCTION OF MICROGREENS.....146

Jaroslav Moško – Anton Uher : Vplyv mulčovania na Úrodu a kvalitu uhoriek nakladačiek / THE EFFECTS OF MULCHING AND COVERING ON CORPS AND QUALITY OF GHERKINS..... 154

Patrik Komár – Valšíková : VLASTNÁ FLORISTICKÁ ČINNOSŤ PREZENTOVANÁ NA SÚŤAŽIACH A VÝSTAVÁCH / OWN FLORISTIC ACTIONS PRESENTED AT COMPETITIONS AND EXHIBITIONS.....159

Ján Farkaš – Marek Kovár : GENOTYPOVÉ REAKCIE RASTLÍN ŠPENÁTU NA VODNÝ SRES / GENOTYPE REACTIONS OF SPINACH PLANT ON WATER STRES.....174

Veronika Varsíková – Magdaléna Valšíková : VPLYV ELEKTROMAGNETICKÉHO ŽIARENIA NA KLÍČIVOSŤ FAZULE / IMPACT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE GERMINATION OF BEANS181

Peter Gočál – Anton Uher – Ivana Mezeyová - Alžbeta Hegedúsová : VPLYV VÝŽIVY A HNOJENIA NA KVALITU A KVANTITU RUŽÍC KARFIOLU / IMPACT OF NUTRITION AND FERTILIZATION ON THE QUALITY AND QUANTITY OF CAULIFLOWER INFLORESCENCE MESRISTEMS.....186

Silvia Gubovičová – Anton Uher : VPLYV HNOJENIA NA VÝŠKU ÚRODY BROKOLICE / THE EFFECT OF FERTILIZATION ON CROP YIELDS OF BROCCOLI193

Miroslava Hluchová – Šlosár : OBSAH CHLOROFYLU, KAROTENOIDOV A VITAMÍNU C U VYBRANÝCH MENEJ ZNÁMYCH DRUHOV LISTOVEJ ZELENINY / THE CONTENT OF CHLOROPHYLL, CAROTENOIDS AND VITAMIN C IN SELECTED LESS-KNOWN LEAF VEGETABLES.....199

**Monika Štrpková – Zuzana Zahradníková – Šlosár : VPLYV ODRODY NA OBSAH VYBRANÝCH
KVALITATIVNÝCH PARAMETROV V BROKOLICI / THE EFFECT OF VARIETY ON THE CONTENT
OF SELECTED QUALITATIVE PARAMETERS IN BROCCOLI.....205**

Vážení priatelia,

dostáva sa Vám do rúk zborník príspevkov zo Študentskej vedeckej konferencie Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, ktorá sa uskutočnila dňa 22. apríla 2015 v Pavilóne záhradnej architektúry Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre na Tulipánovej ul. č. 7, pod záštitou dekanky FZKI doc. Ing. Klaudie Halászovej, PhD.

Vedecká konferencia študentov s medzinárodnou účasťou sa koná tradične ako súčasť Univerzitných dní študentskej vedeckej činnosti na SPU v Nitre. V roku 2015 sa na nej zúčastnili študenti a doktorandi študijných programov FZKI všetkých troch študijných stupňov.

Konferenciu otvoril v mene dekanky FZKI doc. Ing. K. Halászovej, PhD. prodekan pre vedecko-výskumnú činnosť doc. Ing. Dušan Igaz, PhD. Prihlásení účastníci boli rozdelení do troch sekcií: Záhradníctvo, Krajinnárstvo a Krajinná a záhradná architektúra, ktoré zodpovedajú študijným odborom rozvíjaným na FZKI.

Vedecká činnosť študentov patrí medzi dôležité aktivity fakulty. Pod vedením učiteľa je vytvorený priestor na aktívnu a samostatnú výskumnú prácu študenta, na osvojovanie si návykov a schopností pre experimentálnu činnosť. Táto činnosť prispieva k prehĺbeniu odbornej profilácie študentov vo všetkých stupňoch vzdelávania a predstavuje významnú a dnes prirodzenú súčasť vzdelávacieho procesu na vysokých školách.

Konferencia poskytla priestor účastníkom verejne prezentovať výsledky svojej tvorivej a vedeckej práce. Študenti mali možnosť porovnať si svoj potenciál s kolegami z príbuzných vedeckých oblastí. Jednotlivé prihlásené práce boli recenzované. Posudok recenzenta a jeho hodnotenie bolo komisiou zohľadnené pri celkovom posúdení účinkovania účastníka. Pri prezentácii boli členmi komisie hodnotené vystúpenia najmä z hľadiska aktuálnosti riešenej problematiky, splnenia vedeckého cieľa, dodržania zvolených metodických postupov, významu pre vedu a prax, dodržania a úrovne formálneho spracovania, úrovne verbálnej prezentácie a úrovne pripravenej prezentácie, úrovne argumentácie a reakcií študenta na otázky členov komisie, prípadne prítomných študentov v pléne.

Organizačný výbor a členovia Rady ŠVK FZKI SPU v Nitre vyslovujú poďakovanie všetkým zainteresovaným do prípravy podujatia, predsedom a členom komisií, recenzentom a vystupujúcim účastníkom vyslovujú touto cestou uznanie a veria, že v budúcich ročníkoch tohto, už tradičného podujatia sa na pôde FZKI stretne ešte viac študentov a to aj z prostredia mimo Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva.

V Nitre, september 2015.

Dušan Igaz

Členovia komisií a recenzenti:

I. sekcia: Krajinná a záhradná architektúra

Predseda: doc. Ing. L. Tátošová, PhD.

Členovia: Ing. Z. Šinka, PhD.
Ing. J. Čimo, PhD.
Ing. B. Novotná, PhD.
Ing. R. Kubišta, PhD.

Recenzenti: Ing. L. Bakay, PhD.
Ing. J. Kollár, PhD.
Ing. A. Takáčová, PhD.
Ing. D. Halajová, PhD.

II. sekcia: Krajinárstvo

Predseda: doc. Ing. L. Tátošová, PhD.

Členovia: Ing. Z. Šinka, PhD.
Ing. J. Čimo, PhD.
Ing. B. Novotná, PhD.
Ing. R. Kubišta, PhD.

Recenzenti: doc. Ing. L. Moravčík, PhD.
Ing. J. Fuska, PhD.
Ing. Ľ. Konc, PhD.
doc. Ing. L. Tátošová, PhD.
Ing. Z. Šinka, PhD.
prof. RNDr. F. Petrovič, PhD.
Ing. J. Kollár, PhD.
Ing. M. Leitmanová, PhD.
Ing. E. Kondrlová, PhD.
Ing. M. Kliment, PhD.

III. sekcia: Záhradníctvo

Predseda: prof. Ing. A. Uher, PhD.

Členovia: doc. Ing. S. Bernáth, PhD.
doc. RNDr. T. Juríková, PhD.
Ing. M. Šlosár, PhD.

Recenzenti: Ing. M. Šlosár, PhD.
PaedDr. Ing. J. Jedlička, PhD.
doc. Ing. S. Bernáth, PhD.
Ing. T. Kopta, PhD.
Ing. E. Pintér, PhD.

I. sekcia

Krajinná a záhradná architektúra

POSÚDENIE VÝVOJA Kvitnúcich bylín na extenzívnej strešnej záhrade

CONSIDERING THE DEVELOPMENT OF FLOWERING HERBS FOR EXTENSIVE ROOF GARDENS

Tereza UJHÁZYOVÁ, (SR) - Ľubica FERIANCOVÁ, (SR)

ABSTRACT

The work is focused on the plant community dynamics on the experimental roof garden founded in 1997 on a flat roof of the Technical University in Zvolen. The experiment performed in the area of 80 m². Six treatments were realized – sowing seeds of flowering herbs, planting of pre-cultivated plants, sod transfer from ex situ; both on an area of 40 square meters with Agroban (water storage layer) and accordingly on the 40 m² area without Agroban layer. Vegetation was sampled in the 1999 for the first time. Vegetation management was not applied during the last 12 years. Phytosociological relevés were resampled after 15 years and species composition was compared. The results show significant quantitative and qualitative changes. Three species groups were delimited using tabular synthesis: 12 spontaneously dispersed species (missing in the beginning of the experiment), 76 species disappeared during the study period (present in 1999; 47 from the sown plots), 16 original species survived during the whole period. It reveals adaptive and competitive abilities of particular species; namely *Viola arvensis*, *Medicago lupulina*, *Geranium pusillum*, *Securigera varia*, *Linum austriacum* and several species of the genus *Sedum* and *Trifolium*.

KEY WORDS

Extensive roof garden, native flowering herbs, planting-sowing-sod transfer, phytosociological relevés

ÚVOD

Hlavným cieľom práce je posúdiť zmeny v skladbe rastlín na vegetačnej streche založenej v roku 1997. Za posledných 12 rokov absentovala údržba o experimentálnu strešnú záhradu. Z výskumu, ktorý som vykonala možno vidieť, ktoré druhy sú dostatočne odolné, aby sa týmto podmienkam prispôbili, ktoré druhy sa sem spontánne rozšírili a ktoré naopak v dôsledku rôznych okolností zanikli.

Na experimentálnej streche som hodnotila zmeny na ploche s použitím Agrobanu aj na ploche bez použitia Agrobanu pri 3 spôsoboch uplatnenia kvitnúcich bylín (výsev – výsadba – prenos mačiny). Bolo potrebné zistiť, ktorý spôsob založenia experimentu sa javí ako najefektnejší z hľadiska estetického pôsobenia rastlín, na ktorej sledovanej ploche zo 6-tich (AM, AO, AV, BM, BO, BV) došlo k najväčším zmenám v skladbe rastlín a stanoviť absolútny úbytok druhov a výskyt nových.

MATERIÁL A METÓDY

Materiál

Experimentálna strešná záhrada sa nachádza na Technickej univerzite vo Zvolene a zaberá plochu cca 80 m².

Podľa klimaticko-geologickej regionalizácie Slovenska územie mesta patrí do oblasti teplej kotlinovej klímy, mierne suchej až vlhkej, s častým výskytom inverzných teplôt vzduchu. Celá Zvolenská kotlina vysokým percentom bezveterných dní patrí k najmenej veterným krajom Slovenska, jej špecifikom je však najväčší počet hmlistých dní v roku (www1).

Najteplejším mesiacom je júl s priemernou teplotou vzduchu 18 °C, najchladnejším je január s priemernou teplotou vzduchu -4 °C. Priemerný počet letných dní (maximálna teplota vzduchu vyššia ako 25 °C) je 60 dní v roku a priemerný počet mrazových dní (minimálna teplota vzduchu nižšia ako 0 °C) je 126 dní v roku. Pre oblasť Zvolena je typický častý výskyt teplotných inverzií najmä v jesennom a zimnom období, čo spolu s výskytom hmiel má veľmi nepriaznivý dopad na kvalitu ovzdušia a výrazne prispieva k hromadeniu znečisťujúcich látok v ovzduší mesta. Podľa emisného zaťaženia zelene niektorých vybraných mestských sídel na Slovensku, patrí mesto Zvolen do 4. kategórie – do veľmi silne emisne zaťažených. Priemerný ročný úhrn zrážok v období 1901-1980 je pre mesto Zvolen 702 mm. V priebehu roka sa v priemere vyskytuje 147 zrážkových dní, z čoho je približne 35 dní s výskytom zmiešaných a tuhých zrážok. Snehová pokrývka trvá priemerne asi 60 dní. Prevláda severný smer prúdenia vzduchu (www2).

Spôsob založenia experimentálnej strechy

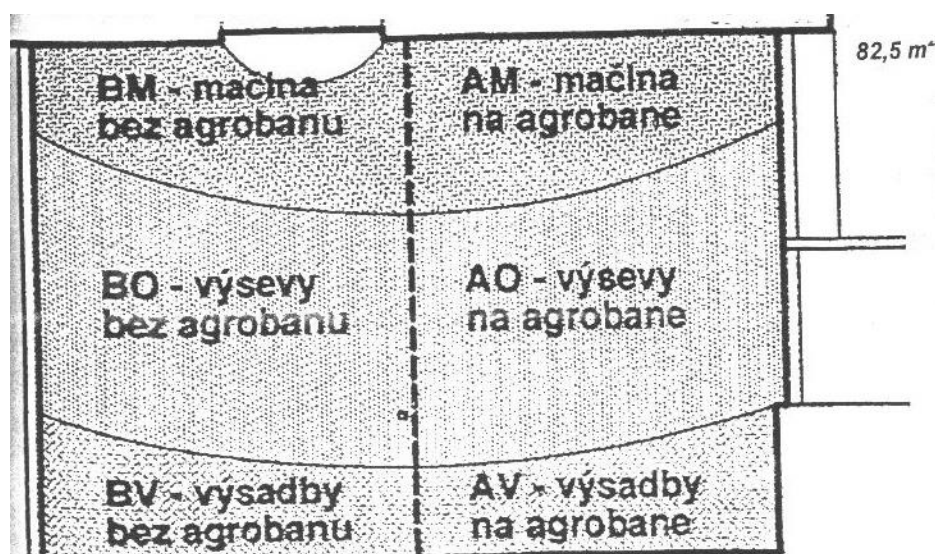
Na experimentálnej streche boli použité tieto vrstvy: hydroizolácia zo špeciálnej lepenky (NORD BITUMI), ochranná vrstva- geotextília PETEX, drenážna vrstva VHVD 93 (georohož), znova geotextília a na plochu 40 m² (½ plochy strechy) boli položené platne Agrobane v hrúbke 40 mm. Na celú plochu strechy bol potom uložený riečny štrk frakcie asi 20 mm a pôdny substrát. Ten bol rozprestretý v dvoch hrúbkach – 50 a 100 mm.

Ako realizačné práce boli vykonávané premiestnenia mačiny z rôznych lokalít a výsevy od r. 1997 až do r. 1999.

Okrem uloženia rozchodníkovej kazety a rohože boli všetky výsevové, výsadbové práce aj ukladanie mačiny vykonávané na oboch poloviciach strechy rovnako (Feriancová 1999).

Na polovicu strechy bol uložený Agrobane a celá plocha strechy bola rozdelená na 6 častí (obr. 1): AM- mačina na Agrobane, BM- mačina bez Agrobane, AO- výsevy na Agrobane, BO- výsevy bez Agrobane, AV- výsadby na Agrobane, BV- výsadby bez Agrobane. Plochy AO a BO zaberajú najväčšiu časť experimentálnej strechy a naopak plochy AV a BV zaberajú najmenšiu časť experimentálnej strechy.

Obr. 1 Pôdorys a výsadbový plán na vegetačnej streche (Feriancová 1999).



Fytocenologické zápisy na experimentálnej vegetačnej streche

V rámci každého zo šiestich typov vegetačnej strešnej formácie boli náhodne rozostavané štvorce o veľkosti 50 x 50 cm (spolu 1m²). Spolu bolo založených 24 štvorcov o celkovej ploche 6 m².

Fytocenologické zápisy v roku 1999 (celkovo 3x jarný-18.5., letný-15.7., jesenný-13.9.) vypracovali: L. Feriancová, J. Pavlík, B. Benčaťová, M. Gregor, J. Modranský (Feriancová 1999).

Na plochách sa zaznamenávala pokryvnosť druhov podľa Braun-Blanquetovej stupnice. V roku 2014 som zápisy robila v skorom letnom aspekte (23.5, 24.5., 9.6. a 10.6.), kedy je vegetácia najlepšie vyvynutá a ešte bolo možné zachytiť aj skoré jarné druhy. Oproti roku 1999 som navyše zaznamenávala aj celkovú pokryvnosť, pokryvnosť bylinnej etáže, machovej etáže, podiel holej zeme, skeletu a opadu. Tieto som hodnotila odhadom a ich hodnoty boli uvádzané v percentách. Ďalej som zachytila aj druhy vyskytujúce sa na zvyšnej časti strechy mimo plôch (podľa typov). Spravila som fotodokumentáciu (celkovú aj každú plochu osobitne).

Pôvodné aj nové fytocenologické zápisy som vložila do databázy Turboveg (Hennekens, Schaminée 2001). Zápisy som potom exportovala do programu JUICE (Tichý 2002), v ktorom som spravila fytocenologické tabuľky.

Hodnotila som aj estetickosť jednotlivých druhov, ktorá je dôležitá zo záhradno architektonického aspektu pre ich ďalšie využitie na extenzívnych strešných záhradách. Rastliny som rozdelila na esteticky zaujímavé a na esteticky nezaujímavé, a to z hľadiska ich pôsobenia v období kvitnutia.

VÝSLEDKY

Výsledky opakovaných fytocenologických analýz na študovanej lokalite v rokoch 1999 a 2014 (TU vo Zvolene) prezentujem samostatne pre všetkých 6 typov (výsadba/substrát) a podávam porovnanie výskytu druhov celkovo (tab. 1).

Tab. 1 Ukážka časti tabuľky zobrazujúcej porovnanie výskytu druhov

druh	BO	BM	BV	AO	AM	AV
<i>Vicia tetrasperma</i>	n	n	n	n	n	n
<i>Vicia sativa</i>	n	n	n			n
<i>Sedum sexangulare</i>	n	p	n	x		
<i>Poa angustifolia</i>	n					
<i>Apera spica-venti</i>		n		n	n	
<i>Arabidopsis thaliana</i>		n				
<i>Veronica species</i>		n			x	
<i>Bromus hordeaceus</i>			n	n	x	
<i>Sedum rupestre</i>			n			
<i>Lactuca serriola</i>	n	n	n	n		n
<i>Sedum hispanicum</i>					n	
<i>Erophila verna</i>		n			n	
<i>Lamium purpureum</i>						n
<i>Veronica verna</i>			n			
<i>Trifolium montanum</i>	n			n		
<i>Geranium pusillum</i>	p	n	n	n	n	p
<i>Viola arvensis</i>	p	p	p	p		p
<i>Festuca rubra</i>	p			x		
<i>Securigera varia</i>	p		n	x		n
<i>Linum austriacum</i>	p			x		n
<i>Elymus repens</i>	p	p	n	p	x	p
<i>Sedum spurium</i>	p	p	p	n	p	p

n	novozšírený druh
p	druh, ktorý prežil celé obdobie
x	zaniknutý druh
nazov druhu	druh, ktorý sa na všetkých plochách, na ktorých bol zaznamenaný novo rozšíril
nazov druhu	druh, ktorý na všetkých plochách, na ktorých bol zaznamenaný prežil

Porovnanie výskytu a rozšírenia jednotlivých druhov

Celkovo sa na experimentálnej strešnej formácii nachádzalo 12 druhov, ktoré sa na strechu rozšírili spontánne. Z nich *Apera spica-venti*, *Arabidopsis thaliana*, *Veronica verna*, *Poa angustifolia*, *Lamium purpureum*, *Lactuca serriola*, *Erophila verna* uprednostňujú suché až svieže pôdy. *Trifolium montanum* preferuje pôdy suché. *Vicia sativa* a *Vicia tetrasperma* uprednostňujú pôdy svieže. Preto sa týmto druhom na experimentálnej streche darí.

Bromus hordeaceus, ktorý zanikol na type AM a spontánne sa rozšíril na typ AO a BV preferuje suché až svieže pôdy. Na type AM zanikol pravdepodobne preto, že ho vytlačili konkurencie schopnejšie druhy. *Sedum sexangulare* zanikol na type AO, pretože uprednostňuje veľmi suché pôdy a tu bola zvýšená vlhkosť, ktorú zadržovala vrstva Agrobanu. Naopak prežil na type BM a rozšíril sa na typ BO a BV, čiže na časť strechy bez Agrobanu. *Poa pratensis* preferuje pôdy svieže až vlhké a pravdepodobne preto sa rozšírila na typ AV. Prekvapivo však zanikla na type AM a AO.

Geranium pusillum uprednostňuje suché až svieže a slabo kyslé až kyslé pôdy, preto sa mu na experimentálnej streche výrazne darilo. Prežil na type BO a AV a spontánne sa rozšíril na typ BM, BV, AO a AM. *Viola arvensis* preferuje suché až svieže; kyslé, slabo kyslé až neutrálne pôdy, preto sa prežila na všetkých plochách, na ktorých bola v r. 1999 zaznamenaná a pretrvala až do roku 2014. Nachádza sa na všetkých typoch okrem typu AM. *Festuca rubra* vyžaduje pôdy svieže preto pravdepodobne neprežila na type AO, kde Agroban zadržoval vlhkosť a prežila na type BO. *Securigera varia* uprednostňuje suchšie pôdy, preto sa jej darilo a prežila na type BO a zanikla na type AO. Rozšírila sa na typ BV a napriek jej vzťahu k vlhkosti aj na typ AV. *Linum austriacum* vyžaduje suché až veľmi suché pôdy a pravdepodobne preto neprežil na type AO a prežil na type BO, ale paradoxne sa rozšíril aj na typ AV. *Elymus repens* a *Sedum album* znášajú slabo kyslé pôdy čo zodpovedá podmienkam tejto experimentálnej strechy, a preto prežili na väčšine plochy strechy a ešte sa aj rozšírili. *Poa compressa* uprednostňuje suché stanovišťa. Napriek tomu, že prežila na type BO prežila aj na typoch AO a AV. *Plantago lanceolata* znáša suché, svieže až vlhké pôdy. Napriek tomu neprežil na type AO, AM a AV a taktiež na type BO, ale spontánne sa rozšíril na typ BM. *Arenaria serpyllifolia* agg. uprednostňuje suché až svieže a znáša slabo kyslé pôdy. Preto sa jej na experimentálnej streche darilo a prežila na typoch BM, BV, AO a AM, ale zanikla na typoch BO a AV. *Sedum acre* preferuje suché stanovišťa, a preto prežil najmä na ploche bez Agrobanu a to na type BM a BV, ale prežil aj na type AV. Pravdepodobne sa darilo najviac vysadeným rastlinám (BV a AV). Na ostatných typoch zanikol. *Medicago lupulina* vyžaduje pôdy suché až svieže, a preto sa prežila najmä na ploche bez Agrobanu – na type BM a BV. Prežila však aj na type AO a rozšírila sa aj na typ AV. *Trifolium repens* znáša aj pôdy vlhké a pravdepodobne preto prežila len na type AM. Z typov AV a AO ju pravdepodobne vytlačili konkurencie schopnejšie druhy. *Portulaca oleracea* prežila len na type BM a AM, pretože jej

tento typ (prenesené mačiny) najviac vyhovoval. Jej vzťah k vlhkosti tu nebol určujúci. Na ostatných typoch zanikla. *Setaria viridis* preferuje svieže pôdy, preto prežila na type AM s Agrobanom. *Trifolium campestre* znáša suché až vlhké pôdy. Vzhľadom k tolerantnosti na vlhkosť prežila na type AO a AV s Agrobanom, ktorý zadržoval vlhkosť a neprežila na type BV. Prekvapivo neprežila ani na type AM.

Výskyt rastlín z hľadiska ich estetického pôsobenia na type AM

Z novo rozšírených rastlín boli na tomto type dva druhy esteticky zaujímavé, a to z hľadiska ich pôsobenia v období kvitnutia. Boli to *Geranium pusillum* (nachádzal sa na 3 plochách zo 4) a *Sedum hispanicum* (nachádzal sa na 1 ploche zo 4).

Z rastlín, ktoré prežili na tomto type celé obdobie boli esteticky zaujímavé *Sedum album* (nachádzal sa na 3 plochách zo 4), *Sedum spurium* (nachádzal sa na 2 plochách zo 4) a *Trifolium repens* (nachádzala sa na 1 ploche zo 4). Väčšinu plochy zaberali neestetické druhy, z ktorých niektoré (napr. *Apera spica-venti*, *Vicia tetrasperma*, *Setaria viridis*) navyše zakrývali nižšie estetické druhy ako napr. druhy rodu *Sedum*.

Z hľadiska estetického pôsobenia a výskytu druhov sa tento spôsob založenia javí ako najmenej efektívny.

Výskyt rastlín z hľadiska ich estetického pôsobenia na type AV

Z novo rozšírených rastlín na tomto type bolo šesť druhov esteticky pôsobivých. Boli to *Sedum hybridum* (nachádzal sa na 2 plochách zo 4), *Vicia sativa* (nachádzala sa na 2 plochách zo 4), *Medicago lupulina* (nachádzala sa na 1 ploche zo 4), *Linum austriacum* (nachádzal sa na 1 ploche zo 4) a *Securigera varia* (nachádzala sa na 1 ploche zo 4) a *Lamium purpureum* (nachádzala sa na 1 ploche zo 4).

Z rastlín, ktoré prežili na tomto type celé obdobie boli esteticky pôsobivé *Sedum spurium* (nachádzal sa na všetkých 4 plochách), *Viola arvensis* (nachádzala sa na 3 plochách zo 4), *Trifolium campestre* (nachádzala sa na 1 ploche zo 4), *Sedum acre* (nachádzal sa na 1 ploche zo 4), *Sedum album* (nachádzal sa na 1 ploche zo 4), *Geranium pusillum* (nachádzal sa na 1 ploche zo 4) a *Pseudolysimachion incanum* (nachádzal sa na 1 ploche zo 4).

Významný podiel zaujali neestetické druhy najmä *Elymus repens*, *Vicia tetrasperma*, ktoré zakrývali nižšie esteticky pôsobivé druhy ako napr. druhy rodu *Sedum* alebo *Viola*.

Z hľadiska estetického pôsobenia druhov, ktoré sa tu vyskytujú sa javí tento spôsob založenia – výsadba na Agrobane ako najefektnejší.

Vyhodnotenie zmien na ploche s použitím Agrobanu

Na ploche s použitím Agrobanu (polovica strechy) sa spontánne rozšírilo 8 druhov. Jeden z nich sa sem rozšíril z druhej polovice strechy. Tri druhy sa premiestnili na iný typ založenia v rámci tejto plochy, pričom na inom mieste zanikli. Trinásť druhov tu prežilo celé obdobie (1999-2014), z ktorých štyri druhy sa rozšírili na iné miesta v rámci danej plochy. Druhov, ktoré zanikli bolo 52.

Vyhodnotenie zmien na ploche bez použitia Agrobanu

Na plochu bez použitia Agrobanu sa spontánne rozšírilo 13 druhov. Niektoré z nich, konkrétne 2 druhy sa sem rozšírili z druhej polovice strechy. Druhov, ktoré na streche prežili celé obdobie bolo 14. Z toho 5 druhov sa rozšírilo aj na iné miesta v rámci tejto polovice strechy. Druhov, ktoré na tejto ploche neprežili bolo 54.

Najväčšie zmeny v skladbe rastlín

Najväčší úbytok druhov som zaznamenala na type BO (výsev bez použitia Agrobanu), na ktorom zaniklo 42 druhov, z tých, ktoré boli na experimentálnej strešnej formácii zaznamené

v roku 1999. Na tomto type prežilo celé obdobie 8 druhov a 6 druhov sa sem rozšírilo.

Najväčší výskyt nových druhov som zaznamenala na type BV (výsadba bez použitia Agrobanu), na ktorý sa rozšírilo 11 druhov. Na tomto type prežilo celé obdobie len 5 druhov a 18 druhov zaniklo.

Vyhodnotenie absolútneho úbytku druhov a výskytu nových

Celkovo na experimentálnej strešnej formácii neprežilo 76 druhov. Nachádzalo sa tu 12 druhov, ktoré sa na strechu rozšírili spontánne.

DISKUSIA

Prevažná väčšina druhov, ktoré na experimentálnej strešnej formácii zanikli pochádzali z výsevu. Druhov, ktoré sem boli vysiate a zanikli bolo 47. Na problematiku výsledky z výsevu bolo poukázané už pri vyhodnotení experimentu v roku 1999 (Feriancová 1999). Jednou z príčin mohla byť nespoľahlivosť klíčenia semien z banky *Index seminum*. Už pri výsevoch sa nejavili ako vitálne a nakoniec vymizli. Pravdepodobne boli slabo klíčivé a slabo ujetelné.

Pre účely experimentu boli vybraté druhy, o ktorých si mysleli, že dané podmienky vydržia. Keďže bol predpoklad, že na streche bude extrémne sucho, na polovicu experimentálnej strechy sa použila vrstva Agrobanu. Na polovici strechy s vrstvou Agrobanu neprežilo 25 druhov. Na oboch poloviciach súčasne zaniklo 21 druhov a 30 druhov neprežilo na polovici strechy bez použitia Agrobanu. Na základe výsledkov však nemôžeme jednoznačne povedať, že mal významný vplyv na výslednú druhovú skladbu.

Náletové rastlinstvo, ktoré sa na experimentálnej streche objavilo (12 druhov) spôsobilo vytlačenie uplatnených druhov (výsev, výsadba, prenos mačiny).

Z tých druhov, ktoré prežili, rozvinuli sa a majú estetické vlastnosti, ktoré nám vyhovujú považujem za perspektívne tieto: *Sedum album*, *Sedum acre*, *Sedum spurium*, *Sedum sexangulare*, *Trifolium campestre*, *Trifolium repens*, *Viola arvensis*, *Medicago lupulina*, *Geranium pusillum*, *Securigera varia*, *Linum austriacum*. Okrem druhu *Sedum spurium* ide o druhy domácej flóry (Dostál, Červenka 1991,1992). Ich vlastnosti, nároky na ekologické faktory sú uvedené v prácach Jurko (1990) a Zlatník et al. (1970).

V každom prípade na pretrvaní druhov, ktoré považujeme za nedostatočné sa podpísala absencia starostlivosti o vegetačnú strechu.

ZÁVER

Vegetačná záhrada je chúlolistivé spoločenstvo, ktoré potrebuje čo i len minimálnu starostlivosť, aby dosahovalo požadovaného estetického efektu. Dôkazom je tento experiment založený v roku 1997 s absentujúcou starostlivosťou po ďalších minimálne 12 rokov. Vymizlo tu 76 druhov z 95 druhov, ktoré boli v roku 1999 na streche zaznamenané. Zachovalo sa len 16 druhov, z ktorých niektoré sa rozširovali aj v rámci strechy, 12 druhov sa sem spontánne rozšírilo a 3 druhy na istej časti strechy vymizli a na inej sa objavili. Zánik takého množstva druhov môžeme pripísať zanedbanej starostlivosti, ale aj slabej ujetelnosti druhov z výsevu, pretože na plochách s výsevom zanikla prevažná väčšina druhov (47). Z rastlín, ktoré sa sem spontánne rozšírili len polovica je esteticky zaujímavých.

Na základe výskumu, ktorý tu bol vykonaný môžeme povedať, ktoré druhy sú dostatočne odolné, prežijú takéto extrémne podmienky a súčasne sú aj esteticky zaujímavé, z hľadiska ich pôsobenia v období kvitnutia. Tieto druhy sú potom uplatniteľné na extenzívnych vegetačných strechách v našich podmienkach. Medzi tieto druhy patria: *Sedum album*, *Sedum acre*, *Sedum hybridum* L., *Sedum spurium* M. Bieb., *Sedum sexangulare*, *Trifolium campestre*, *Trifolium repens*, *Viola arvensis*, *Medicago lupulina*, *Geranium pusillum*, *Securigera varia*, *Linum austriacum*. Tieto rastliny vydržia na extenzívnej streche aj bez

starostlivosti a preto sú pre potreby záhradnej architektúry perspektívne, aby sa však na takýchto strechách popri týchto druhoch nerozmohli druhy burinné, odporúčam aspoň minimálnu starostlivosť.

abstrakt

Témou práce sú zmeny rastlinných spoločenstiev na experimentálnej strešnej záhrade založenej v roku 1997 na plochej streche Technickej univerzity vo Zvolene. Experiment na ploche cca 80 m² pozostával zo šiestich variantov – z výsevu semien kvitnúcich bylín, výsadby predpestovaných rastlín, prenosu mačiny z ex situ, a to na plochu cca 40m² s Agrobantom (vododržná vrstva) a rovnako na 40 m² plochu bez Agrobantu. V roku 1999 bola vegetácia zaznamenaná pomocou fytoecologických zápisov. Po dobu ostatných 12 rokov absentovala starostlivosť o vegetáciu objektu. Po 15 rokoch sme zopakovali fytoecologické zápisy a porovnali druhové zloženie. Výsledky preukázali výrazné kvalitatívne a kvantitatívne zmeny. Syntézou fytoecologických zápisov sa podarilo rozlíšiť 12 spontánne rozšírených druhov (na začiatku experimentu sa nevyskytovali), 76 vyhynutých druhov (prítomných v r. 1999; z toho 47 na plochách s výsevom) a 16 pôvodných druhov, ktoré prežili celé obdobie. To svedčí o schopnosti niektorých druhov rastlín prispôbiť sa daným podmienkam a súčasne obstať v konkurencii iných druhov. Medzi nimi sú aj esteticky zaujímavé druhy rodov *Sedum*, *Trifolium*, a ďalej *Viola arvensis*, *Medicago lupulina*, *Geranium pusillum*, *Securigera varia* a *Linum austriacum*.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Extenzívna strešná záhrada, domáce kvitnúce byliny, výsadba – výsev – prenos mačiny, fytoecologický zápis

LITERATÚRA

- DOSTÁL, J., ČERVENKA, M. 1991: Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín 1. SPN, Bratislava, 775 s.
- DOSTÁL, J., ČERVENKA, M. 1992: Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín 2. SPN, Bratislava, 1567 s.
- FERIANCOVÁ, Ľ. 1999: Uplatnenie domácich druhov bylín na extenzívnych strešných formáciách. Doktorandská dizertačná práca, FEE TU Zvolen, 79 s.
- HENNEKENS, S.M., SCHAMINÉE, J.H.J. 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.* 12: 589–591.
- JURKO, A. 1990: Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. *Príroda*, Bratislava, 195 s.
- TICHÝ, L. 2002: JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13: 451–453.
- ZLATNÍK, A., KRIŽO, M., SVRČEK, M., MANICA, M. 1970: *Lesnícká botanika speciální*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 667 s.
- www1- <http://volnycas.zvolen.sk/prirodne-pomery.phtml?id3=37165>
- www2- <http://referaty.aktuality.sk/zvolen/referat-6582>

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc., Tereza Ujházyová, Tulipánová 7, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.:0904046267, e-mail: tereza@nosal.sk

prof.Ing., Ľubica Feriancová, PhD., Tulipánová 7, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.:+421 37 641 5426, e-mail: lubica.feriancova@uniag.sk

VHODNOSŤ SUBSTRÁTOVÝCH ZLOŽIEK PRE PESTOVANIE DRUHOV SEDUM NA EXTENZÍVNYCH STREŠNÝCH ZÁHRADÁCH

THE SUITABILITY OF INGREDIENTS SUBSTRATES FOR THE CULTIVATION OF SPECIES OF SEDUM ON EXTENSIVE ROOF GARDENS

Monika HOMPOROVÁ, (SR) – Ľubica FERIANCOVÁ, (SR)

ABSTRACT

In the experiment was used six kinds of substrates in two different roof systems representing 12 substrates (one was concocted). Evaluated was the plants: *Sedum album* 'Coral Carpet', *Sedum acre* 'Yellow Queen', *Sedum* 'Purpurteppich', where each species of plant has been in the measurement space (38x28x20 cm) after one piece. The aim of the paper is to experimentally evaluate the suitability of selected substrates for growing plants of the genus *Sedum* in extensive roof systems and point out the differences of commercial substrates in terms of composition (an important factor for growth and development for less demanding species extensive planting, for example *Sedum*). First, the growing season was rated the chemical composition of substrates, the flowering season of plants, weed infestation, plants drying out.

KEY WORDS

Green infrastructure, extensive planting, substrate, *Sedum*.

ÚVOD

Znečistenie životného prostredia sa zvyšuje rastom populácie a z ľudskej činnosti, čo súvisí aj so zmenou klimatických podmienok. Rozrastajúce sa mestá na úkor zelene zhoršujú kvalitu života obyvateľstva (hlučnosť, prašnosť, teplota), preto by prioritu malo zohrávať vytváranie esteticko-rekreačnej funkcie prvkami zelenej infraštruktúry [3], [4], napr. extenzívnym ozelenením striech. To si vyžaduje použiť vhodný substrát s požadovanými vlastnosťami s čo najnižšou hmotnosťou kvôli statickému zaťaženiu. Experimentálne možno hodnotiť vhodnosť substrátov pri daných klimatických podmienkach pomocou:

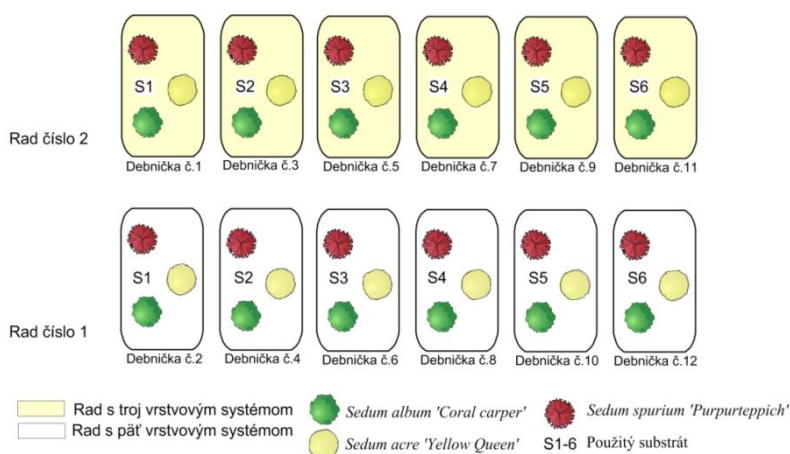
- dynamiky plošného rastu, obdobia kvitnutia, zaburinenosti, vysychania rastlín, chemického zloženia substrátov. Pri založení experimentu bolo potrebné určiť:
- lokalitu experimentálnych skúšok (aj kvôli pravidelnému monitorovaniu),
- veľkosť materiálu meracej nádoby (plastová debnička s bočným perforovaním 38x28x20 cm),
- skladbu strešného systémového riešenia (Bauder - obr. 1),
- dostupné extenzívne substráty (5 substrátov + jeden namiešaný – tabuľka 1),
- výber rastlín (*Sedum album* „Coral carper“, *Sedum acre* „Yellow Queen“, *Sedum spurium* „Purpurteppich“).



Obr. 1 Systémy Bauder pre extenzívne ozelenených striech v experimente [2]
a) DSE 20 (1-rastliny, 2-substrát, 3-filtračná textília, 4-Bauder DSE 20),
b) SDF (1- rastliny, 2- substrát, 3- Bauder SDF)

Tabuľka 1 Vlastnosti substrátov

Debnička	Sustrát (firma)	Zloženie substrátu	Organický podiel	Schopnosť akumulácie vody	Pôdna reakcia	Merná hmot. pri max. vodnej kapacite
1.,2.	S1	vulkanické tufy, 70 %, Minerálna drť 10 %	kôrový kompost 20%	cca 20 obj. %	7,7 33	cca 1 400 kg/m ³
3.,4.	S2	Láva 30 %, tehlová drť 60 %	rašelina 10%	cca 30 obj. %	8,0 14	cca 1 300 kg/m ³
5.,6.	S3	Keramzit 90%	kompost 10%	-	7,9 1	-
7.,8.	S4	Tehlová drť 70%, porolith 20%	rašelina 10%	cca 40 obj. %	7,9 89	cca 1 250 kg/m ³
9., 10.	S5	Láva 40 %, pemza 30 %, tehelná drť 20%,	kompost 10%	cca 25 obj. %	7,5 27	cca 1 150 kg/m ³
11., 12.	S6	Pemza 40%, láva 40%	kompost 20%	cca 40 obj. %	7,9 52	cca 1 250 kg/m ³



Obr. 2 Založenie experimentu

MATERIÁL A METÓDY

Pre zaručenie opakovateľnosti a verifikovania získaných a nameraných hodnôt bolo potrebné si vopred premyslieť časový priebeh sledovania zmien (čiastkové, celkové). Experiment bude iďalej prebiehať, preto boli použité nedeštruktívne metódy hodnotenia uvedených vlastností:

- chemické zloženie substrátov (v spolupráci s Katedrou pedológie a geológie SPU),
- obdobie kvitnutia,
- zaburinenosť,
- vysychanie rastlín (objavilo sa v priebehu experimentu).

Chemické zloženie substrátov - k pochopeniu zaznamenaných javov počas monitorovacieho obdobia bolo žiaduce poznanie chemického zloženia substrátov (vzorky odobraté v 03/2015).

Obdobie kvitnutia - pre zachytenie nástupu a konca kvitnutia jednotlivých druhov rastlín bolo potrebné sledovať a hodnotiť túto skutočnosť na experimentálnych plochách aspoň v jednom dni v týždni (súhrnne to predstavovalo 36 dní za 8 mesiacov). Takto bolo zaznamenaných pri kvitnutí celkovo 12 dní s nástupom a koncom kvitnutia – tabuľka 2.

Tabuľka 2 Hodnotiace dni pri kvitnutí

deň	dátum	deň	dátum	deň	dátum
1.	30.4.2014	5.	19.6.2014	9.	21.7.2014
2.	15.6.2014	6.	20.6.2014	10.	23.7.2014
3.	17.6.2014	7.	15.7.2014	11.	25.7.2014
4.	18.6.2014	8.	18.7.2014	12.	20.8.2014





Za začiatok kvitnutia sa považuje deň, kedy má rastlina vytvorené kvitnúce vrcholy, za koniec, ak sa daná fáza na pozorovaných jedincoch nevyskytuje resp. vrcholy sú odkvitnuté. **Zaburinenosť** - pri založení experimentu sa predpokladalo, že miestami sa môžu vyskytnúť i buriny v substrátoch, no vzhľadom na veľkosť sledovaných plôch sa určoval počet kusov burín na jednu plochu debničky, výšku burín (vzdialenosť od substrátu po najvyššiu časť rastliny – použitý pásmový meter), začiatok a koniec nástupu burín a druh burín (dostupnou literatúrou). Spozorovanie zaburinenosti v jednotlivých substrátoch uvádza tabuľka 3.

Tabuľka 3 Hodnotiace dni zaburiteľnosti

deň	dátum	deň	dátum	deň	dátum
1.	19.4.2014	3.	20.4.2014	5.	30.5.2014
2.	17.4.2014	4.	24.4.2014		

Vysychanie rastlín – vzhľadom na povahu a určenie rodu rastlín v experimente nebol predpoklad pre uvedené hodnotenie, no dva mesiace po vysadení bolo spozorované počiatkové uschýnanie. Kvôli prehľadnosti a určeniu jednotlivých stupňov vyschnutia sa musela vymyslieť potrebná klasifikačná stupnica hodnotenia – grafická metóda, kde jednotlivé stupne vyschnutia majú priradený vlastný farebný odtieň (tabuľka 4):

Tabuľka 4 Klasifikačná stupnica vyschnutia

Žiadne vyschnutie		Obnova vyschnutej rastliny	
Vyschnutie			
25 %	50 %	75 %	100 % (úplné)
			

Prvé spozorované uschýnanie rastlín bolo spozorované dňa 30.5.2014, následne bol určený interval monitorovania každých 30 dní pre prehľadnejšie zachytenie priebehu vyschnutia. V prvom vegetačnom období bolo 5 takýchto dní, pričom monitorovanie končilo pri trvalom stave vyschnutia alebo obnovy, kedy sa už nepredpokladali žiadne zmeny. Monitorovacie dni sú uvedené v tabuľke 5.

Tabuľka 5 Monitorovacie dni vyschýnania

deň	dátum	deň	dátum	deň	dátum
1.	25.5.2014	3.	25.7.2014	5.	25.9.2014
2.	25.6.2014	4.	25.8.2014		

VÝSLEDKY

Chemické zloženie substrátov – výsledky sú v tabuľke 6 a možno konštatovať, že substráty:

- S2, S3, S4 vykazujú vysoké hodnoty dusíka,
- S1, S4, S6 majú nízke percento humusu,
- všetky substráty majú mierne alkalickú až alkalickú pH v rozmedzí 7,52 – 8,62, čo môže to mať vplyv na dostupnosť stopových prvkov - bór, železo a ostatných živín pre rastliny (rastlinné živiny sú obvykle najviac k dispozícii v rozmedzí pH 5,5 a 7,0 [1]).

Tabuľka 6 Rozbor chemického zloženia mg/1000g

Substrát	N	P	K	Ph	humus%
1	620	115	550	7,733	0,43
2	550	77,5	500	7,812	1,11
3	550	180	750	8,397	1,72
4	1950	230	800	8,014	3,34
5	970	85	350	8,287	4,76
6	1070	72,5	350	7,91	4,2
7	900	175	950	8,629	1,72
8	1390	275	900	7,989	2,04
9	830	382,5	600	7,527	5,13
10	550	242,5	800	7,838	1,24
11	970	115	450	7,952	4,2
12	1110	107,5	500	7,937	3,95
Odporúčania FLL	<80	<22	<415	6,5 - 9,5	-

Obdobie kvitnutia - kvitnutie bolo spozorované pri rastline *Sedum album*, „Coral Carpet“ v substrátoch a v štrku s priemernou dobou kvitnutia 30 dní počnúc 06/2015, pri *Sedum acre* „Yellow Queen“ bolo kvitnutie zaznamenané len v štrku (viď. tabuľka 7).

Tabuľka 7 Tabuľka kvitnutia

Rastlina	3 vrstvový systém DSF				
	Debna	Substrát	Kvitnutie		
			Začiatok	Koniec	Poč. dní
<i>Sedum album</i> „Coral carper“	1	S1	-	-	-
	3	S2	-	-	-
	5	S3	-	-	-
	7	S4	-	-	-
	9	S5	-	-	-
	11	S6	18.06.14	21.07.14	34
	5 vrstvový systém DSE 20				
	2	S1	-	-	-
	4	S2	20.06.14	25.07.14	36
	6	S3	21.07.14	20.08.14	31
	8	S4	-	-	-

	10	S5	19.06.14	23.07.14	34
	12	S6	17.06.14	18.07.14	31
<i>Sedum album</i>		štrk	18.06.14	15.07.17	27
<i>Sedum acre</i>		štrk	30.04.14	15.06.14	46

Zaburinenosť - už v prvý mesiac po výsadbe rastlín sa ukázali zmeny na pozorovaných plochách v podobe zaburinenosti (týkalo sa len niektorých debničiek), ktoré zároveň v nasledujúcom mesiaci po spozorovaní samovoľne vyschli. Buriny v jednotlivých substrátoch boli identifikované ako *Metlička obyčajná* a *Láskavec ohnutý* (viď. tabuľka 8).

Tabuľka 8 Zaburiteľnosť jednotlivých substrátov

Metlička obyčajná					
Debna	Substrát	Poč. kusov	výška (cm)	začiatok	koniec
9	S5	5	8	19.04.2014	21.05.2014
10	S5	8	11	17.04.2014	06.06.2014
11	S6	4	8	20.04.2014	30.05.2014
12	S6	13	13	24.04.2014	04.06.2014
Láskavec ohnutý					
8	S4	1	5	30.05.2014	25.06.2014

Vysychanie rastlín – grafické vysychanie daných druhov rastlín zobrazujú tabuľky 9, 10, 11.

Tabuľka 9 Vysychanie *Sedum acre* „Yellow Queen“

Sedum acre „Yellow Queen“												
Dátum	Číslo debničky											
	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE
	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25.5.14												
25.6.14												
25.7.14												
25.8.14												
25.9.14												

Tabuľka 10 Vysychanie *Sedum album* „Coral carper“

Sedum album „Coral carper“												
Dátum	Číslo debničky											
	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE
	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25.5.14												
25.6.14												
25.7.14												

25.8.14												
25.9.14												

Tabuľka 11 Vysychanie *Sedum spurium* „Purpurteppich“

Sedum spurium „Purpurteppich“												
Dátum	Číslo debničky											
	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE	SDF	DSE
	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20.5.14												
25.6.14												
25.7.14												
25.8.14												
25.9.14												

DISKUSIA

Chemické zloženie substrátov – výsledky preukázali, že všetky substráty majú alkalické pH, čo môže byť spôsobené minerálnymi komponentmi v substrátoch, ďalej niektoré substráty majú vysoké množstvo dusíka čo mohlo byť spôsobené elektrickou vodivosťou. Z hľadiska kvantifikovania jednotlivých výsledkov je nutné podotknúť, že uvedený stav chemického zloženia sa vzťahuje na koniec 1. vegetačného obdobia. Na overenie presného chemického zloženia substrátov je potrebné stanoviť chemické zloženie ihneď pri zakladaní experimentu.

Obdobie kvitnutia – Rozdielne kvitnutie možno pripísať k rozdielnej reakcii rastlín na klimatické podmienky ako je prekročenie určitých teplotných hraníc, výška úhrnov zrážok, svetelné podmienky. Monitorovanie preukázalo že najväčšiu prispôsobivosť na tieto podmienky má v prvom roku založenia len *Sedum album* „Coral carper“, pričom možno predpokladať že tento jav je v spojitosti s dobrou adaptáciou rastliny na dané prostredie. Pozorovanie v ďalšom roku by malo určiť kvitnutie aj ostatných druhov rastlín.

Zaburinenosť - výskyt *Metličky obyčajnej* bol zaznamenaný v substrátoch S5, S6 v oboch systémových riešení (SDF, DSE), *Láskavec ohnutý* bol zaznamenaný substráte S4 pri použití DSE systému. Najväčší počet burín (13 ks) obsahoval substrát S6 s najvyššou výškou 13 cm. Z týchto faktov možno predpokladať že zaburinenie môže byť spôsobené zrnitostným zložením substrátov a podielom anorganickej a organickej zložky ako aj chemickým zložením substrátov.

Vysychanie rastlín – najväčší rozsah vyschnutia bol zaznamenaný pri *Sedum acre* „Yellow Queen“, kde 100% vyschnutie bolo pozorované v 8. debničkách s 5. druhmi substrátov (S1, S3, S4, S5, S6), pričom niektoré z uvedených substrátov neobstáli ani v jednom systéme a niektoré obstáli buď v systéme DSE 20 alebo DSF.

Pri *Sedum album* „Coral carper“ bolo zaznamenané mierne vyschnutie, kde len v debničke č. 1 nastalo úplné vyschnutie (substrát S1, systém SDF) a obnova vyschnutej rastliny bola pozorovaná v debničke č. 2 (substrát S1, systém DSE 20), 5, 6 (substrát S3, oba systémy).

Minimálny rozsah vyschnutia bol pozorovaný pri *Sedum spurium* „Purpurteppich“, kde úplné vyschnutie bolo rovnako ako v predchádzajúcom prípade v debničke č. 1, obnova nastala v prípade debničky č.5 (substrát S3, systém SDF). Z týchto faktov možno predpokladať intoleranciu určitých rastlín na chemické a fyzikálne zloženie substrátov.

ZÁVER

Na základe vyššie uvedených experimentálnych meraní možno konštatovať, jednak že chemické zloženie všetkých substrátov s vysokými hodnotami dusíka, draslíka a fosforu alebo nízkym percentuálnym podielom humusu (neplatí pre všetky substráty). Tento stav následne mohol spôsobiť aj nadmerné vysychanie rastliny *Sedum acre* „*Yellow Queen*“ v až 77 % substrátov a systémov použitých v experimente. Výsledky chemického zloženia môžu byť skreslené napr. kvôli jednej odobratej vzorke, čo z pohľadu štatistického určenia priemernej hodnoty je nepresné, ďalej by bolo potrebné zistiť počiatočný stav chemického zloženia a porovnať s koncovým stavom, kde by mali byť odoberané vzorky v aspoň 10 rôznych meraných miestach v celej hrúbke substrátu. Chemické zloženie mohlo následne ovplyvniť aj samovoľné vyschnutie burín v substrátoch. Obdobie a kvitnuci druh rastliny možno pripísať k rýchlej adaptácii rastlín na dané stanovište ako aj ku vhodným klimatickým podmienkam. Schopnosť akumulácie vody a merná hmotnosť pri maximálnej vodnej kapacite zatiaľ nebola stanovená a bude výsledkom ďalšieho skúmania rovnako ako zrnitosť zloženia každého substrátu.

ABSTRAKT

V experimente bolo použitých 6 druhov substrátov v 2 rôznych strešných systémoch čo predstavovalo 12 substrátov (jeden bol namiešaný). Hodnotené boli rastliny: *Sedum album* „*Coral carper*“, *Sedum acre* „*Yellow Queen*“, *Sedum spurium* „*Purpurteppich*“, kde z každého druhu rastlín bolo v meracom priestore (38x28x20 cm) po 1 kuse. Cieľom príspevku je experimentálne zhodnotiť vhodnosť vybraných substrátov pre pestovanie rastlín rodu *Sedum* v extenzívnom strešnom systéme a poukázať na rozdiely komerčných substrátov z hľadiska zloženia (dôležitý faktor pre rast a vývin aj pre menej náročné druhy extenzívnej zelene, napr. rozchodníky). Za 1. vegetačné obdobie sa hodnotilo chemické zloženie substrátov, obdobie kvitnutia rastlín, zaburinenosť, vysychanie rastlín.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Zelená infraštruktúra, extenzívna výsadba, substrát, *Sedum*.

LITERATÚRA

Times New Roman, 12 bodov, nadpis Bold, podľa normy STN ISO 690 <http://www.slpk.sk/dizertacie/uprava.htm>, zarovnanie do bloku.

[1] Friedrich, C.R. 2005: *Principles for selecting the proper components for a green roof growing media*. p. 262–273. In: Proc. of the 3rd North American Green Roof Conference: Greening Rooftops for Sustainable Communities, Washington DC., 2005. Toronto, Canada

[2] <http://www.bauder.cz/cz/vegetacni-strecha/systemova-reseni/extenzivni-ozelenovani-strech.html>

[3] http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm

[4] http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-404_sk.htm

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Monika Homporová, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU, Tulipánová 7, 949 76 Nitra, Slovenská Republika, tel.: -, e-mail: homporka@gmail.com

prof. Ing. Ľubica Feriancová, PhD., Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU, Tulipánová 7, 949 76 Nitra, Slovenská Republika, tel.: +421 37 641 5426, e-mail: lubica.feriancova@uniap.sk

DAŽĎOVÉ ZÁHRADY, ICH VÝZNAM A VYUŽITIE V SADOVNÍCKEJ TVORBE THE RAIN GARDENS, THEIR IMPORTANCE AND USE IN CREATION OF LANDSCAPE

Veronika VACULOVÁ, (SR) – Roberta ŠTĚPÁNKOVÁ, (SR)

ABSTRACT

This paper deals with the introduction of the principles of rain gardens in landscape planning as it is currently not common in Slovakia. The importance of the rain gardens in general can be seen as a part of sustainable design and ecological principles in changing natural conditions. The rain garden represents combination of ecology in the form of rainwater management and flower planting with aesthetic impact, which is strong landscaping element. The plants used in rain gardens help to keep the water by the root system and, after that, to transpire it. Another importance of this kind of arrangement is its simplicity and positive impact on creation of new bio-retentive ecosystem which is able to safely collect, absorb, filtrate and carry off the rain water from paved areas. Many foreign countries have understood their importance and have implemented them within new projects of public and private areas. Study also describes the theoretical planting proposal of rain garden in the urban settlement Diely IV in Nitra as a result of study of this issue.

KEY WORDS

Rain garden, sustainable design, water management, public space

ÚVOD

Využitie dažďových záhrad v praxi sadovníckej tvorby je jasnou premenou myslenia architekta a urbanistu a ich orientácie na udržateľnú tvorbu. V období dažďov dochádza totiž na miestach s vysokým podielom spevnených plôch či na územiach s početným zastavaním, a teda vysokým podielom strešných plôch, k nadmernému odtoku vody prostredníctvom kanalizácie. Táto voda je následne odvádzaná potrubiami do vodných tokov, čím môže dôjsť k znečisťovaniu prirodzených tokov i záplavovým stavom. Prirodzené nasmerovanie vody do dažďových záhrad či ich cielený prívod prostredníctvom strešných zvodov umožní odľahčenie kanalizácie, ušetrí financie, ozvláštni prostredie a vytvorí priestor pre nový ekosystém. Výsadba rastlín (trvaliek, tráv, krov či menších stromov) umožní prostredníctvom koreňového systému zber a následnú transpiráciu vody, čím jednoduchým a ekologicko-šetrným spôsobom odvádzajú prebytočnú dažďovú vodu zo spevnených plôch.

Dokonalým príkladom budovania dažďových záhrad je mesto Seattle (štát Washington, USA), ktoré vytvorilo niekoľko programov zameraných na manažment dažďových vôd. Jedným z nich je „RainWise Program“, ktorý sa zameriava na uvedomelé hospodárenie so zbytkovou vodou, na pomoc pri výsadbe a riešenia pre konkrétne stavby, a pod. „12 000 Rain Gardens“ je kampaň vedená Washington State University a Stewardship Partners a jej cieľom je realizácia 12 tisíc dažďových záhrad v meste Seattle do roku 2016. Súčasťou projektu je poradenstvo, šírenie osvedčenej praxe, workshopy, dobrovoľnícka činnosť a pomoc, organizácia eventov

či on-line mapa umožňujúca značenie a sledovanie napredovania vznikajúcich záhrad. [9], [10]

MATERIÁL A METÓDY

Podklady pre vypracovanie projektu

- projektové podklady riešeného územia v digitálnej podobe v systéme SJTSK z Mestského úradu v Nitre, Útvar hlavného architekta, od Ing. Štefan Lančarič, PhD.
- Atlas krajiny SR [online]. Dostupné na: <<http://globus.sazp.sk/atlassr/>>
- priemerné množstvo úhrnu zrážok na území Nitry v priebehu 30 rokov, poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeseniova 17, Bratislava, odbor Klim. služba pôdne mapy, [online]. Dostupné na: <<https://podnemapy.sk/>> [2]

Zákonitosti tvorby dažďových záhrad

Dažďové záhrady predstavujú kombináciu prírodného vsakovacieho prvku s estetickým pôsobením kvetinovej záhonovej výsadby. V skutočnosti sa jedná o terénnu depresiu, ktorá je vysadená hlboko koreniacimi rastlinami a trávami, prostredníctvom ktorých v období dažďov umožňuje zadržiavanie a následnú transpiráciu dažďovej vody. Predstavuje bioretenčný ekosystém, ktorý zberá, absorbuje, filtruje a bezpečne odvádza dažďovú vodu zo spevnených plôch. (Díaz Iglesias, 2013)

Tieto bioklimatické záhrady predstavujú v porovnaní s trávnikom z hľadiska efektivity až o 30 - 40 % vyššiu účinnosť v absorpcii vody. Pritekajúcu vodu záhrada vďaka rastlinnej výsadbe čistí (eliminuje 94 % sedimentov, 43 % fosforu, 70 % dusíka), obohacuje podzemné vody, je zdrojom potravy a domovom pre drobné organizmy, zvyšuje estetiku prostredia a zlepšuje jeho mikroklimu. Voda sa v depresii akumuluje maximálne 24 - 48 hodín, čiže nie je priestorom pre vývoj hmyzu. Dažďové záhrady sú suma - sumárom technologicky jednoduché, finančne nenáročné, udržateľné a estetické. [1]

Umiestňujeme ich ďaleko od kanalizácie, stromov a ich koreňov. Optimálna je najnižšia časť svahovitého pozemku na slnečnom mieste. [1] Na správne fungovanie záhrady má vplyv aj druh a následná priepustnosť pôdy. Odporúčaná pôdna kombinácia predstavuje 50 – 60 % piesku, 30 – 40 % ílovitej ornice, organická hmota 5 – 10 %. (Díaz Iglesias, 2013)

Veľkosť a tvar sú veľmi rôznorodé. Plocha priamo súvisí s jej hĺbkou a strmosťou svahov. Hĺbka záhrady sa pre správny výpar pohybuje v rozpätí 15-30 cm. Odporúčaný sklon svahov je 12%. Pomer dĺžky a šírky záhrady je 2:1. Plošne by nemala mať výsadbová plocha viac ako 30m², vtedy záhradu delíme na viacero menších plôšok. [1]

Prívod vody môže byť prostredníctvom priameho zvodu zo strechy alebo cez vyspádanú ryhu. Druhým variantom je podzemný prívod cez rúry, ktorej vyústenie spevníme geotextíliou a zaťažíme kamením. Pre prípad extrémnych dažďov sa zriaďuje aj odtok z dažďovej záhrady, ten ústi do potoka, rigolu a pod., ten umiestňuje nad hladinu maximálnej hladiny a v čase nadmerného nasýtenia sa počíta s rozliatím vody aj nad plánovanú plochu vodnej záhrady. [1]

Výber sortimentu vychádza z lokálnych stanovištných podmienok. Vyberáme rastliny, ktoré znášajú krátkodobé zaplavenie či obdobia sucha. Výsadbovú plochu členíme na zóny – v centrálnej časti v najhlbšej depresii lokalizujeme rastliny, ktoré znášajú prebytok vody, smerom von sadíme rastliny, ktoré znášajú krátkodobé zaplavenie a na okraj umiestňujeme rastliny, ktoré preferujú suchšie pôdy. (Díaz Iglesias, 2013)

Údržba je jednoduchá, intenzívnu prácu vyžaduje najmä počas prvých 2 rokov: odburiňovanie, vizuálna kontrola všetkých častí. V období sucha je počas prvých týždňov nevyhnutná pravidelná zálievka, aby sa docielilo zakorenenie rastlín. Nevyhnutná je kontrola mulču a jeho dopĺňanie na jar a jeseň. Na jar je dôležité vyčistenie výsadby, odstránenie odumretého materiálu, podporí sa tak rast rastlín v ďalšom vegetačnom období. Záhradu

nikdy nehnojíme ani nepoužívame postreky! Kontrola prívodu a odtoku vody z hľadiska zanesenia sedimentmi, prípadne biologickým odpadom je tiež nevyhnutná. [11]

Sortiment rastlín pre dažďové záhrady – stredoeurópske podmienky:

STROMY A KRY: *Aesculus parviflora*, *Amelanchier sp.*, *Aronia melancarpa*, *A. arbutifolia*, *Acer rubrum*, *Betula nigra*, *B. populifolia*, *Cornus racemosa*, *Hamamelis virginiana*, *Juniperus virginiana*, *Liquidambar styraciflua*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Potentilla fruticosa*, *Quercus rubra*, *Salix sp.*, *Sambucus sp.*, *Thuja occidentalis*, *Viburnum opulus*

TRÁVY: *Carex sp.*, *Deschampsia cespitosa*, *Miscanthus sp.*, *Panicum virgatum*

TRVALKY: *Aster dumosus*, *A. ericoides*, *A. novae-angliae*, *Eupatorium maculatum*, *Helenium autumnale*, *Helianthus salicifolius*, *Heliopsis heliantoides*, *Hemerocalis sp.*, *Chrysanthemum serotinum*, *Iris pseudacorus*, *I. spuria*, *Juncus effinus*, *J. ensifolius*, *Liatris spicata*, *Myosotis palustris*, *Physostegia virginiana*

Za vyslovene nevhodné sa považuje výskyt [11]:

trávny porast, Rubus armeniacus, Taraxacum officinale, Calystegia sepium, Ranunculus repens

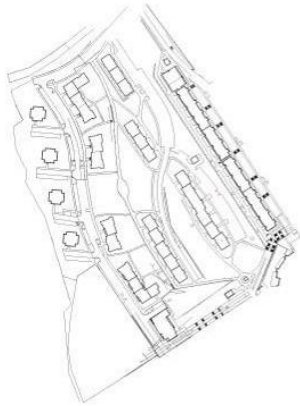
Realita využívania dažďových záhrad a celkového manažmentu dažďových vôd v tvorbe v zahraničí

Zahraničie, okrem spomínaného Seattlu, má v uvedení si významu dažďových záhrad a ich benefitov ďaleko navrch. Pre ilustráciu uvádzame prehľad zaujímavých realizovaných projektov v cudzine:

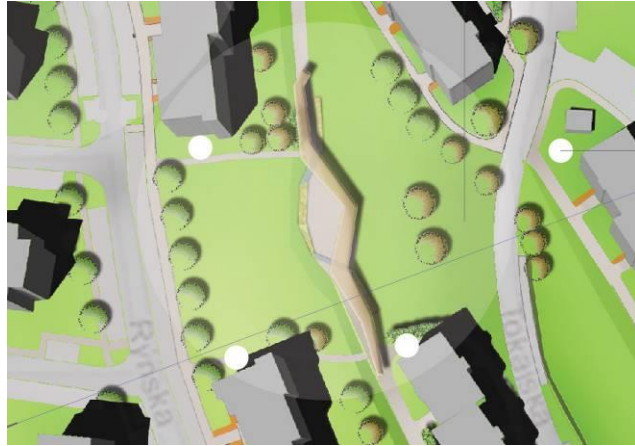
- **Edinburgh Gardens Rain garden** (2010-2012, autor: GHD Pty Ltd.) – park bol vybudovaný ako potreba vyriešenia hospodárenia s nedostatkovou pitnou vodou za posledné roky. [3]
- **EVA-Lanxmeer, Culemborg, Holandsko** (1999 – súčasnosť, autor: J. Eble, opMAAT /Arcadis/Hyco Verhaagen) – predstavuje úpravu obytnej časti s približne 250 domami. V štvrti možno nájsť infiltračné jazierka, zbernice dažďovej vody, vodné kanále popod parkoviská z priepustných materiálov pre lepšie vsakovanie vody a pod. [4]
- **Dažďové záhrady v historickom centre v Barranquilla, Kolumbia** (autor: OPUS) cieľom bolo zlepšenie podmienok na jednotlivých piatich námestiach historického centra. Revitalizácia splňa princípy udržateľného manažmentu pre odtok dažďových vôd, zavegetovanie územia a zveľaďovanie ich stavu ako súčasť historickej pamiatky [5]
- **Obytná štvrť Expo, Seattle, WA** (autor: Berger Partnership) - dažďové záhrady, lemujúce vstupy do obytných domov, sú súčasťou udržateľného dizajnu [6]
- **Dažďové záhrady v Norpoint Park, Tacoma, USA** [7]

VÝSLEDKY

Naštudovaná problematika bola aplikovaná na konkrétnom prípade – návrhu dažďovej záhrady na sídlisku Diely IV, Nitra. Revitalizácia sídliska a nová koncepcia priestoru počíta s manažmentom dažďových vôd, snažiac sa tak pristupovať k tvorbe z hľadiska trvalo udržateľného plánovania. Jeho súčasťou je aj prvok dažďovej záhrady situovanej v centrálnej časti riešenej plochy, v odychovej zóne ako protipól k promenádnej pergole.



Obrázok 1 Umiestnenie DZ v rámci sídliska



Obrázok 2 Dažďová záhrada - súčasť novej koncepcie

Dažďová záhrada predstavuje úzky pás terénnej depresie vedúcej popri chodníku v pasážnej časti. Samotná výsadba sa pre jej rozlohu i pre funkčnosť priestoru člení na tri samostatné záhrady, ktorých plochy zaberajú spoločne 100 m^2 (DZ 1 – 30 m^2 , DZ2 – 30 m^2 a DZ 3 – 40 m^2 – rozčlenená na dve menšie DZ). Spĺňajú teda jednu z podmienok – plošný rozmer jeden dažďovej výsadby by nemal presahovať 30 m^2 .

Vnútorne členenie výsadby predstavuje tri zóny, do ktorých sa umiestňujú skupiny rastlín znášajúce kolísanie pôdnej vlahy (okraj – rastliny znášajúce dlhodobjšie suchu, stred – rastliny tolerujúce miestne premokrenie, vnútro záhona – rastliny znášajúce dlhodobjšie vlhké pôdy).



Obrázok 3 Osadzovací plán dažďovej záhrady - členenie zón a použitie zmesí

Umiestnenie dažďovej záhrady pod terénnu modeláciu umožní prirodzený vstup vody v období dažďa, taktiež k lepšej absorpcii prispieva aj tvar záhrady – dlhšou stranou je orientovaná na terénny spád. Možné je aj prípadné napojenie tejto výsadby na strešný zvod pomocou podzemných potrubí.

Tabuľka 1 Navrhovaný sortiment použitý vo výsadbe

	ZMES 1 názov	Výška (cm)	farba	kvitnutie	DZ1 ks	DZ2 ks	DZ3 ks	spolu ks
	<i>Helenium autumnale</i>	120		VIII-IX	21	25	37	85
	<i>Liatris spicata</i> 'Kobold'	50		VII-VIII	51	55	61	167
	<i>Iris spuria</i>	80		VI-IX	31	35	41	109
	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Morning Light'	150		IX-X	3	3	9	15
	ZMES 2 - názov	výška (cm)	farba	kvitnutie	DZ1 ks	DZ2 ks	DZ3 ks	spolu ks
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	100		VI-VIII	7	9	9	27
	<i>Eupatorium maculatum</i> 'Gateway'	150		VI-IX	9	11	13	33
	<i>Heliopsis heliantoides</i>	100		VI-VIII	13	11	15	41
	<i>Physostegia virginiana</i> 'Alba'	100		VII-IX	15	11	15	41
	<i>Aster dumosus</i> 'Augenweide'	40		IX-XI	21	15	17	65
0	<i>Aster novae-angliae</i> 'Herbstschnee'	120		VIII-X	9	9	12	30
	ZMES 3 - názov	výška (cm)	farba	kvitnutie	DZ1 ks	DZ2 ks	DZ3 ks	spolu ks
1	<i>Juncus effinus</i>	30		VII-VIII	9	5	9	23
2	<i>Juncus ensifolius</i>	30		VII-VIII	5	5	9	19
3	<i>Iris pseudacorus</i>	150		VI-IX	13	9	27	51
<i>spolu počet ks/záhrada</i>					207	203	274	683



Obrázok 4 Vizualizácia časti dažďovej záhrady

Sortiment použitý vo výsadbe by mal predstavovať druhy odolné voči vlhkostným zmenám, mal by pochádzať z domácich rastlín, nakoľko tieto druhy majú lepšie prispôsobené orgány, hlavne koreňový systém. Jednotlivé druhy vysádzame podľa príslušných zón (každá zóna = jedna zmes rastlín). Rastliny v zmesiach vysádzame ľubovoľne na plochu, pričom dodržiavame pravidlo, že vysoké rastliny by mali byť vzdialenejšie od pozorovateľa, aby nezakrývali nižšie druhy.

DISKUSIA

Po preštudovaní dostupných informácií možno zhodnotiť, že tvorba exteriérov so zameraním na trvalo udržateľný dizajn v našich podmienkach ešte stále zaostáva za tou zahraničnou. Zistená realizácia dažďových záhrad na Slovensku predstavuje 4 vyššie spomenuté návrhy. Ich stav či ich hodnotenie však nebolo predmetom tohto príspevku. Cieľom bolo poskytnúť prehľad a možnosti jedného z nových trendov sadovníckych úprav a pozdvihnúť tak túto problematiku do povedomia verejnosti - samotným projektom návrhu dažďovej záhrady na sídlisku Diely IV, v meste Nitra. Pravdou totiž zostáva, že výsadbám dažďových záhrad nebola venovaná patričná pozornosť a ich kvality spočívajúce v paradoxnej jednoduchosti na realizáciu či následnú údržbu sú len ďalším bodom na stupnici hovoriacej o aplikácii tohto prvku do sadovnícko-architektonickej či urbanistickej tvorby.

ZÁVER

Pochopenie nevyhnutnosti aplikácie ekologických prístupov v návrhoch novovznikajúcich konceptov či revitalizačných opatrení je krokom k zabezpečeniu fungovania sadovníckych úprav niekoľko rokov bez dopadu na životné prostredie, zvýšenie finančných nákladov na prípadné opravy a sociologickým dopadom na nové generácie. Dažďové záhrady predstavujú jednoduché riešenie, ľahko zakomponovateľné do návrhov, ktoré svojim ekologickým dopadom dopomôžu k rovnováhe krajiny. Výhodou a samotnou funkciou je teda ekologický prístup a dopad na hospodárenie s dažďovou vodou a jej bezpečné odvedenie z krajiny, vytvorenie nového biocentra v urbánnom priestore, zmena mikroklimy a estetické pôsobenie rastlín počas obdobia ich kvitnutia.

ABSTRAKT

Predkladaná práca sa zaoberá predstavením princípov dažďových záhrad v sadovníckej tvorbe, nakoľko tieto nie sú v podmienkach Slovenska v súčasnosti bežnou praxou. Dažďové záhrady sú ako prvok trvalo udržateľného dizajnu a ekologického princípu k meniacim sa

podmienkam krajiny nepochybne významné. Spojenie ekológie v podobe manažmentu dažďových vôd a kvetinovej výsadby s estetickým pôsobením sú silným krajínovotvorným momentom. Dažďová záhrada je v skutočnosti terénna depresia vysadená hlboko koreniacimi rastlinami a trávami, prostredníctvom ktorých v období dažďov umožňuje zadržiavanie a následnú transpiráciu dažďovej vody. Predstavuje bioretenčný ekosystém, ktorý zberá, absorbuje, filtruje a bezpečne odvádza dažďovú vodu zo spevnených plôch. Mnoho krajín pochopilo ich význam a implementuje ich v rámci novovznikajúcich projektov úprav verejných i súkromných plôch. Práca taktiež popisuje teoretický návrh výsadby dažďovej záhrady na sídlisku Diely IV v Nitre, ako výsledok štúdia prejednávanej problematiky.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Dažďová záhrada, trvalo udržateľný dizajn, manažment dažďových vôd, verejný priestor

LITERATÚRA A ZDROJE - LITERATURE PREVIEW AND SOURCES

• DÍAZ IGLESIAS, María Isabel. 2013. *Jardines de lluvia*. [online]. Dostupné na: <http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/images/documentacion_tecnica/xornadas_tecnicas/raingardens2013/RAIN%20GARDENS_1.pdf> [cit. dňa 31. 1. 2015]

[1] *All about rain gardens*. [online]. [cit. dňa 5. 2. 2015] Dostupné na: <<http://www.raingardennetwork.com/about.htm>>

[2] *Pôdne mapy*. [online]. [cit. dňa 15. 2. 2015]. Dostupné na: <<https://podnemapy.sk/>>

[3] *Edinburgh Gardens Rain Garden*. [online]. [cit. dňa 10. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://landezine.com/index.php/2012/10/edinburgh-gardens-raingarden-by-ghd-pty-ltd/>>

[4] *EVA-Lanxmeer, Culemborg, The Netherlands*. [online]. [cit. dňa 10. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://www.urbangreenbluegrids.com/projects/eva-lanxmeer-results/>>

[5] *Dažďové záhrady v historickom centre v Barranquilla*, [online]. [cit. dňa 10. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://www.opusestudio.com/index.php/es/proyectos/renovacion-centro-historico-barranquilla/>>

[6] *Obytná štvrť Expo, Seattle, WA*. [online]. [cit. dňa 10. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://vireods.com/multi-family/>>

[7] *Dažďové záhrady v Norpoint Park, Tacoma, USA*. [online]. [cit. dňa 10. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://www.metroparkstacoma.org/norpoint-park/>>

[9] *12 000 rain gardens in Puget Sound*. [online]. [cit. dňa 11. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://www.12000raingardens.org/>>

[10] RainWise Program. [online]. [cit. dňa 11. 4. 2015]. Dostupné na: <<http://www.seattle.gov/util/MyServices/DrainageSewer/Projects/GreenStormwaterInfrastructure/RainWise/index.htm>>

[11] *JARDÍN DE LLUVIA. GUÍA PARA PRINCIPIANTES*. [online]. [cit. dňa 11. 4. 2015]. Dostupné na: <http://www.12000raingardens.org/wp-content/uploads/2013/03/RM_RAIN_QS_SPANISH_091913.pdf>

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Veronika Vaculová, Murániho 14, Nitra 949 11, tel.: 0902 284 945, e-mail: vaculova.ve@gmail.com

doc. Ing. arch. Roberta Štěpánková, PhD., Katedra krajiny a záhradnej architektúry FZKI – SPU Nitra, tel.: 00421 37 641 5019, 00421 641 5429, e-mail: roberta.stepankova@uniag.sk

HODNOTENIE VÝSADIEB TRVALIEK V URBANIZOVANOM PROSTREDÍ EVALUATION OF PERENNIAL FLOWERBEDS IN THE URBAN ENVIRONMENT

Katarína CHOVANCOVÁ, (SR) – Viera ŠAJBIDOROVÁ, (SR)

ABSTRACT

Extensive planting of perennials in the urbanised environment is ever greatly utilised. The benefits are mainly low cost of planting and maintenance and interesting aesthetic impression over the whole vegetative period. The aim of the thesis, based on the phytocenological and aesthetic evaluation of the chosen perennials planted in the traffic circuits of Nitra, is to evaluate the choice of the used plant mixtures from the perspective of its aesthetic impression of the relevant area, with the aim to outline possible improvements in the mixtures planted; and to evaluate the maintenance of the planting. The phytocenological and aesthetic evaluation of the perennials planting was undertaken from March to October 2014 on fortnightly basis. From the gathered observation, it is concluded, that the overall aesthetic impression of the plantings was highest in May. The most significant aesthetic impression of the plants was encountered at the roundabout of Holleho street. From the evaluation during the observation period, it was concluded that the most negative was the end of the summer period, when the planting had limited aesthetic impression, which it is proposed to be improved by additional planting of ornamental grasses, which are attractive due to decorative elongated grape and overall habitus in the late summer and through autumn. An insufficient maintenance of the plantings was encountered.

KEY WORDS

Extensive planting, perennials, urbanized environment, Nitra, perennial mixtures

ÚVOD

Trend uplatnenia naturalizovaných bylinných uprav úzko súvisí so stagnáciou a poklesom financovania verejnej zelene, čo na druhej strane vyvoláva potrebu hľadania lacnejších efektívnejších a vhodnejších spôsobov na dosiahnutie sezónne premenlivých, opticky a biologicky rôznorodých výsadiel – naturalizovaných bylinných výsadiel, uvádzaných pod rôznymi názvami: „Spoločenstvá prírode blízkeho charakteru“ alebo „Extenzívne bylinné úpravy“ alebo „Štylizácie prírodných spoločenstiev“ (Kučková, 2003).

Uvedené výsadby sú pestovateľsky selektované a následne využívané podľa konkrétnych stanovištných podmienok na rozdiel od tradičného záhradníckeho prístupu, kedy dochádza k úprave stanovištných podmienok tak, aby na ňom prosperovali rôzne typy rastlín. Ekologický prístup selekcie skupiny rastlín do konkrétnych stanovištných podmienok umožňuje menej intenzívne formy manažmentu výsadby s odpovedajúcou redukciou nákladov na údržbu (Kučková, 2003).

Základné výhody a charakteristické znaky extenzívnych bylinných uprav sú:

- Zjednodušené plánovanie a investície tzn. plánovanie je jednoduchšie, detailné, plán výsadby nie je nutný. Nutné je len udať množstvo zastúpených druhov a špecifikovať ich.

- Nepatrné náklady na údržbu – extenzívne bylinné úpravy potrebujú z celkového hľadiska menej požiadaviek na údržbu, ale potrebujú pre optimálny dynamický rozvoj vyškolený a motivujúci personál.

- Pôsobivá estetika a vyššia životná hodnota: s trvalkovými zmesami sú spojené efektívne vlastnosti, sú to mnohotvárne a dynamické trvalkové výsadby, realizujú sa predovšetkým pre aspekty, ktoré sa neustále menia. Vo všetkých ročných obdobiach sa vyskytujú farebné harmonické kompozície.

- Vysoká dynamika a trvácnosť: trvácnosť a účinok výsadby ako celkový obraz sú dôležitejšie než prežitie a vplyv jednotlivých rastlín. Krátkoveké druhy dominujú v prvých rokoch a neskôr ich nahradia vytrvalé trvalky (dlhodobá dynamika), (Schmidt, 2011).

Extenzívne bylinné úpravy môžu byť realizované rovnako na menších plochách do 10m² a tiež na väčších plochách od 500 – 1000m², ak sa má dosiahnuť prírodný efekt. V závislosti od druhového zloženia vyzerá zmiešaná výsadba skôr ako lúka (pri relatívne jednotných výškach) alebo ukazuje jasný reliéf (výškové stupňovanie). Najmä pre malé plochy sú vhodné zmesi s rôznymi výškami. Lúčne zmiešané výsadby sa viac využívajú pre väčšie plochy (Schmidt, 2011).

Svoje uplatnenie nachádzajú prednostne v mestskom prostredí, na kruhových objazdoch, pozdĺž ciest, či na sídliskách. Ide často o plochy intenzívne osltené, suché, s chudobnými pôdami. Nenáročný sortiment bylín dokáže na takýchto miestach zdarne prosperovať.

Najznámejší autori, ktorí sa zaoberajú extenzívnymi výsadbami sú Cassian Schmidt, Nigel Dunnet, Noel Kingsbury, Tom Stuart-Smith (Holosová, 2012). Extenzívne bylinné úpravy sú zakladané výsadbou alebo výsevom trvalkových zmesí, ktoré sú špecifikované na konkrétne stanovištné podmienky. Najznámejšie trvalkové zmesi sú napr. Silbersommer, Prairie Summer, Hill prairie mix, Indian Summer, Tanz der Gräser, Purple prairie (www.dendrologickazahrada.cz, cit.2015-02-04).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom práce je zhodnotenie použitého sortimentu bylín v extenzívnych výsadbách na troch okružných križovatkách v meste Nitra (Mostná ulica v smere na Zobor, Hollého ulica pri hoteli Mikado a Dolnočermánska ulica pri Dome Matice slovenskej). Sledovanie termínov pučania, kvitnutia, dokvitania bylín (fytocenologické hodnotenie) s cieľom zhodnotiť farebné usporiadanie výsadiel, rozmanitosť štruktúr a textúr rastlín vo výsadbách, premenlivosť výsadby počas vegetačného obdobia (vizuálne hodnotenie). Návrh na prípadné dosadby a náhrady v sortimente bylín a zhodnotenie údržby výsadiel.

Fytcenologické hodnotenie vybraných výsadiel

Pri fytcenologickom hodnotení výsadiel sme použili metodiku hodnotenia (www.moodle.uniag.sk, Hillová cit.2015- 09-04). Počas vegetačného obdobia od konca marca do polovice októbra 2014 boli na vybraných výsadbách sledované obdobia kvitnutia rastlín v dvojtýždňových intervaloch. Bola vykonaná fotodokumentácia výsadiel.

Zaznamenávali sme nasledovné štádia kvitnutia: Z (začiatok kvitnutia, t.j. cca 10 – 15% kvetov sú kvetia je rozkvitnutých), P (plné kvitnutie), D (dokvitanie, t.j. sú pozorované prvé príznaky odkvitania).

Vizuálne hodnotenie vybraných výsadiel

Pri vizuálnom hodnotení výsadiel sme použili metodiku hodnotenia (www.moodle.uniag.sk, Hillová cit.2015- 09-04), kde pri jednotlivých sledovaných aspektoch bylinného spoločenstva priradíme bodové hodnotenie 1 bod -7 bodov.

- 1) farebné usporiadanie spoločenstva, zamerané na harmóniu (farebný kontrast, farebnú stupňovitosť, farebnú monotónnosť) farebnej kompozície, plošné usporiadanie a vyváženie farieb v spoločenstve

7 - farebné pôsobenie je výrazné, harmonické, zastúpené na celej ploche záhona

5 - farebné pôsobenie nie je výrazné, ale harmonické, zastúpené na celej ploche záhona

3 - farebné pôsobenie nie je výrazné, ale harmonické, opakovanie farebných plôch v záhone je nedostatočné

3 - farebné pôsobenie je výrazné, harmonické, ale opakovanie farebných plôch v záhone je nedostatočné

3 - farebné pôsobenie je výrazné, ale nie je harmonické, zastúpené na celej ploche záhona

1 - farebné pôsobenie nie je výrazné, ani nie je harmonické, a opakovanie farebných plôch v záhone je nedostatočné

2) diverzita spoločenstva, zameraná na harmóniu proporčného usporiadania rastlín v spoločenstve, t.j. hodnotí zoskupenie viacerých výškových úrovní v ich optimálnom množstve a rozložení na ploche

5 - kostrové, dominantné plochy sú usporiadané harmonicky na celej ploche záhona, pôsobia zjednocujúco, a sú vyvážené väčším plošným zastúpením skupinových a výplňových rastlín

1 - kostrové, dominantné plochy sú usporiadané na celej ploche záhona, ale nie sú vyvážené väčším plošným zastúpením skupinových a výplňových rastlín – t.j. nepôsobia v spoločenstve harmonicky, ale ťažko

1 - kostrové, dominantné plochy nie sú usporiadané harmonicky na celej ploche záhona, plochu rozbíjajú, ale aj napriek tomu sú vyvážené väčším plošným zastúpením skupinových a výplňových rastlín

3) štruktúrna a textúrna rozmanitosť spoločenstva, zameraná na harmóniu typového usporiadania rastlín v spoločenstve, t.j. hodnotí zoskupenie viacerých textúrnych a štruktúrnych kvalít rastlín v ich optimálnom množstve a rozložení na ploche

5 - ťažké vlastnosti rastlín (veľké lesklé listy, kvety a súkvetia, ako aj ťažké husté zoskupenia kvetov) sú usporiadané harmonicky na celej ploche záhona, pôsobia zjednocujúco, a sú vyvážené väčším plošným zastúpením ľahkých vlastností (drobných, jemných, voľne usporiadaných listov a súkvetí)

1 - ťažké vlastnosti rastlín sú usporiadané harmonicky na celej ploche záhona, ale nie sú vyvážené väčším plošným zastúpením ľahkých vlastností - t.j. nepôsobia harmonicky, ale spoločenstvo zatŕažujú

1 - ťažké vlastnosti rastlín nie sú usporiadané harmonicky na celej ploche záhona, plochu rozbíjajú, ale aj napriek tomu sú vyvážené väčším plošným zastúpením ľahkých vlastností

4) celková estetika spoločenstva

7 - veľmi dobrá, celkovo záhon pôsobí atraktívne

5 - dobrá

3 - postačujúca

1 - nedostačujúca

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tabuľky fytoecnologického hodnotenia prezentujú priebeh kvitnutia použitého sortimentu bylín v jednotlivých výsadbách a sezónnu dynamiku spoločenstva, ako hlavného znaku extenzívnych bylinných spoločenstiev.

Tabuľky fytoocenologického hodnotenia

Mesiac/ Druh	Marec		Apríl		Máj		Jún		Júl		August		September		Október	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Narcissus sp.</i>		Z	P	D												
<i>Narcissus sp.</i>	Z	P	D													
<i>Muscari armeniacum</i>	Z	P	P	D												
<i>Tulipa sp.</i>			Z	P	D											
<i>Euphorbia polychroma</i>			Z	P	D											
<i>Kniphofia linearifolia</i>			Z	P	P	P	D									
<i>Nepeta x faassenii</i>				Z	P	P	D			Z	P	P	D	D		
<i>Verbascum macrurum</i>					Z	P	D									
<i>Eremurus stenophyllus</i>					Z	P	P	D								
<i>Allium giganteum</i>				Z	P	D										
<i>Achillea filipendulina</i>					Z	P	P	P	P	P	D					
<i>Salvia nemorosa</i>					Z	P	D									
<i>Anthemis punctata</i>						Z	P	D								
<i>Hemerocallis „Campfiere Embers“</i>						Z	P	P	D							
<i>Calamitha nepeta</i>								Z	P	P	P	P	D			
<i>Echinacea purpurea „White Swan“</i>									Z	P	P	P	D			
<i>Sedum spectabile</i>									Z	P	P	P	D			
<i>Coreopsis verticilata</i>										Z	P	P	D			
<i>Solidago canadensis</i>										Z	P	P	P	D		
<i>Tanacetum parthenium</i>											Z	P	D			
<i>Aster sp.</i>													Z	P	D	

Tab. č. 1: Fytoocenologické hodnotenie – Mostná ulica

Tab. č. 2: Fytoocenologické hodnotenie - Dolnočermánska ulica

Mesiac/ Druh	Marec		Apríl		Máj		Jún		Júl		August		September		Október	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Narcissus sp.</i>		Z	P	D												
<i>Narcissus sp.</i>	Z	P	D													
<i>Tulipa sp.</i>	Z	P	P	D												
<i>Euphorbia polychroma</i>		Z	P	D												
<i>Brunnera macrophylla</i>		Z	P	D												
<i>Salvia nemorosa</i>			Z	P	P	D		Z	P	P	D					
<i>Pulsatilla grandis</i>			Z	P	D											
<i>Allium giganteum</i>			Z	P	D											
<i>Allium giganteum</i>				Z	P	D										
<i>Nepeta x faassenii</i>			Z	P	P	D	Z	P	Z	P	P	P	D			
<i>Santolina chamaecyparissus</i>					Z	P	P	D								
<i>Veronica spicata</i>				Z	P	D										
<i>Hyssopus officinalis</i>					Z	P	D	D		Z	P	D	D			
<i>Perovskia atriplicifolia</i>						Z	Z	P	P	P	P	D	D			
<i>Echinacea purpurea „White Swank“</i>										Z	P	P	D		P	D

<i>Verbascum macrurum</i>								Z	P	D							
<i>Calamintha nepeta</i>									Z	P	D						
<i>Sedum spectabile</i>										Z	P	P	P	D			
<i>Aster sp.</i>															Z	P	D
<i>Aster sp.</i>															Z	P	D
<i>Mala astra</i>															Z	P	D

Tab.č. 3: Fytcenologické hodnotenie – Hollého ulica

Mesiac/ Druh	Marec		Apríl		Máj		Jún		Júl		August		September		Október		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
<i>Tulipa sp.</i>		Z	P	D													
<i>Tulipa sp.</i>			Z	P	D												
<i>Euphorbia polychroma</i>		Z	P	D	D												
<i>Allium giganteum</i>			Z	P	P	D											
<i>Phlomis tuberosa</i>			Z	P	P	D											
<i>Nepeta x faassenii</i>			Z	P	P	P	D		Z	P	P	P	D				
<i>Saponaria ocymoides</i>			Z	P	D												
<i>Salvia nemorosa</i>				Z	P	P	D			Z	P	P	D				
<i>Salvia</i> „Schneehugel“				Z	P	P	D				Z	P	P	D			
<i>Eremurus stenophyllus</i>					Z	P	P	D									
<i>Anthemis punctata</i>					Z	P	P	D									
<i>Thymus vulgaris</i>					Z	P	P	D									
<i>Sedum spectabile</i>							Z	P	P	P	P	P	P	D			
<i>Calamintha nepeta</i>										Z	P	P	P	D			
<i>Astra sp.</i>													Z	P	P	D	
<i>Calamagrostis brachytricha</i>												Z	P	P	D		
<i>Spodiopogon sibiricus</i>										Z	P	P	P	D			

Tabuľky vizuálneho hodnotenia

Tabuľky vizuálneho hodnotenia prezentujú, v ktorom období sú výsadby najviac esteticky pôsobivé na základe hodnotených aspektov (farebné usporiadanie spoločenstva, diverzita spoločenstva, štruktúrna a textúrna rozmanitosť spoločenstva, celková estetika spoločenstva).

Tab. č. 4: FAREBNÉ USPORIADANIE SPOLOČENSTVA

POZOROVANIE	1. kruhový objazd MOSTNÁ ul.	2.kruhový objazd DOLNOČERMÁNSKA ul.	3.kruhový objazd HOLLÉHO ul.
1. Pozorovanie (25.3)	3	5	1
2. Pozorovanie (9.4.)	3	3	7
3. Pozorovanie (16.4.)	5	3	7
4. Pozorovanie (30.4.)	5	5	7
5. Pozorovanie (15.5.)	3	7	7
6. Pozorovanie (29.5.)	3	5	5
7. Pozorovanie (12.6.)	7	3	3
8. Pozorovanie (27.6.)	3	1	1
9. Pozorovanie (17.7.)	1	3	3
10. Pozorovanie (7.8.)	1	7	7
11. Pozorovanie (20.8.)	3	3	5
12. Pozorovanie (7.9.)	3	3	3

13. Pozorovanie (23.9.)	3	3	3
14. Pozorovanie (13.10.)	1	5	1

Tab. č. 5: DIVERZITA SPOLOČENSTVA

POZOROVANIE	1. kruhový objazd MOSTNÁ ul.	2.kruhový objazd DOLNOČERMÁNSKA ul.	3.kruhový objazd HOLLÉHO ul.
1. Pozorovanie (25.3)	5	1	5
2. Pozorovanie (9.4.)	5	1	5
3. Pozorovanie (16.4.)	5	1	5
4. Pozorovanie (30.4.)	5	5	5
5. Pozorovanie (15.5.)	5	5	5
6. Pozorovanie (29.5.)	1	1	5
7. Pozorovanie (12.6.)	5	1	1
8. Pozorovanie (27.6.)	1	1	1
9. Pozorovanie (17.7.)	1	1	1
10. Pozorovanie (7.8.)	1	1	5
11. Pozorovanie (20.8.)	5	1	5
12. Pozorovanie (7.9.)	5	1	5
13. Pozorovanie (23.9.)	5	1	1
14. Pozorovanie (13.10.)	5	1	1

Tab. č. 6: ŠTRUKTÚRNA A TEXTÚRNA ROZMANITOSŤ SPOLOČENSTVA

POZOROVANIE	1. kruhový objazd MOSTNÁ ul.	2.kruhový objazd DOLNOČERMÁNSKA ul.	3.kruhový objazd HOLLÉHO ul.
1. Pozorovanie (25.3)	5	1	-
2. Pozorovanie (9.4.)	5	5	5
3. Pozorovanie (16.4.)	5	5	5
4. Pozorovanie (30.4.)	5	5	5
5. Pozorovanie (15.5.)	5	5	5
6. Pozorovanie (29.5.)	1	5	5
7. Pozorovanie (12.6.)	5	1	1
8. Pozorovanie (27.6.)	1	1	1
9. Pozorovanie (17.7.)	1	1	1
10. Pozorovanie (7.8.)	1	5	5
11. Pozorovanie (20.8.)	5	1	1
12. Pozorovanie (7.9.)	5	1	1
13. Pozorovanie (23.9.)	5	1	1
14. Pozorovanie (13.10.)	5	5	1

Tab. č. 7: CELKOVÁ ESTETIKA SPOLOČENSTVA

POZOROVANIE	1. kruhový objazd MOSTNÁ ul.	2.kruhový objazd DOLNOČERMÁNSKA ul.	3.kruhový objazd HOLLÉHO ul.
1. Pozorovanie (25.3)	5	3	3
2. Pozorovanie (9.4.)	5	5	7
3. Pozorovanie (16.4.)	5	5	7
4. Pozorovanie (30.4.)	7	7	7
5. Pozorovanie (15.5.)	7	7	7
6. Pozorovanie (29.5.)	5	3	7
7. Pozorovanie (12.6.)	5	3	1
8. Pozorovanie (27.6.)	3	1	1

9. Pozorovanie (17.7.)	3	3	3
10. Pozorovanie (7.8.)	3	5	5
11. Pozorovanie (20.8.)	5	3	5
12. Pozorovanie (7.9.)	5	3	5
13. Pozorovanie (23.9.)	1	3	3
14. Pozorovanie (13.10.)	3	3	1

Z pozorovaní sme zistili, že najlepšiu celkovú estetiku spoločenstva mali všetky tri kruhové objazdy na konci apríla a v máji, ku ktorej prispeli najmä kvitnúce druhy (cesnaky, tulipány, mliečniky, kocúrniky, šalvie, yzopy). Okrem toho kruhový objazd na Hollého ulici zaznamenáva najvyššie hodnotenie celkovej estetiky už od začiatku apríla vďaka väčšiemu množstvu vysadených kvetín. Nedostatočné estetické pôsobenie výsadiieb pozorujeme v júni a na konci vegetačného obdobia, t.j. koniec septembra a začiatok októbra, ktoré je však spôsobené prirodzenou vlastnosťou použitého sortimentu xerofytov (prechod do stavu asfyxie), čo by bolo vhodné vykompenzovať dosadbou okrasných tráv, najmä na kruhových objazdoch na ulici Hollého a tiež na Dolnočermánskej ulici, aby najmä v letnom období pôsobili výsadby estetickjšie. Okrasné trávy zatriktívnia neskoré letné a jesenné obdobie dekoratívnymi súkvetiami. Počas sledovaného obdobia sme pozorovali vykonanú údržbu na záhonoch. Na rastlinách bol uskutočnený rez po odkvitnutí (v mesiaci jún). Po reze sme sledovali remontovanie niektorých druhov trvaliek (kocúrniky, šalvie), čo priaznivo prispelo k celkovej estetike spoločenstva.

Negatívny dojem spôsobovalo zaburinenie výsadiieb. Navrhujeme dopĺňanie mulčovacích materiálov kvôli eliminácii zaburinenia a tiež pravidelné vykonávanie vypletia záhonov.

ZÁVER

Extenzívne bylinné výsadby sú esteticky atraktívne počas celého vegetačného obdobia a hlavne sú s nimi spojené nižšie náklady na založenie i údržbu. Z pozorovaní môžeme usúdiť, že celkové pôsobenie výsadiieb s výnimkou mesiaca jún hodnotíme ako atraktívne. Výber sortimentu na každom kruhovom objazde bol viac menej harmonický, či už farebne alebo štruktúrne. Údržba na vybraných kruhových objazdoch nebola podľa nášho názoru vyhovujúca.

ABSTRAKT

Extenzívne výsadby trvaliek nachádzajú v urbanizovanom prostredí stále väčšie uplatnenie. Prínosom sú hlavne nižšie náklady na založenie a údržbu týchto výsadiieb a zaujímavé estetické pôsobenie počas celého vegetačného obdobia. Cieľom príspevku je na základe fytoecologického a vizuálneho hodnotenia vybraných trvalkových výsadiieb na okružných križovatkách v meste Nitra zhodnotiť výber použitého sortimentu z hľadiska ich estetického pôsobenia na riešenom území a prípadne navrhnúť zmeny v sortimente použitých bylín. Zhodnotiť údržbu trvalkových výsadiieb. Fytoecologické a vizuálne hodnotenie trvalkových výsadiieb prebiehalo od marca do októbra 2014, každé dva týždne. Zo získaných pozorovaní hodnotíme, že celkové estetické pôsobenie záhonov bolo najvyššie v máji. Najvýznamnejšie estetické pôsobenie bylín sme zaznamenali na okružnej križovatke na ulici Hollého. V sledovanom období sme negatívne hodnotili koniec letného obdobia, kedy boli záhony esteticky málo pôsobivé, čo navrhujeme zatriktívniť dosadbou okrasných tráv, ktoré sú v období konca leta a celej jesene atraktívne vďaka dekoratívnym súkvetiam a celkovému habitu. Sledovali sme nedostatočnú údržbu záhonov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Extenzívna výsadba, trvalky, urbanizované prostredie, Nitra, trvalkové zmesi

LITERATÚRA

KUŤKOVÁ, Tatiana. 2013. *Soudobé trendy v použití květin v záhradní a krajinářské architektuře*. 1.vyd. Brno : Mendelova univerzita, 2013. 90 s. ISBN 978-80-7375-708-3.

HOLOSOVÁ, Barbora. 2012. *Nízkoúdržbové préríjné zmesi trvaliek* : diplomová práca. Nitra: SPU, 2012. 66s.

SCHMIDT, Cassian. 2011. Staudenmischpflanzungen im Baukastensystem. Garten + Landschaft 121 č.10, s. 12-15.

URL1 <www.moodle.uniag.sk>

URL2 <www.dendrologickazahrada.cz>

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Katarína Chovancová, Tulipánova 7, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 0902 716 836, e-mail: katinka.chovancova@gmail.com

Ing. Viera Šajbidorová, PhD., Tulipánova 7, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 37 641 5436, e-mail: viera.sajbidorova@uniag.sk

II. sekcia
Krajinárstvo

RETENČNÉ CHARAKTERISTIKY PÔDY PO APLIKÁCIÍ BIOUHLIA RETENTION CHARACTERISTICS OF SOIL AFTER APPLICATIONS OF BIOCHAR

Jana DOMANOVÁ, (SR) – Dušan IGAZ, (SR)

ABSTRACT

The main objective of this paper was to study was to assess the impact of biochar on the soil hydrophysical properties (pf curves, soil porosity). The applied biochar was a by-product of slow pyrolysis (550°C) from paper fiber sludge and grain husks. The field study was conducted at the experimental site in Nitra region Slovakia (lat. 48°19'00'', lon. 18°09'00''). The field experiment consisted of control, 10 a 20 t ha⁻¹ of biochar application to a loamy soil with 3 replicates. The soil samples were taken 53 days after biochar application from each experimental plot from the soil depth of 5-10 cm. Amendment of 10 t ha⁻¹ biochar increased ($P < 0,05$) the plant-available water by 2%. the higher level of biochar application (20 t ha⁻¹) didn't show any effect. There was also found increase of soil porosity ($P < 0,05$) in both biochar treatments.

KEY WORDS

Biochar, soil water characteristics, porosity

ÚVOD

Biouhlie je prevažne stabilná, organická, uhlíkatá zlúčenina vytvorená pyrolýzou biomasy pri teplotách od 300 do 1000 °C bez prístupu kyslíka alebo s nepatrným množstvom kyslíka (Jeffery et al., 2011; Krull 2011; Verheijen et al., 2010). Môže byť vyrobené z akejkoľvek biomasy, vrátane rastlín, lesníckeho a poľnohospodárskeho odpadu a hnoja.

Prítomnosť biouhlia v pôde môže zlepšiť fyzikálne vlastnosti (retencia pôdy, hydraulická vodivosť) (Major et al., 2010). Dôkazy, že biouhlie zlepšuje fyzikálne vlastnosti in situ poľnohospodárskej pôdy sú obmedzené a často nekonzistentné medzi typmi biouhlia, dávkami aplikácie a pôdnymi typmi. Major et al. (2010) zistili, že aplikácia 20 t ha⁻¹ biouhlia nemala významný vplyv na udržanie vlhkosti pôdy, nasýtenú hydraulickú vodivosť a objemovú hmotnosť pôdy. Gaskin et al. (2007) zistili, že aplikácia borovicového biouhlia v dávkach 11 a 22 t ha⁻¹ nemala významný vplyv vlhkosť hlinopiesočnatej pôdy. Avšak, pri aplikácii dávky biouhlia 88 t ha⁻¹ boli zistené významné rozdiely. Asai et al. (2009) dokázal, že prídanie 4 t ha⁻¹ a 8 t ha⁻¹ biouhlia, vyrobeného z dreva nemalo významný vplyv na nasýtenú hydraulickú vodivosť. Po zvýšení dávky na 16 t ha⁻¹ vznikli významné rozdiely v jednej z dvoch lokalít. Glaser et al. (2002) uvádza, že vlhkosť pôdy v tropickom Terra Preta oblasti Amazónie bola po pridaní biouhlia o 18% väčšia ako vlhkosť priľahlých pôd bez biouhlia.

V súčasnosti existuje veľmi málo zverejnených a potvrdených dôkazov o tom, že aplikácia biouhlia výrazne zlepšuje fyzikálne vlastnosti in situ poľnohospodárskych pôd (Atkinson et al., 2010; Shackley, Sohi 2010; Sohi et al., 2009a). Ďalej neboli jasne stanovené alebo preukázané procesy, ktoré by mohli ovplyvniť pórovitosť pôdy a tým aj distribúciu látok (Verheijen et al., 2010). Špecifické mechanizmy, ktorými ovplyvňuje biouhlie retenciu vody v pôde a pôdnu stabilitu sú v súčasnej dobe zle chápané (Sohi et al., 2009b). Biouhlie aplikované do pôdy môže ovplyvňovať pórovitosť a tým aj retenciu vody v pôde prostredníctvom troch mechanizmov. Ako prvé je priamo z vnútra pórov biouhlia, ďalej vytváraním obalových pórov medzi biouhlím a okolitým prostredím pôdných agregátov a ako

posledné zlepšením perzistencie pôdnych pórov v dôsledku zvýšenej stability pôdnych agregátov.

Vo väčšine experimentov, ktoré boli vykonávané za cieľom zistenia vplyvu biouhlia na hydrofyzikálne vlastnosti pôdy, boli použité vysoké dávky biouhlia, ktoré nie sú z agronomického hľadiska rentabilné (Tryon, 1948). Výsledky štúdie ukázali, že účinnosť organických zvyškov na pôdu, ktoré boli použité závisela od typu a štádia rozkladu, rovnako ako aj na vlastnostiach pôdy (Mbagwu, 1989). Štúdie s nižšími dávkami biouhlia sa zaoberali meraním prístupnej vlhkosti pri konkrétnom potenciáli pôdnej vody krátko po aplikácii do pôdy (Karhu et al., 2011; Laird et al., 2010). Vzhľadom k vysokej stabilite biouhlia v pôde (Lehmann et al., 2009; Liang et al., 2010), môžeme očakávať jeho dlhodobé účinky na retenčné vlastnosti pôdy ako aj na ďalšie hydrofyzikálne vlastnosti.

MATERIÁL A METÓDY

Experimentálna plocha

Poľný experiment bol založený na experimentálnej báze SPU na Malante, približne 5 km severo– východne od mesta Nitra (zem. šír. 48°19'00 " ; zem. dĺž. 18°09'00 "). Nadmorská výška lokality je približne 175 m n.m. Typ pôdy je klasifikovaný ako hnedozem kultizemná (Šimanský et al., 2008).

Na danom území boli v marci 2014 vytvorené pokusné plochy s rozmermi 6 x 4 m. Ich rozmiestnenie bolo náhodné, v troch variantoch: kontrolná plocha, plocha s aplikáciou biouhlia 10 a 20 t ha⁻¹ v 3 opakovaníach. Spolu bolo teda vytvorených 9 pokusných plôch. Pokusné plochy boli oddelené ochrannou zónou šírky 0,5 m a riadne označené poradovým číslom. Biouhlie bolo rozmiestnené na povrch pôdy a následne zapracované do hĺbky 10 cm pomocou traktora. Po aplikácii biouhlia bol na všetky plochy vysiaty jačmeň jarný.

Biouhlie

Biouhlie použité pre poľný experiment bolo vyrobené z kalov papierového vlákna s obilnými šupkami v pomere 1:1 vzhľadom k hmotnosti (firma Sonnenerde, Rakúsko). Vzniklo pyrolýzou pri teplote 550 ° C po dobu 30 minút v reaktore Pyreg (Pyreg GmbH, Dörthe, Nemecko). Obsah popola 38,3 % bol stanovený podľa normy DIN 51719. Špecifická plocha povrchu biouhlia bola meraná podľa DIN 66132 / ISO 9277 a jej hodnota je 21,7 m².g⁻¹. Objemová hmotnosť biouhlia je 0,206 g.cm⁻³. Bola zistená podľa DIN 66137. Hodnota pH 8,8 bola meraná na základe normy DIN ISO 10390. Veľkosť frakcie biouhlia bola 0-5 mm. Zloženie biouhlia je zobrazené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Zloženie biouhlia

	C / %	C / g kg ⁻¹	N / %	N / g kg ⁻¹	H / %	H / g kg ⁻¹	O / %	O / g kg ⁻¹
Biouhlie	53.1	531	1.4	14	1.84	18,4	5.3	53

Analýzy

Retenčné charakteristiky pôdy boli stanovené z pôdnych vzoriek odobratých do Kopeckého valčekov so známym objemom 100 cm³ (Antal, Igaz, 2010). Vzorky pôdy boli odobraté 53 dní po aplikácii biouhlia z hĺbky 5 - 10 cm z každej plochy, predstavujúcej variantu experimentu. Použitím pretlakovej metódy s keramickými platňami bola stanovená odvodňovacia vetva vlhkostnej retenčnej krivky. Merané boli body pF 0; 1; 1,75; 2,3; 2,75; 3. V tabuľke 2 je zobrazený priebeh meraní hodnôt pF pri rôznych tlakoch. Na základe retenčnej krivky sme určili retenčné charakteristiky pôdy. Jednotlivé body vlhkostnej retenčnej krivky

namerané na neporušených pôdnych vzorkách boli v prostredí programu RETC aproximované podľa Van Genuchtena (1980):

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + |\alpha h|^n\right]^m} \quad \text{pre } h < 0$$

$$\theta(h) = \theta_s \quad \text{pre } h \geq 0$$

kde:

$$m = 1 - 1/n, \quad n > 1$$

kde:

θ_s je nasýtená vlhkosť ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$), θ_r je reziduálna vlhkosť ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$), α, n sú van Genuchtenove tvarové parametre (cm^{-1}).

Pri vyhodnocovaní meraní sme sa zamerali na obsah vody v pôde, pórovitosť a využiteľnú vodnú kapacitu pôdy. Podľa klasickej koncepcie zodpovedá využiteľná vodná kapacita vlhkosťovému intervalu medzi hydrolimitmi poľná vodná kapacita a bod vädnutia. Poľná vodná kapacita (θ_{PK}) predstavuje hydrolimit charakterizovaný vlhkosťou pôdy medzi kapilárnou a gravitačnou pôdnou vodou. Na retenčnej krivke sa jej hodnota rovná $pF = 2,0 - 2,9$. Hodnota poľnej vodnej kapacity vyjadruje maximálne množstvo zavesenej vody v skutočnom pôdnom profile, odmerané v poľných podmienkach. Bod vädnutia (θ_v) je hydrolimit charakterizovaný vlhkosťou pôdy, pri ktorej sú rastliny trvale nedostatočne zásobované pôdnou vodou, následkom toho rastliny vädnú a hynú. Daný proces neprestáva ani po ich vložení do atmosféry nasýtenej vodnou parou. Hydrolimit predstavuje na pF krivke hodnotu $pF = 4,18$. Plná vodná kapacita (θ_s) predstavuje hydrolimit vlhkosti pri úplnom zaplnení pôdnych pórov vodou, teda maximálne množstvo vody, ktoré sa v pôde nachádza (Antal, 1999).

Tabuľka 2 Priebeh meraní hodnôt pre pF krivku

Por. číslo	pF	Tlak (kPa)	Dátum
1.	1	1	30.6.2014
2.	1,75	5,48	8.7.2014
3.	2,3	19,59	16.7.2014
4.	2,75	55,12	4.8.2014
5.	3	98,18	26.8.2014

Štatistické analýzy

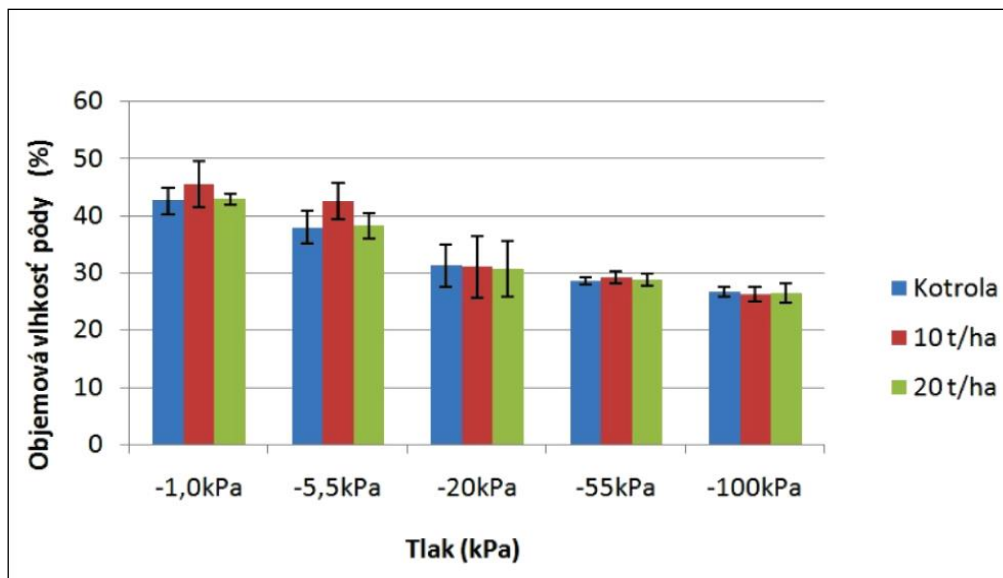
Štatistické odlišnosti medzi variantmi experimentu boli determinované jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA), ktorá skúma vzťah medzi intervalovou a nominálnou premennou. Testuje nulovú hypotézu o zhode stredných hodnôt, pričom predpokladá, že

výbery majú rovnaký rozptyl. Jednofaktorová analýza pri $P < 0,05$ bola vykonaná pri skúmaní vplyvu biouhlia na pôdu pri rôznych dávkach. Významné rozdiely medzi trom opakovaniami boli identifikované pri použití najmenej významného rozdielu, pomocou štatistického softvéru Statgraphics Centurion. Štatistika bola vykonávaná so 7 členmi súboru, na základe vylúčenia najnižšej a najvyššej hodnoty pri všetkých variantoch pokusu. Odlišné písmená indikujú významné rozdiely medzi jednotlivými variantmi experimentu na základe LSD testu ($P < 0,05$).

VÝSLEDKY

Obsah vody v pôde

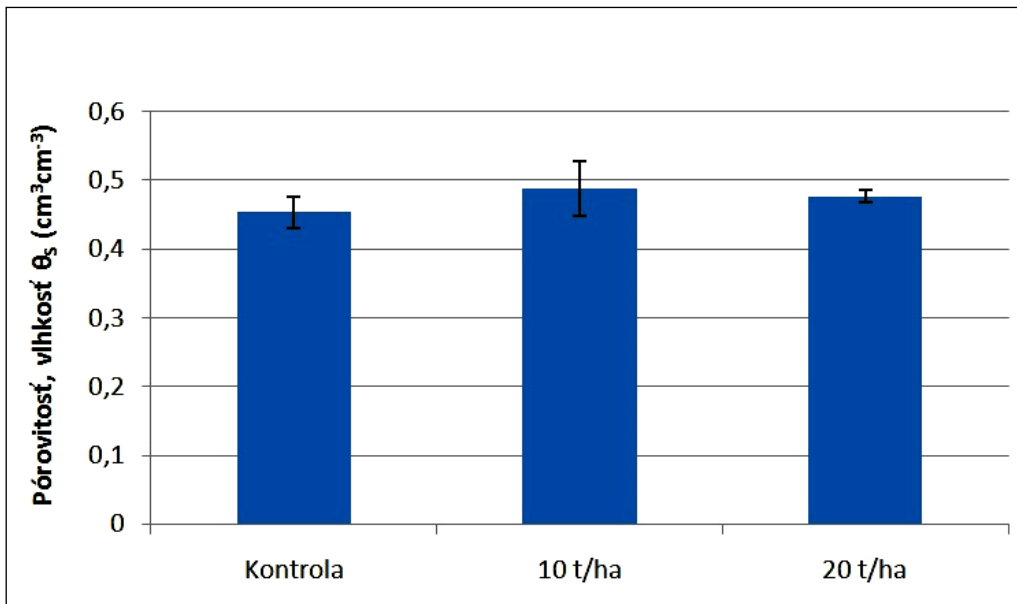
Aplikácia biouhlia ovplyvnila obsah vody v pôde. Najvýraznejšie zmeny sú viditeľné medzi $-1,0$ kPa a $-5,5$ kPa, kde dávka biouhlia 10 t ha^{-1} výrazne zvýšila ($P < 0,05$) obsah vody pôde. Pri tlaku -1 kPa to bolo zo $42,6$ % na 45 % obj. Pri tlaku $-5,5$ kPa to bolo dokonca z $37,9$ na $42,5$ %. Výraznejšie zvýšenie aplikáciou biouhlia 20 t ha^{-1} nebolo zaznamenané. Vplyv biouhlia na obsah vody v pôde pri jednotlivých tlakoch je zobrazený na obrázku 1.



Obrázok 5 Vplyv rôznych dávok biouhlia na obsah vody v pôde pri rôznych tlakových potenciáloch ($-1, -5,5, -20, -55$ a -100 kPa) v hĺbke 5-10 cm (\pm štandardná odchýlka)

Pórovitosť

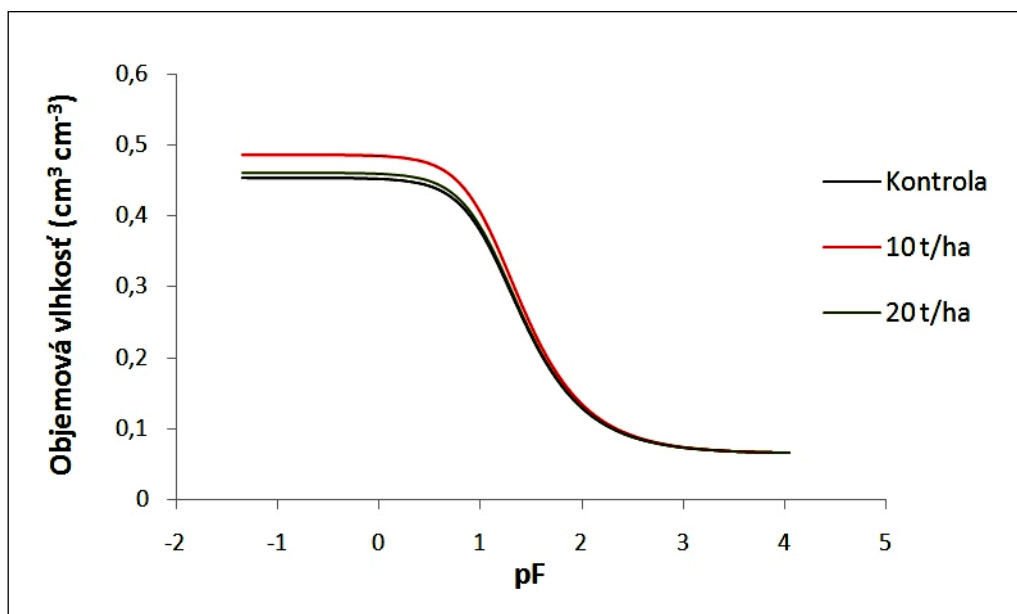
Obe dávky biouhlia 10 t ha^{-1} aj 20 t ha^{-1} zvýšili pórovitosť pôdy. Pri dávke 10 t ha^{-1} to bolo zo $45,4$ % obj. na $48,9$ %, teda pórovitosť sa zvýšila o $3,5$ % obj. Vyššia dávka biouhlia (20 t ha^{-1}) zvýšila pórovitosť pôdy o $2,3$ % obj. Porovnanie vplyvu 10 a 20 t ha^{-1} biouhlia na pórovitosť pôdy je zobrazené na obrázku 2.



Obrázok 6 Vplyv rôznych dávok biouhlia na pórovitosť pôdy v hĺbke 5-10 cm (\pm štandardná odchýlka)

Využitelná vodná kapacita pôdy

Pre každý variant pokusu bola vytvorená pF krivka. Jednotlivé retenčné charakteristiky boli zistené zo zostrojených pF kriviek (Obrázok 3). Bod vädnutia kontrolnej plochy mal hodnotu 18 % obj. a poľná vodná kapacita 28 % obj. Po aplikácii biouhlia 10 t ha^{-1} sa využitelná vodná kapacita pôdy zvýšila o 2% obj., vlhkosť zodpovedajúca bodu vädnutia sa znížila na 17 % obj., naopak, pri poľnej vodnej kapacite sa vlhkosť zvýšila na 29 % obj. Pridaním vyššej dávky biouhlia (20 t ha^{-1}) nebol zaznamenaný žiaden vplyv na skúmanú charakteristiku pôdy. Celkový priebeh všetkých pF kriviek znázorňuje obrázok 3.



Obrázok 7 Porovnanie pF kriviek pre kontrolu, biouhlie 10 a 20 t ha^{-1} (zostrojené merané body pF 0; 1; 1,75; 2,3; 2,75; 3 pri tlakoch -1, -5,5, -20, -55 a -100 kPa v hĺbke 5-10 cm)

ZÁVER A DISKUSIA

Prezentované výsledky poukazujú na vplyv biouhlia na retenčné charakteristiky hnedozeme 53 dní po aplikácii biouhlia na experimentálnej ploche SPU – Malanta (okres Nitra). Dávka biouhlia 10 t ha^{-1} zvýšila ($P < 0,05$) obsah vody pôde o 2,4 % pri tlaku -1 kPa, a pri tlaku -5,5 kPa to bolo o 4,6 %. Vyššia dávka biouhlia na skúmanú charakteristiku výraznejší vplyv nemala. K zvýšeniu pórovitosti došlo pri oboch variantoch experimentu. Aplikácia biouhlia 10 t ha^{-1} zvýšila pórovitosť o 3,5 % a dávka 20 t ha^{-1} o 2,3 %. Využitelná vodná kapacita pôdy sa zvýšila ($P < 0,05$) pridaním 10 t ha^{-1} biouhlia o 2%, zatiaľ čo 20 t ha^{-1} na danú charakteristiku vplyv nemalo. Z daných výsledkov môžeme povedať, že aplikácia biouhlia mala vplyv na retenčné charakteristiky pôdy. Ďalej je viditeľné, že zo sledovaných variantov experimentu vyhovuje pre zlepšenie retenčných vlastností hnedozeme dávka biouhlia 10 t ha^{-1} . Pokiaľ ide o druhú variantu experimentu, 20 t ha^{-1} sme dospeli k rovnakému záveru ako Major et al. (2010), ktorí zistili, že aplikácia 20 t ha^{-1} biouhlia nemala významný vplyv na zmeny vlhkosti pôdy. Spomínaná dávka biouhlia bola pre hnedozem príliš vysoká. Možná je aj krátka inkubačná doba, keďže vzorky pôdy boli odobraté 53 dní po aplikácii biouhlia.

ABSTRAKT

Hlavným cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv biouhlia na hydrofyzikálne charakteristiky pôdy (pF-krivky, pórovitosť). Na experiment bolo použité biouhlie, ktoré vzniklo ako vedľajší produkt pomalej pyrolýzy (550°C) z kalov papierového vlákna a obilných šupiek. Poľný experiment bol založený na experimentálnej báze SPU na Malante, približne 5 km severo – východne od mesta Nitra (zem. šír. $48^\circ 19'00''$; zem. dĺž. $18^\circ 09'00''$). Experiment zahŕňal tri varianty: kontrolnú plochu a pôdu s aplikáciou biouhlia 10 a 20 t ha^{-1} . Biouhlie bolo aplikované do ílovitej pôdy v troch opakovaniach. Z každej plochy boli 53 dní po aplikácii biouhlia odobraté vzorky z hĺbky 5-10 cm. Aplikácia biouhlia v dávke 10 t ha^{-1} jednoznačne zvýšila ($P < 0,05$) využitelnú vodnú kapacitu pôdy o 2 %, zatiaľ čo vplyv biouhlia 20 t ha^{-1} sa neprejavil. Pri oboch variantoch aplikácie biouhlia došlo k zvýšeniu pórovitosti ($P < 0,05$).

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Biouhlie, retenčné charakteristiky pôdy, pórovitosť

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV – 0139 – 10 „Priestorová interpretácia hydrofyzikálnych charakteristík pôd Slovenska vo vzťahu k ich hydrologickému režimu” a č. APVV – 0512 – 12 „Analýza emisií oxidu dusného z poľnohospodársky využívaných pôd a návrh opatrení na ich redukciu.

LITERATÚRA

ANTAL, J. 1999. *Agrohydrologia*.3. nezmenené vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 1999. 168 s. ISBN 80-8069-141-X.

ANTAL, J., IGAZ, D.: *Aplikovaná agrohydrologia*. SPU v Nitre, Nitra 2008, 210 s., ISBN 978-80-552-0079-8.

ASAI et al.,2009.*Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos. 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield*. Field Crops Research 111: 81-84.

ATKINSON,C.J et al., 2010. *Potential mechanism for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soil: A review*. Plant and Soil 337: 1-18.

- GASKIN J., SPEIR, A., MORRIS, L.M., OGDEN, L., HARRIS, K., LEE, D., DAS, K.C. 2007. *Potential for pyrolysis char to affect soil moisture and nutrient status of loamy sand soil*. Georgia Water Resources Conference. Hydrol. Process. 17, 89–101.
- GLASER, B., LEHMANN, J., ZECH, W. 2002. *Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review* in Biol. Fert. Soils. vol. 35, pp. 219–230.
- JEFFERY S., VERHEIJEN, F.G.A., VAN DER VELDE, M., BASTOS, A.C. 2011. *A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis*. Agriculture, Ecosystems and Environment 144: 175-187.
- KARHU, K., T. MATTILA, I. BERGSTORM, and K. REGINA. 2011. *Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity -Results from a short-term field study*. Agric. Ecosyst. Environ. 140:309Y313.
- KRULL, E. 2010. *Biochar*. CSIRO fact sheet series, Australia.
- LAIRD, D.A., P. FLEMING, D.D., DAVIS, R., HORTON, B., WANG, and D. L. KARLEN. 2010. *Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil*. Geoderma 158:443Y449.
- LEHMANN, J., JOSEPH, S. 2009. *Biochar for environmental management: an introduction*. In *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Eds. J Lehmann and S Joseph. pp 1-12. Earthscan, London, UK.
- LIANG, B.Q., J. LEHMANN, S.P., SOHI, J.E., THIES, B., O'NEILL, L., TRUJILLO, J., GAUNT, D., SOLOMON, J., GROSSMAN, E.G., NEVES and F.J. LUIZAO. 2010. *Black carbon affects the cycling of nonblack carbon in soil*. Organic Geochemistry. 41:206-213.
- MAJOR, J., LEHMAN, J., RONDON, M., GOODALE, C. 2010. *Fate of soil-applied black carbon: down ward migration, leaching and soil respiration*. Global Change Biol. 16, 1366-1379.
- MBAGWU, J.S.C. 1989. *Effects of organic amendments on some hydrophysical properties of atropical Ultisol*. Biol. Wastes 28: 1-3.
- SHACKLEY, S., and SOHI, S. 2010. *An assessment of the benefits and issues associated with the application of biochar to soil*. (Available at : http://www.geos.ed.ac.uk/homes/sshackle/SP0576_final_report.pdf. Accessed on May 25, 2011.)
- SOHI, S., LOPEZ -CAPEL, E., KRULL, E., BOL, R., 2009. *Biochar, climate change and soil: a review to guide future research*. CSIRO Land Water Sci. Rep. 5, 17–31.
- ŠIMANSKÝ, V. et al., 2008. *Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates*. In Soil Till. Res., 100, 2008, pp. 125 – 132.
- TRYON, E. H. 1948. *Effects of charcoal on certain physical, chemical, and biological properties of forest soils*. Ecol. Monogr. 18:81Y115.
- VAN GENUCHTEN, M.T. 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 892-898.
- VERHEIJEN, F., JEFFERY S., BASTOS A.C., VAN DER VELDE, M., DAFIAS, I. 2010 *Biochar Application to Soils: A Critical Scientific Review of Effects of Soil Properties, Processes and Functions*. JRC Scientific and Technical Reports, EUR 24099 – EN, Italy

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Jana Domanová, Hospodárska 7, 949 01 Nitra, SR, tel.: +421 (37) 641 5252, e-mail: domanova.jana@gmail.com

Doc., Ing. Dušan Igaz, PhD., Hospodárska 7, 949 01 Nitra, SR, tel.: +421 (37) 641 5245, e-mail: dusan.igaz@uniag.sk

**ÚČINNOSŤ VPLYVU VEGETAČNÉHO FAKTORA NA INTENZITU
VETERNEJ ERÓZIE VO VYBRANOM KATASTRÁLNO M ÚZEMÍ**
VEGETATIVE FACTOR EFFECTIVENESS TO WIND EROSION INTENSITY IN THE
CASE STUDY AREA

Peter MICHAL, (SR) – Zlatica MUCHOVÁ, (SK) - Lenka LACKÓOVÁ, (SR)

ABSTRACT

Effectiveness impact of vegetation as a protective factor entering into the wind erosion equation is expressed by individual crops being cultivated. These conditions are defined as long stalks of small grain, parallel to wind, lying flat in rows spaced apart perpendicular to the wind. The distribution of attachment and location of crop residues is an important factor. In general, the finer and more upright the residue, the more effective it is reducing the wind erosion. In this article we are trying to point out the differences in effectiveness of the vegetative factor impact to agricultural crops depending on the land units in combination with other factors that enter the equation for calculating erosion sediment delivery WEQ for the years 2013 and 2014. The case study area is in municipality of Trenčianska Turná as modelled area is selected because we have soil data and climatic characteristics of the area as well as information about cultivated crops and crop management.

KEY WORDS

Vegetative cover factor, wind erosion, wind erosion equation, soil loss

ÚVOD

Veterná erózia predstavuje jeden z fyzikálnych javov, ktorý negatívne vplýva na pôdy v arídnych a semiarídnych oblastiach po celom svete a je ňou ovplyvnených približne 550 mil. hektárov pôd (Skidmore, 1968). Podstata tohto degradačného procesu spočíva v rozrušovaní pôdneho povrchu mechanickou silou vetra (abrázia), v premiestňovaní a odnášaní pôdnych častíc vetrom (deflácia) a v ich následnom ukladaní na inom mieste (akumulácia) (Grešová, 2011). Veterná erózia je priamo ovplyvňovaná fyzikálnymi vlastnosťami pôdy, kinetickou energiou a mnohými ďalšími faktormi (Stred'anský, 1993). Veterná erózia v porovnaní s vodnou eróziou je menej závislá od reliéfu územia a preto jej podliehajú ako úplné roviny, tak členité územia (Antal, 2013). Vo svete existuje mnoho matematických modelov slúžiacich na odhad intenzity veternej erózie, ako prvý však zostavila model na odhad veternej erózie USDA pod názvom Wind Erosion Equation (Varga, 2013). Neskôr bol tento model aktualizovaný pod názvom WEQ (Wind Erosion Equation). Pomocou tohto modelu sme schopní odhadnúť priemernú stratu pri rôznych dĺžkach pôdnych celkov. Prioritne sa v práci popri výpočte jednotlivých faktorov vstupujúcich do tejto rovnice zaoberáme faktorom vegetačného krytu, nakoľko vegetačný kryt je do veľkej miery schopný zmenšiť rýchlosť vetra pri pôdnom povrchu absorbovaním podstatnej časti jeho sily a tým chráni pôdne častice pred priamym pôsobením veternej energie. Za najideálnejšiu sa považuje husto siata vysoká vegetácia.

MATERIÁL A METÓDY

Skúmaním územím je obec Trenčianska Turná v okrese Trenčín. Obec Trenčianska Turná leží v strede Trenčianskej kotliny, na ľavom brehu rieky Váh. Územie je zo severnej a východnej strany chránené južnou časťou Strážovskej vrchoviny a z juhovýchodu je lemované masívom Považského Inovca. Územie je charakteristické hnedozemami, na podkladoch ktorých sa darí najmä teplomilným rastlinám. Pôda má vysoký potenciál byť veľmi dobre využívaná z poľnohospodárskeho hľadiska, a preto nie je prekvapením jej husté

osídlenie . Podnebie je vnútrozemské, mierne s viac ako 50 teplými dňami v roku. Priemerná ročná teplota je približne 9 °C. Výber záujmového územia bol podmienený potrebou zistiť intenzitu erózneho odnosu vzhľadom na pestovanú poľnohospodársku plodinu. Katastrálne územie obce Trenčianska Turná sme si zvolili z toho dôvodu, že poľnohospodárske družstvo má o tieto informácie záujem a pôdy, ako aj pestované plodiny (osevné postupy), sú zmapované po dobu dvoch rokov. Pri výpočte sme vychádzali z rovnice (1) pre výpočet intenzity erózneho odnosu WEQ (Wind Erosion Equation). Táto rovnica reprezentuje zložitý komplex vzájomných vzťahov jednotlivých parametrov, ktoré ovplyvňujú erodibilitu predmetného územia. Prioritným cieľom bola analýza jednotlivých faktorov vstupujúcich do rovnice s prioritou porovnať intenzitu erózneho odnosu vzhľadom na jednotlivé pestované plodiny na pôdnych celkoch (vegetačný faktor), ktorú možno vyjadriť v tvare:

$$E = f(I K C L V) \quad (1)$$

I – faktor (erodibilný index)

Reprezentuje faktor erodibility, ktorý možno vyjadriť ako potenciálnu priemernú ročnú stratu pôdy v t.ha⁻¹. Hodnota faktora erodovateľnosti pôdy (I faktora), bola odvodená na podklade BPEJ a potenciálnej ohrozenosti veternou eróziou. Na našom záujmovom území je I faktor reprezentovaný hodnotami 138 a 213, pre príslušné areály BPEJ.

K – faktor (faktor drsnosti pôdy)

Faktor drsnosti pôdy vyjadruje vplyv hrebeňov a brázd vzniknutých pri orbe a úkonov spojených so sejbou jednotlivých poľnohospodárskych plodín. Vo väčšine prípadov sa tento faktor vo výpočtoch neberie do úvahy a priradzuje sa mu hodnota 1 pre celé skúmané územie. Ide aj o náš prípad kedy tento faktor nezohľadňujeme.

C – faktor (klimatický faktor)

Vyjadruje index veternej erózie, ako vplyvu vlhkosti na povrch pôdnych častíc a priemernej rýchlosti vetra. Do výpočtu vstupuje priemerná ročná teplota 9 °C rýchlosť vetra 8 m.s⁻¹ a priemerný ročný úhrn zrážok pre dané katastrálne 700 mm. Hodnoty uvádza SHMÚ. Výsledná hodnota C faktora, pri vstupných parametroch po dosadení do príslušného vzťahu predstavuje hodnotu 27,74 pre celé záujmové územie.

L – faktor (nechránená vzdialenosť)

Predstavuje vzdialenosť medzi dvoma stabilnými plochami – bariérami (umelé, prírodné) v smere prevládajúcich vetrov. Na podklade vytvorenej mapy bariér bola určená ich vzájomná vzdialenosť v smere prúdenia vetra pomocou príslušných algoritmickej vzťahov. Prevládajúci smer vetra je severozápadný ako uvádza SHMÚ.

V – faktor (vegetačný faktor)

Na podklade testov vo veternom tuneli Lyles a Allison (1980,1981) a Armbrust a Lyles (1985) bol definovaný ekvivalent ochrany vybraných druhov tráv a rastlinných zvyškov na zníženie odnosu pôdnych častíc vetrom za pomoci vzťahu (2).

$$SG_e = a \times X^b \quad (2)$$

kde: SG_e - (flat small-grain equivalent) ekvivalent rovnocenného množstva vegetačného krytu (kg.ha⁻²)

X - je množstvo biomasy (kg.ha⁻¹ sušiny),

a, b – konštanty charakteristické pre jednotlivé plodiny.

Spôsob výpočtu ochranného faktora vegetácie určili Schwab et al. (1993). Model rovnice veternej erózie obsahuje rovnaké faktory ako predchádzajúci model WEQ, no výpočet niektorých z nich je pozmenený rovnako ako aj celkový postup výpočtu straty pôdy. Výpočet všetkých faktorov vychádza z pôvodnej práce Woodruffa a Siddowaya (1965) okrem

vegetačného faktora. Vegetačný faktor, ktorý sa rovná ekvivalentu rovnocenného množstva vegetačného krytu sa určí na základe koeficientov charakteristických pre konkrétne plodiny. To znamená, že výpočet V faktora sme vypočítali rovnicou (3).

$$V = SG_e = a \times X^b \quad (3)$$

Hmotnosť sušiny nadzemnej časti jednotlivých poľnohospodárskych plodín sa určí na základe vysušenia odobratých vzoriek v predmetnom území v sušičke pri teplote 105°C a ich následnom odvážení. Hodnota sa vynásobí počtom plodín na 1 ha a výsledná hodnota sa určí ako reprezentatívna pre hmotnosť sušiny jednotlivých plodín pre jarne obdobie. Hodnotu X, ktorá predstavuje množstvo biomasy (kg.ha⁻¹ sušiny) ako aj konštanty *a, b*, ktoré uvádzajú autori Grešová a Stred'anský (2011) uvádzame aj my v tabuľke 1, avšak len tie plodiny ktoré sa na pôdnych celkoch skutočne pestujú.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri určení faktorov vstupujúcich do výpočtu sme vychádzali z pôdnych a klimatických vlastností modelovaného územia ako aj informácií o osevných postupoch za jednotlivé roky. Na základe vypočítaných hodnôt V-faktora je zrejmé, že čím vyššia hodnota V-faktora, tým je vyšší ochranný vplyv danej plodiny proti účinku veternej erózie.

Nakoľko sme sa v práci prioritne zaoberali ochranným vplyvom vegetačného faktora uvádzame pre ilustráciu hodnoty V-faktora pre jednotlivé pestované poľnohospodárske plodiny.

Tabuľka 1: Hodnoty V-faktora pre pestované plodiny

Pestovaná plodina	V faktor Schwab et al. (1993)
<i>Medicago Sativa</i> (Lucerna siata)	2144,923
<i>Zea mays ssp. mays</i> (Kukurica siata)	12,915
<i>Hordeum sativum, L.</i> (Jačmeň siaty)	2818,845
<i>Beta vulgaris</i> (Cukrová repa)	0,306
<i>Triticum aestivum</i> (Pšenica letná f. ozimná)	34247,405
<i>Glycine max</i> (Sója fazuľová)	40,115
<i>Ver permixtus</i> (Jarne miešanky)	197,329
<i>Heliantus annuus</i> (Slničnica ročná)	1,838

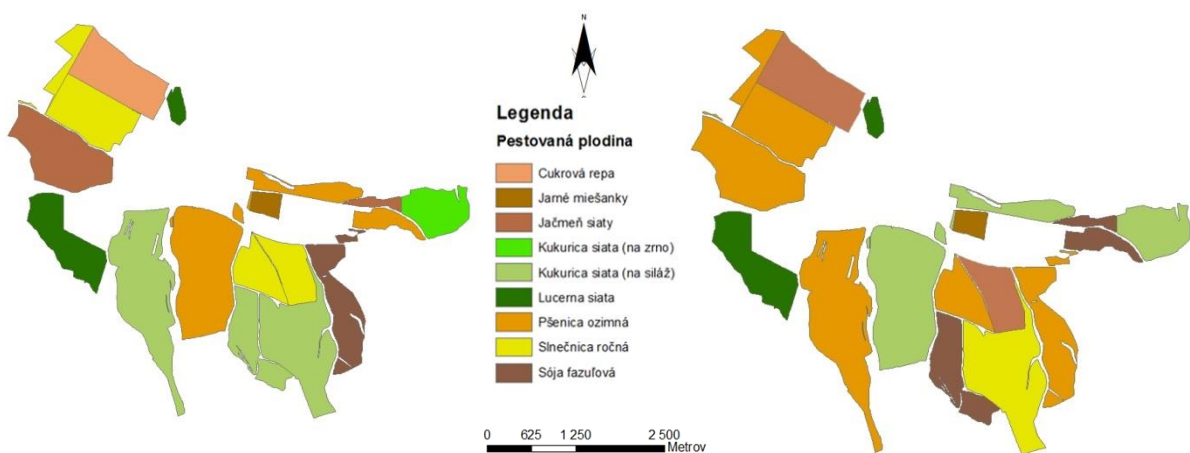
Zo vstupných faktorov sme v prostredí programu ArcGIS 10.2 zostrojili mapové podklady, ktoré sme pomocou funkcie Raster Calculator prepočítali za pomoci rovnice (4) Schwaba et al. (1993):

$$E = 0,0015 \times 2,718^{\left(-\frac{V}{4500}\right)} \times (I^{1,87} \times K^2 \times \left(\frac{C}{100}\right)^{1,3}) \times L^{0,3} \quad (4)$$

Pre jednotlivé pôdne celky boli navrhnuté poľnohospodárske plodiny (Obrázok 1) na základe podkladových údajov z PD v záujmovom území. V prostredí programu ArcGIS 10.2 sme po zohľadnení všetkých faktorov vstupujúcich do rovnice vypočítali výsledný erózný odnos (Obrázok 2).

Pestrosť zastúpenia jednotlivých plodín (Obrázok 1) je závislá od zamerania PD ako na rastlinnú tak aj živočíšnu výrobu. Na prvý pohľad je zrejme aj striedanie osevných postupov s cieľom maximalizovať poľnohospodársku výrobu s výnimkou pôdneho celku na ktorom je pestovaná lucerna siata a to z dôvodu že ide o viacročnú krmovinu.

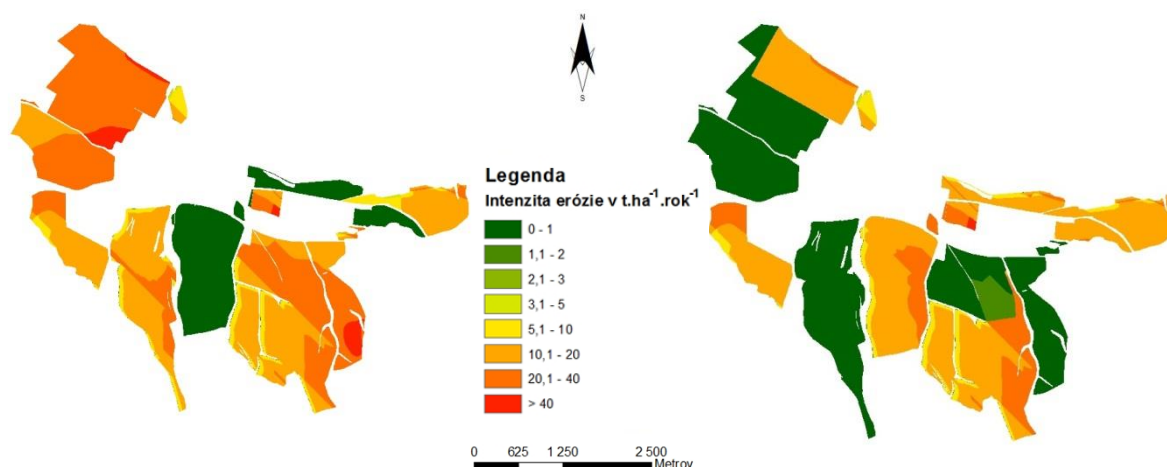
Obrázok 1: Pestované plodiny v roku 2013 a 2014



Po zohľadnení vegetačného faktora, rýchlosti vetra ako aj bariér sa celkový erózný odnos prejaví vzhľadom na narastajúcu nechránenú dĺžku v danom území. Maximálny erózný odnos v roku 2013 bol $72,95 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. V porovnaní s rokom nasledujúcim, kedy maximálny erózný odnos z územia predstavoval hodnotu $42,26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, je to pokles o $30,69 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, čo môžeme prisúdiť vhodnejšiemu rozmiestneniu poľnohospodárskych plodín na daných pôdnych celkoch. Erózný odnos je možné ďalej znižovať výberom vhodnejších pestovaných plodín, avšak pri nutnosti dodržania osevných postupov by bolo vhodnejšie vybudovanie protieróznych opatrení čo je však spojené aj s istými finančnými vstupmi.

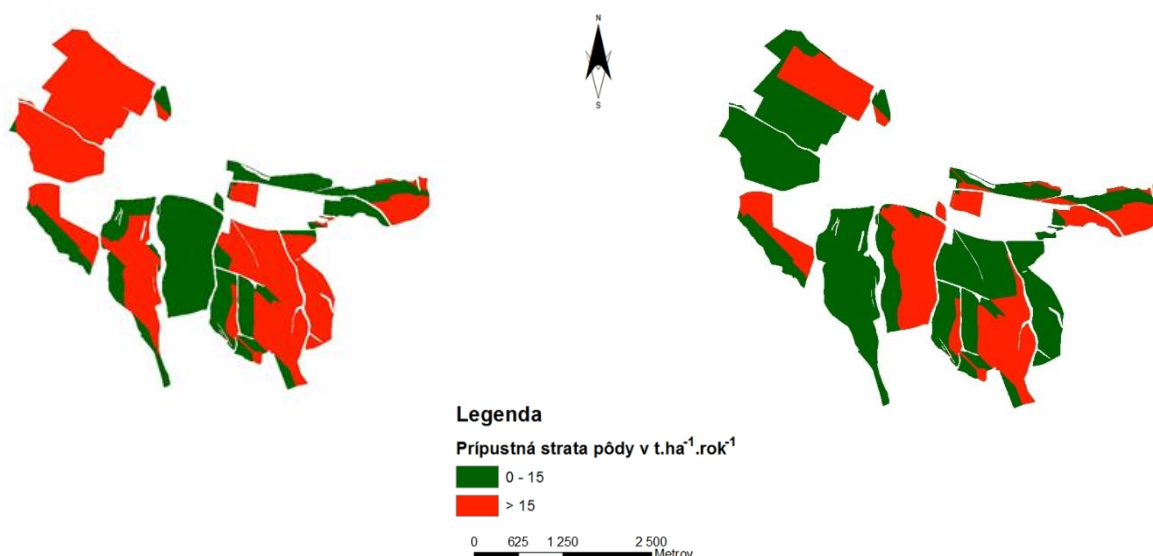
Rozdiel eróznych odnosov (Obrázok 2) môžeme lepšie pozorovať na jednotlivých pôdnych celkoch. Výsledok je graficky zobrazený na mape straty pôdy pre naše záujmové územie.

Obrázok 2: Erózný odnos v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ v roku 2013 a 2014



Pre posúdenie miery eróznej ohrozenosti pozemkov používame princíp prípustnej straty pôdy, (Obrázok 3), definovaný v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$, ako maximálnu hodnotu straty pôdy dovoľujúcu trvalo a ekonomicky udržiavať úrodnosť pôdy. V súčasnej dobe v zmysle vykonávacej vyhlášky MPRV SR č. 59/2013 Z.z k zákonu NR SR č. 220/2004 Z.z. je táto limitná hodnota $15 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. V porovnaní s rokom 2013 kedy bolo v limite do $15 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ohrozených 229,87 ha tak v roku 2014 to už bolo 399,91 ha, čo predstavuje nárast 170,04 ha.

Obrázok 3: Prípustná strata pôdy v roku 2013 a 2014



ZÁVER

Vhodná voľba pestovanej plodiny ako vegetačného faktora vstupujúceho do rovnice WEQ pre výpočet veternej erózie do významnej miery pozitívne vplyva na zníženie celkovej straty pôdy. Ako je zrejmé, tak z porovnania rokov 2013 a 2014 vyplýva, že oseedný postup zvolený v roku 2014 vedie k zníženiu maximálnej straty pôdy o $30,69 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ na hodnotu

42,26 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Účinným vplyvom vegetácie sa znížila aj celková rozloha poľnohospodárskej pôdy, ktorá prekračuje povolený limit odnosu 15 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Možno teda povedať, že vhodným výberom pestovanej plodiny môžeme výrazne znížiť celkový erózný odnos z územia s minimálnym finančným vstupom v porovnaní s budovaním protierózných opatrení.

ABSTRAKT

Účinnosť vplyvu vegetácie ako ochranného faktora vstupujúceho do rovnice veternej erózie je vyjadrená jednotlivými pestovanými plodinami. Podmienky pre ktoré sa určuje je vyjadrený dĺžkou stebiel a množstva biomasy ležiacej paralelne na prúdenie vetra ležiacej v radoch rozmiestenej na jednotlivých pôdnych celkoch. Rozmiestnenie upevnenie a poloha pozberových zvyškov sú dôležitým faktorom. Všeobecne možno povedať že viac vzpriamenejšie a jemnejšie pozberové zvyšky majú vyšší vplyv na znižovanie veternej erózie. V práci sa snažíme poukázať na rozdielnú účinnosť vplyvu vegetačného faktora jednotlivých poľnohospodárskych plodín v závislosti na pôdnych celkoch na ktorých sú pestované v kombinácii s ostatnými faktormi vstupujúcimi do rovnice pre výpočet erózneho odnosu WEQ za obdobie rokov 2013 a 2014. Záujmové územie v katastri obce Trenčianska Turná ako modelované územie volíme z toho dôvodu, nakoľko disponujeme údajmi o pôdnych a klimatických vlastnostiach daného územia ako aj informáciami o pestovaných poľnohospodárskych plodinách poskytnutých poľnohospodárskym družstvom.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Vegetačný faktor, veterná erózia, rovnica veternej erózie, erózný odnos

LITERATÚRA

- [1] ANTAL, J., STREĎANSKÝ, J., STREĎANSKÁ, A., TÁTOŠOVÁ, L., LACKÓOVÁ, L., 2013. Ochrana a zúrodňovanie pôdy. (Skriptá) 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre: Vydavateľstvo SPU, Nitra, 2013. 212 s. ISBN 978-80-552-0966-1.
- [2] GREŠOVÁ, L. – STREĎANSKÝ, J. 2011. Veterná erózia v krajine : súčasné trendy, metódy a spôsoby výpočtov : monografia. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011. 107 s. ISBN 978-80-552-0572-4.
- [3] LYLES, L., ALLISON, B.E., 1981. Equivalent wind erosion protection from selected crop residues. TRANSACTIONS of the ASAE 24(2): 405-408
- [4] SKIDEMORE, E.L., WOODRUFF, N.P. 1968. Wind erosion forces in the United States and their Use in Predicting Soil Loss. USDA ARS Agriculture Handbook No 346, 42 pp, April, 1968.
- [5] STREĎANSKÝ, J., LACKÓOVÁ, L., 2012. Veterná erózia pôdy. (Skriptá) 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012. 89 s. ISBN 978-80-552-0812-1.
- [6] VARGA, V., STREĎANSKÝ, J., 2013. Teoretické porovnanie modelov WEQ a RWEQ na určenie intenzity veternej erózie. Theoretical comparison of WEQ and RWEQ model to determinate soil erosion by wind. In ENVIRO 2013. 1. vyd. 1 CD-ROM (195 s.). ISBN 978-80-552-1101-5. ENVIRO. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2013, s. 188-194
- [7] WOODRUFF, N. P., SIDDOWAY, F.H., 1965. A wind erosion equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29:602-608.

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Peter MICHAL, Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, 949 76 Nitra, č. tel. 037 641 5407, Petomichal1@gmail.com

Ing. Lenka LACKÓOVÁ, PhD., Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita, 949 76 Nitra, č. tel. 037 641 5255, Lenka.Gresova@gmail.com

**ČASOPRIESTOROVÉ POROVNANIE ZMIEN KONCENTRÁCIE FOSFORU
V POVODÍ RIEKY SLANÁ**
SPATIOTEMPORAL COMPARISON OF PHOSPHORUS CONCENTRATION CHANGES
IN RIVER BASIN SLANÁ

Miroslava SEDMÁKOVÁ, (SR) –Luboš JURÍK, (SR)

ABSTRACT

Eutrophication is local, but also regional problem of water quality and in biological balance of aquatic systems as well. We can observe this effect in various parts of the world. Transport of phosphorus between spheres is described by its bio-geochemical cycle. This movement is relatively slow from the sediments reserves and on dry land, further proceeds to living organisms, and later even slower penetrates back to the soil, water and sediments. Because of human activities, particularly inadequate use of synthetic fertilizers, the environment receives a considerable amount of phosphates, which precipitates in water bodies as form of sediments. It causes significant problems with dissolution and recycling of phosphates mainly in still waters and in waters with a low flow rate. Although the phosphorus is one of the basic nutrients which are necessary for the crop yield, it significantly also contributes the raising of eutrophication in surface waters. The reason is, that when used, some part gets through runoff and erosion to the hydrological system. This work compares and evaluates spatiotemporal changes of phosphorus concentrations in the river basin Slaná. We also deal with the role of concurrent processes of phosphorus in erosion soiltransport, runoff from areas with different uses, following by retention of phosphorus in sediments and recycling in water and also in the aquatic environment consumption.

KEY WORDS

Eutrophication, phosphorus, sediments.

ÚVOD

Pre komplexnosť výskumu pohybu fosforu v povodí je dôležité sledovať chemické rozbery pôdy a chemické látky, ktoré sa pohybujú vo vode s fosforom a pevnými časticami. Rovnako podstatné sú však aj následky pohybu fosforu – nárast na ponorených predmetoch vo vode -perifyton, riasy a vyššie rastliny v koryte toku a v priestore akumulácie vody v nádrži.

Cieľom práce je porovnanie a zhodnotenie zmien koncentrácie fosforu vo vybranom povodí z hľadiska času a priestoru. Vo výskume sa zaoberáme aj úlohou súbežných procesov odnosu fosforu v eróznom odnose pôdy a odtoku vody z urbanizovaného alebo poľnohospodársky využívaného územia, následnej retencie fosforu v sedimentoch toku a nádrží a jeho opätovnú recykláciu do vody a tiež spotrebu perifytonu a rastlín vo vodnom prostredí. Prácou prispejeme k porozumeniu prepojení medzi zdrojmi fosforu a ich ekologickými účinkami vo vodnom prostredí. Urbanizácia a intenzifikácia poľnohospodárskej výroby spoločne viedli k frekventovanému obohacovaniu povrchových vôd látkami s obsahom živín, a to predovšetkým fosforu, čo postupne vytvorilo škálu environmentálnych, sociálnych a ekonomických problémov v regionálnych, ale aj miestnych úrovniach, ktorý môžeme globálne nazvať eutrofizáciou. Tento problém sa týka najmä biologickej rovnováhy a kvality vôd a spôsobuje škody po celom svete. Cyklus fosforu je biogeochemický proces, ktorý popisuje pohyb tohto prvku biosférou, hydrosférou a litosférou. Jeho transport zo zásob na súši a v sedimentoch do živých organizmov je pomerne pomalý a následne ešte pomalší späť do pôdy, vody a sedimentov. Medzi hlavné antropogénne vplyvy patrí predovšetkým

zavádzanie a používanie obchodných syntetických hnojív a široké využívanie pracích prostriedkov s obsahom fosforu. Environmentálnym problémom je, že fosfáty sa vo vode nakoniec vyzrážajú ako sedimenty na dne vodných útvarov alebo odtečú do mora prostredníctvom riečného systému. V stojatých a pomaly tečúcich vodách to môže spôsobiť závažný problém s jeho opätovným rozpustením a recykláciou. Úspešná obnova a znovuoživenie povrchových vôd postihnutých eutrofizačnými procesmi je síce možná, ale technicky, finančne a časovo nesmierne náročná. Fosfor je uznávaný ako jedna z hlavných živín, ktoré sú pri správnom použití nevyhnutné pre zabezpečenie úrody plodín, na druhej strane však výrazne prispieva k zvýšenej eutrofizácii povrchových vôd. Je to spôsobené tým, že po aplikácii fosforu na poľnohospodárky využívané pozemky sa vždy jeho časť dostáva eróziou pôdy a odtokom vôd do hydrologickej siete.

MATERIÁL A METÓDY

Povodie Slaná

Slaná pramení v Slovenskom Rudohorí, v podcelku Stolických vrchov Stolica, prameň leží vo výške asi 1 280 m n. m. na severnom svahu vrchu Stolica (1 476 m n. m.).

Čiastkové povodie Slanej na území Slovenskej republiky susedí:

- a) na západe s čiastkovým povodím Ipľa,
- b) na severozápade s čiastkovým povodím Hrona,
- c) na severovýchode s čiastkovým povodím Hornádu,
- d) na východe a juhovýchode s čiastkovým povodím Bodvy.

Čiastkové povodie Slanej môžeme charakterizovať ako veľmi členité. Zo súčasných geomorfologických procesov sa v čiastkovom povodí Slanej najvýraznejšie prejavuje vodná erózia, veterná erózia, zosuvné a krasové procesy. Vodná erózia je značne rozšírená, pričom sa intenzívne prejavuje najmä v oblastiach členitého reliéfu na odlesnených pahorkatinách, predovšetkým na nezalesnených svahoch Slovenského Rudohoria. Veterná erózia zasahuje nezalesnené južné údolie čiastkového povodia Slanej v oblasti ústia Rimavy [3].

Celková dĺžka rieky Slaná na území SR	110 km
Rieky v správnom území povodia s plochou povodia >1000 km ²	Rimava
Rieky v správnom území povodia s plochou povodia >500 km ²	–
Dlhodobý priemerný prietok Slanej v profile štátnej hranice	21,6 m ³ .s ⁻¹
Povodie Slanej zasahuje do územia štátov	Maďarsko
Kraj	Banskobystrický, Košický
Počet obcí v povodí	205
Počet obyvateľov	183 476 (rok 2009)
Mestá nad 50 000 obyvateľov	–
<i>Využívanie krajiny:</i>	
Umelé povrchy	3,1 %
Poľnohospodárske areály	42,2 %
Lesné a poloprírodné areály	54,6 %
Zamokrené areály	0,01 %
Vody	0,1 %

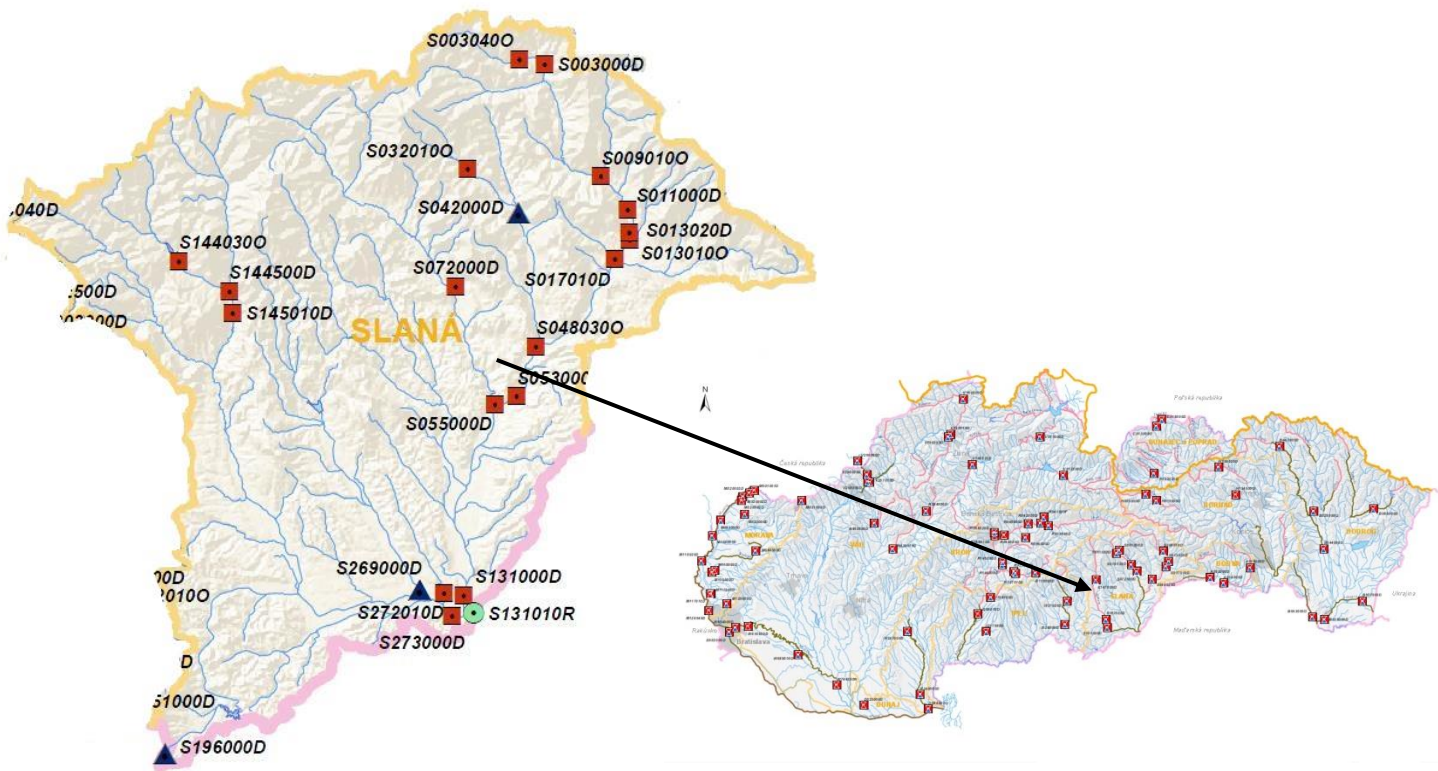
Tab.1: Základné informácie o povodí Slaná [3].

Klimatické pomery

Väčšina územia čiastkového povodia Slanej leží v teplej oblasti, v ktorej býva priemerne za rok 50 a viac letných dní, s denným maximom teploty vzduchu ≥ 25 °C. Juh čiastkového povodia zonálne lemujú klimatické okrsky, od okrsku teplej oblasti so suchou a chladnou zimou až po najchladnejší okrsk charakterizovaný ako teplý, mierne vlhký a s chladnou zimou. Dlhodobá priemerná ročná teplota vzduchu sa tu pohybuje od 4 do 8 °C. Dlhodobé priemerné ročné úhrny zrážok sa pohybujú od 1000 do 550 mm, v zrážkomernej stanici Rožňava je priemerný úhrn zrážok 695 mm/rok. Priemerný úhrn zrážok v celom čiastkovom povodí je 823 mm/rok [3].

Geologické a hydrogeologické pomery

Stratigraficky a tiež litologicky veľmi pestrá geologická stavba, spolu s komplikovanou tektonickou stavbou, sú príčinou značne hydrogeologickej rozdielnosti územia čiastkového povodia Slanej [3].



Obr. 1 - Približné vymedzenie čiastkového povodia Slaná na území SR.

Pedologické pomery

Výrazná geologická pestrosť a geomorfologická členitosť podmienili vznik celého radu svojráznych genetických pôdnych typov, od černoziem až po podzolované pôdy. Najväčšie zastúpenie majú hnedé pôdy, rendziny a pararendziny, podzolované pôdy a podzoly [3].

Lesné pomery

Územie čiastkového povodia Slanej pokrývajú lesy na ploche 2 932,5 km², čo predstavuje lesnatosť 53,6 %. Lesy sa nachádzajú najmä v hornatej časti čiastkového povodia a potom na juhu územia. V nížinách bola väčšina lesov vyklčovaná kvôli získaniu poľnohospodárskej pôdy. Tie lesy, ktoré tomuto procesu odolali, boli neskôr devastované ťažbou dreva a lesnou

pastvou. Pritom sa menilo druhové zloženie lesa, dúbavy nahradil zmiešaný dubohrabový les, ktorý sa nachádza najmä v Gemerskej pahorkatine, Revúckej vrchovine, na Koniarskej, Plešiveckej a Silickej planine. V okolí Rožňavy a v Licinskej pahorkatine boli pôvodne dúbavy porušené agátovou výsadbou [3].

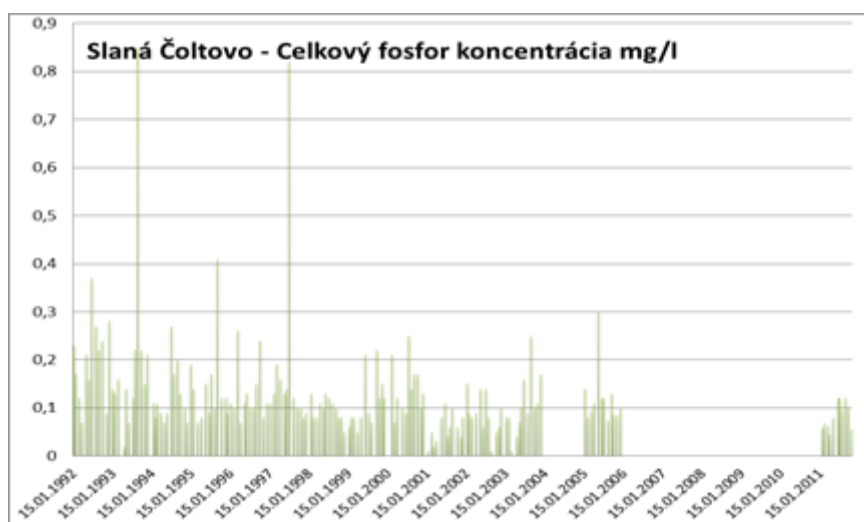
VÝSLEDKY

Vyhodnotenie koncentrácií fosforu

Slaná je rieka stredohorského typu s dažďovo-snehovým režimom odtoku. Na toku po profil Čoltovo je niekoľko miest a obcí. Povodie je v dolnej časti veľmi intenzívne poľnohospodársky obhospodarované. Podľa odhadu sa v roku 2005 do povrchových vôd čiastkového povodia Slanej z aglomerácií nad 2 000 EO dostalo 144 ton celkového dusíka a 16 ton celkového fosforu. Množstvo živín z difúzných zdrojov znečistenia (vrátane prirodzeného pozadia) predstavuje 2 718 ton dusíka a 100 ton fosforu za rok 2005. Najväčší podiel na celkovej emisii dusíka do povrchových vôd má prírastok z podzemných vôd, u fosforu hlavným zdrojom znečistenia je erózia a obce bez verejných kanalizácií a ČOV.

Od SHMÚ Bratislava sme získali hodnoty koncentrácií fosforu v toku za obdobie rokov 1992 až 2011 (obr. 2). Meranie nie je žiaľ kontinuálne. Z hodnôt je možné stanoviť, že priemerná dlhodobá koncentrácia je $0,127\ 79\ \text{mg.l}^{-1}$. Podľa BENEŠA [2] je kritická hodnota koncentrácie fosforu vo vode, pri ktorej začína byť eutrofizácia pravdepodobná $0,1\ \text{mg.l}^{-1}$ celkového fosforu. Priemerná hodnota v rieke Slaná v sledovanom profile je nad touto kritickou koncentráciou.

Pri uvedenom priemernom prietoku je potom priemerný odnos $34\ 254,7\ \text{kg/rok}$. Počas vegetačného obdobia aplikujeme na zásobenie plodín živinami zvyčajne dávky jesennej a jarnej aplikácie superfosfátu v množstvách 160 a 410 kg fosforu na hektár – spolu 570 kg fosforu na hektár. Uvedené živiny sú čistá strata produkcie plodín, ale môžu byť aj zo zdrojov v odpadových vodách.



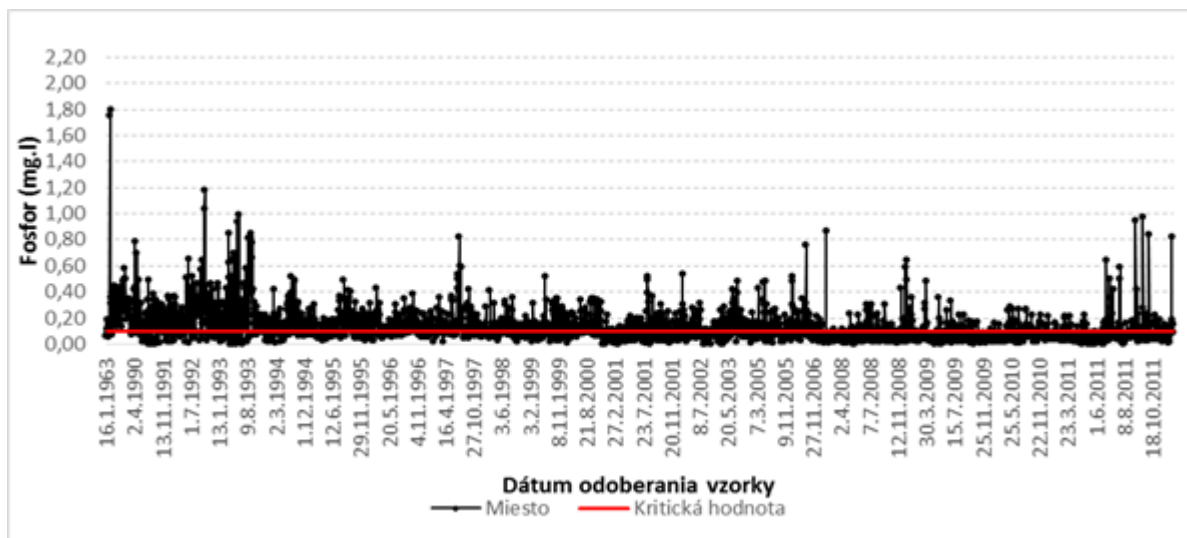
Obr. 2 - Priebeh koncentrácií celkového fosforu v sledovanom profile. (SHMÚ, Bratislava, 2013)

DISKUSIA

Podľa hodnôt koncentrácií fosforu v toku z celého čiastkového povodia za obdobie rokov 1963 až 2011 (obr. 3). Nakoľko však meranie nie je kontinuálne, z hodnôt je možné stanoviť len, že priemerná dlhodobá koncentrácia je $0,1\ \text{mg.l}^{-1}$. Kritická hodnota koncentrácie fosforu vo vode, pri ktorej začína byť eutrofizácia pravdepodobná je podľa BENEŠA [2] $0,1\ \text{mg.l}^{-1}$ celkového fosforu.

Priemerná hodnota koncentrácií získaná z odberov vo viacerých profiloch rieky Slaná v rôznych časových horizontoch v sledovanom profile je už na úrovni tejto kritickej koncentrácie.

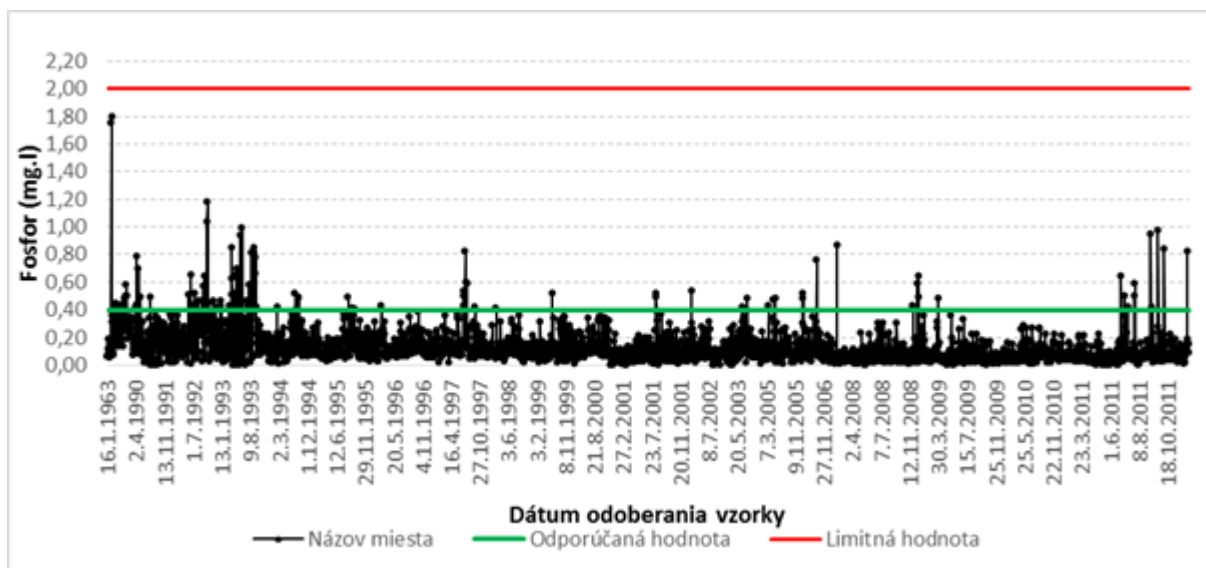
Priemerný odnos je teda pri priemernom prietoku približne 34 254,7 kg/rok. V období vegetačného obdobia aplikujeme na zásobenie plodín nutrientmi zvyčajne dávky jesennej a jarnej aplikácie superfosfátu v množstvách 160 a 410 kg fosforu na hektár – spolu teda 570 kg fosforu na hektár. Uvedené živiny sú čistá strata produkcie plodín, ale čiastočne môžu byť aj zo zdrojov v odpadových vodách.



Obr. 3 - Prehľad priebehu koncentrácií celkového fosforu v povodí Slaná a hodnotenie podľa BENEŠA [2].

Na druhej strane, pri porovnaní koncentrácií celkového fosforu s limitnými hodnotami podľa STN 75 7221 Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd a s odporúčanou hodnotou podľa Z.z. č. 296/2005, čo je možné vidieť na obr. 4, celkový fosfor prekročil odporúčanú hodnotu niekoľkokrát, no limitnú hodnotu neprekročil.

V prípadoch, kedy hodnota koncentrácie celkového fosforu vystúpila nad odporúčanú hodnotu sa tak mohlo stať vplyvom zvýšeného úhrnu zrážok, erózných vplyvov, príp. privalového dažďa.



Obr. 4 - Prehľad priebehu koncentrácií celkového fosforu v povodí Slaná.

ZÁVER

Z uvedenej bilancie vyplýva, že pri odnose asi 116 ton fosforu a jeho obsahu v povrchovej vode okolo 34 ton je väčšia časť fosforu dočasne akumulovaná v tokoch a nádržiach. Jeho pohyb je teda pomalší ako odnos. Ako uvádza aj MAGUIRE [2] vo svojej práci, fosfor je pri jeho transporte tokom imobilizovaný biomasou a potom opäť uvoľňovaný alebo fixovaný v sedimentoch.

ABSTRAKT

Eutrofizácia je miestny, ale aj regionálny problém kvality vôd a biologickej rovnováhy vodných systémov. Tento jav môžeme pozorovať v rôznych častiach sveta. Transport fosforu medzi sférami popisuje jeho biogeochemický cyklus. Tento pohyb je relatívne pomalý zo zásob v sedimentoch a na súši, ďalej postupuje do živých organizmov, a neskôr ešte o niečo pomalšie preniká späť do pôdy, vody a sedimentov. Ľudskou činnosťou, najmä neprimeraným používaním syntetických hnojív, sa do životného prostredia dostáva značné množstvo fosfátov a na dne vodných útvarov sa vyzrážajú v podobe sedimentov. Predovšetkým v stojatých vodách a vo vodách s nízkym prietokom to spôsobuje významné problémy s jeho rozpúšťaním a recykláciou. Napriek tomu, že fosfor je jednou zo základných nutričov, ktoré sú nevyhnutné pre úrodu plodín, výrazne prispieva tiež k zvýšenej eutrofizácii povrchových vôd. Dôvodom je, že pri jeho použití sa jeho časť dostáva prostredníctvom odtoku vôd a erózie pôdy do vodného systému. Táto práca má za cieľ porovnanie a zhodnotenie zmien koncentrácie fosforu v povodí Slaná z hľadiska priestoru a času. Zaoberáme sa tiež úlohou súbežných procesov odnosu fosforu v eróznom odnose pôdy, odtoku vody z územia s rôznym využitím, následnej retencie fosforu v sedimentoch, jeho opätovnú recykláciu do vody a tiež spotrebu vo vodnom prostredí.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Eutrofizácia, fosfor, sedimenty.

LITERATÚRA

- [1] BENEŠ, S. (1994): *Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí*, II. část. MZe ČR, Agrospoj Praha
- [2] MAGUIRE, R.O. et SIMS J.T. (2002): *Soil Testing to Predict Phosphorus Leaching*. J. Environ. Qual. 31: 1601-1609
- [3] Predbežné hodnotenie povodňového rizika v čiastkovom povodí Slanej - Implementácia smernice Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES z 23. októbra 2007 o hodnotení a manažmente povodňových rizík, Bratislava, 12/2011
- [4] Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 2013
STN 75 7221 Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd
Zákon č. 269/2005 Zbierky zákonov, ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Miroslava Sedmáková, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovenská republika,
tel.: +421905984764, e-mail: miroslava.sedmakova@gmail.com
doc. Ing. Ľuboš Jurík, PhD., Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovenská republika,
tel.: +421376415231, e-mail: lubos.jurik.nr@gmail.com

**VYUŽITIE SPEKTROMETRIE NA SLEDOVANIE REAKCIÍ CITRUS × LIMON
PRI ZMENÁCH TERMÍNOV ZÁVLAHY POČAS ZAZIMOVANIA**
**USE SPECTROMETRY TO MONITOR THE REACTIONS OF CITRUS × LIMON
CHANGE DATES IN IRRIGATION DURING WINTERIZING**

Alan KLIMAJ, (SR) - Viliam BÁREK, (SR)

ABSTRACT

Aim of the work is divided into two sections. First one is about verification correctness using spectrometry like a tool on monitoring changes in plants leaves and then determine when is the plant expose to stress for a lack of water, or is load to excessiveness irrigation, which is for its growth inconvenient as much as have detrimental effects. Second goal is determine ideal term for irrigation during winterizing. Changes were followed during different terms of irrigation (everyday, each third day, each fifth day). The process of changes was recorded at visible spectra.

KEY WORDS

Spectrometry, irrigation, moisture deficit, *Citrus x limon*, winterizing

ÚVOD

Rok čo rok sa *Citrus x limon* stáva stále viac a viac populárnou rastlinou u bežných slovenských pestovateľov a stáva sa predmetom záujmu už nielen úzkej skupiny ľudí, ktorí zasvätili svoj život pestovaniu tropických a subtropických druhov rastlín. Okrem estetických prvkov rastliny sú dôvodmi pestovania aj príjemná vôňa a mať možnosť si doma vypestovať plody, ktoré nie sú chemicky ošetrované.

Cieľom práce je nájsť a overiť najideálnejší interval zavlažovania rastliny počas zazimovania, ktorý je uvedený v bežne dostupnej literatúre. Overenie bude vykonané pomocou merania reakcií rastliny na závlahu pomocou spektrometrie. Hlavným bodom práce je snaha o stanovenie čo najpresnejšieho termínu závlahy tak, aby rastlina nezažila stres spôsobený suchom alebo nadmernou závlahou. Je potrebné zohľadniť, že do merania budú zasahovať aj externé vplyvy, ako je nestála teplota vzduchu (v prípade pestovania v bytových podmienkach) a vlhkosť vzduchu.

MATERIÁL A METÓDY

Citrus x limon

Citrusy sú subtropické rastliny, čo má za následok problém pri vytváraní ideálnych podmienok pre ich rast v tunajších podmienkach. Ďalším problémom je chýbajúci univerzálny návod na pestovanie v podmienkach Slovenska, hlavným problémom je rôznorodosť podmienok jednak na území Slovenska, ale aj výrazná odlišnosť od podmienok v krajinách pôvodu. Aby sa predišlo sklamaniam z neúspechu, je potrebné poznať podmienky prostredia, na ktorých chceme rastlinu pestovať, a či ich dokážeme rastline poskytnúť. V prirodzených podmienkach rastú periodicky, pričom nevyžadujú vegetačný pokoj.

Ideálne podmienky pre rast

Svetlo- *Citrus x limon* vyžaduje intenzívne, ale rozptýlené svetlo. Pri prenose z interiéru do exteriéru a opačne je potrebné, aby si rastlina postupne zvykala na zmenené svetelné podmienky a zo šoku nevynechala rastovú periódu. To im vieme zabezpečiť zatienením inou rastlinou, sieťou a pod.. Ak chceme rastlinu pestovať v byte, musíme im taktiež zabezpečiť dobré osvetlenie, ktoré je iba pri okne. Najoptimálnejšie je umiestnenie pri juhovýchodnom až juhozápadnom okne, ale vhodné by bolo, ak by sa umiestnila 1m od vnútorného skla.

Teplota- Nároky *citrusu x limon* na teplotu sa v priebehu roka menia

- -3 až -5 °C kritická teplota
- 0 až 10 °C vynútený vegetačný pokoj (november až február)
- pod 13 °C zastavujú rast
- 14 až 20 °C kvitnú, dozrievajú plody, zimujú pri svetle
- 20 až 28 °C ideálne rastú v 2-3 rastových periódach (marec - október)
- 30 až 38 °C spomaľujú rast
- nad 38 °C zastavujú rast
- nad 50 °C kritická teplota

V prirodzených podmienkach je teplota počas dňa premenlivá v rozmedzí 6°C. Preto ak nie je rastlina umiestnená v dobre vetranej miestnosti, nemá dostatočné prírastky vplyvom nočného intenzívneho predychávania látok, ktoré sa tvoria počas dňa asimiláciou. Vyhovujúca teplota v bytoch je štandardne od jari do jesene. Počas zimy sa stáva pre väčšinu bytov problémom zabezpečiť prezimovanie v svetlej miestnosti s teplotou okolo 10°C.

Voda- Rastlina je náročná na kvalitu a množstvo dodávanej vody. Najviac živín prijíma a spotrebuje počas intenzívneho rastu. S klesajúcou teplotou sú nároky na vodu nižšie. Zavlažuje sa po preschnutí povrchu substrátu optimálne ráno. Väčšina literatúry uvádza ako optimálne množstvom vody závlahy rovnému asi 1/10 objemu nádoby, v ktorej je umiestnená, čo by malo zabezpečiť asi 70% nasýtenosť substrátu vodou. Ak voda preteká do misky, je potrebné ju vyliat, aby nedochádzalo k nepretržitému nasávaniu vody a trvalému premočeniu substrátu, čo by malo za následok, že korene nemajú dostatočný prístup k vzduchu a nastalo by zahŕňanie koreňov.

Na polievanie sa môže použiť dažďová alebo pitná voda. V prípade použitia pitnej vody by mala 1 deň odstáť alebo by sa mala prevariť. Tvrdá studničná voda nie je vhodná. Teplota vody by mala byť o 3-4°C vyššia, ako je teplota vzduchu. Následkom podchladenia koreňov by sa vytvoril rastlinný šok, a ak súčasne stúpa teplota vzduchu, rastlina sa bude proti výparu brániť odpadom listov.

Vlhkosť vzduchu- *Citrus x limon* je náročný na vlhkosť vzduchu. Pri 20°C je optimálna vlhkosť vzduchu okolo 60%. S rastúcou teplotou vzduchu vlhkosť klesá a naopak. Nepriaznivé hodnoty vykazujú tzv. panelové byty, v ktorých počas zimy pri kúrení na teplotu 23°C je vlhkosť 20-30%. Optimálne hodnoty zabezpečíme buď znížením teploty, alebo rosením listov (len dočasné riešenie).

Umiestnenie rastlín- Rastlina bola umiestnená na parapete okna, ktoré je orientované na svetové strany juh- juhozápad. Počas zimných mesiacov bol zabezpečený dostatočný počet hodín slnečného svetla. V izbe sa nachádza relatívne stabilná teplota 18-20°C a pomerne vysoká vlhkosť vzduchu, ktorá avšak nebola meraná, ale bolo ju možno sledovať ako rosenie okien od zatmenia po východ slnka.

Rastlina bola zasadená do keramického kvetináča o objeme 3,5dl. Kvetináč mal žltú farbu, aby sa zabezpečilo prehrievaniu koreňovej časti vplyvom slnečného žiarenia.

Samotná rastlina má výšku 27 cm, rozkonárená na 4 hlavné vetvy, na ktorých sa pred začiatkom merania nachádzalo 38 listov.

Field spektrometer

ASD FieldSpec® HandHeld™ 2 je prenosný spektrometer, ktorý vykonáva rýchle, presné, nedeštruktívne a bezkontaktné meranie. HandHeld 2 poskytuje extrémne presné a rýchle údaje odvodené od odrazivosti a ožiarenia v celom rozsahu spektra. Na vyklápacej

doske je umiestnený farebný LCD display, na ktorom sa zobrazujú výpočty, má veľkú internú pamäť, zameriavací laser a je kompatibilný s GPS. Zariadenie je prenosné a s batériou bol navrhnutý tak, aby mohlo byť použité vonku, rovnako ako aj v laboratórnych podmienkach (ASD, 2010).

Spektrálne dáta nazbierané s HandHeld 2 môžu byť importované do externého počítača s nainštalovaným HH2 Sync. Application, čo je softwarový program pre použitie HandHeld 2, nastavenie systému názvov súborov a exportovanie súborov.

Existujú dva spôsoby, ako prístroj HandHeld 2 riadi a zbiera údaje:

- Samostatný režim- tento režim používa iba vnútornú kontrolu a schopnosť zbierať dáta
- Pripojovací režim- tento režim kombinuje schopnosti HandHeldu 2 so schopnosťami voliteľného externého počítača

Metodika

- 1) Výber intervalov polievania s objemom dávky 10% celkového objemu črepníka, v prípade ak ostane na dne misky voda, nadbytočná sa vyleje.
 - a) Každý deň
 - b) Každé tri dni
 - c) Každých päť dní
- 2) Každodenný zber dát medzi 13-14 hodinou z dôvodu najlepších svetelných pomerov.
- 3) Zber dát pomocou Field spectrometer HandHeld2:
 - a) Vykoná sa test osvetlenia náhľadom na biely referenčný panel, ak sa odrazivosť spektra od bieleho referenčného panelu výrazne odchyli od 1, vykoná sa optimalizácia.
 - b) Meranie prúdu za temna a bielej referencie
 - c) Pravidelná aktualizácia, optimalizácia, ak sa výrazne zmenia svetelné podmienky
 - d) Meranie a ukladanie spektra
- 4) Z každého listu bol zozbieraný súbor spektrálnych zobrazení.
- 5) pomocou ViewSpecPro sa vyberie reprezentatívna snímka pre potreby minimalizovania skreslenia zobrazenia.
- 6) Vymedzenie sledovanej spektrálnej oblasti (vo viditeľnom spektre časť zelená, pre potreby sledovania starnutia listu sa vyznačia aj spektrálne časti žltého a červeného spektra).
- 7) Porovnanie jednotlivých spektier a sledovanie zmien odrazivosti počas odlišných termínov zavlažovania.
- 8) Vyhodnotenie najlepšieho intervalu závlah na základe výsledkov spektrometrie.

VÝSLEDKY

Merania

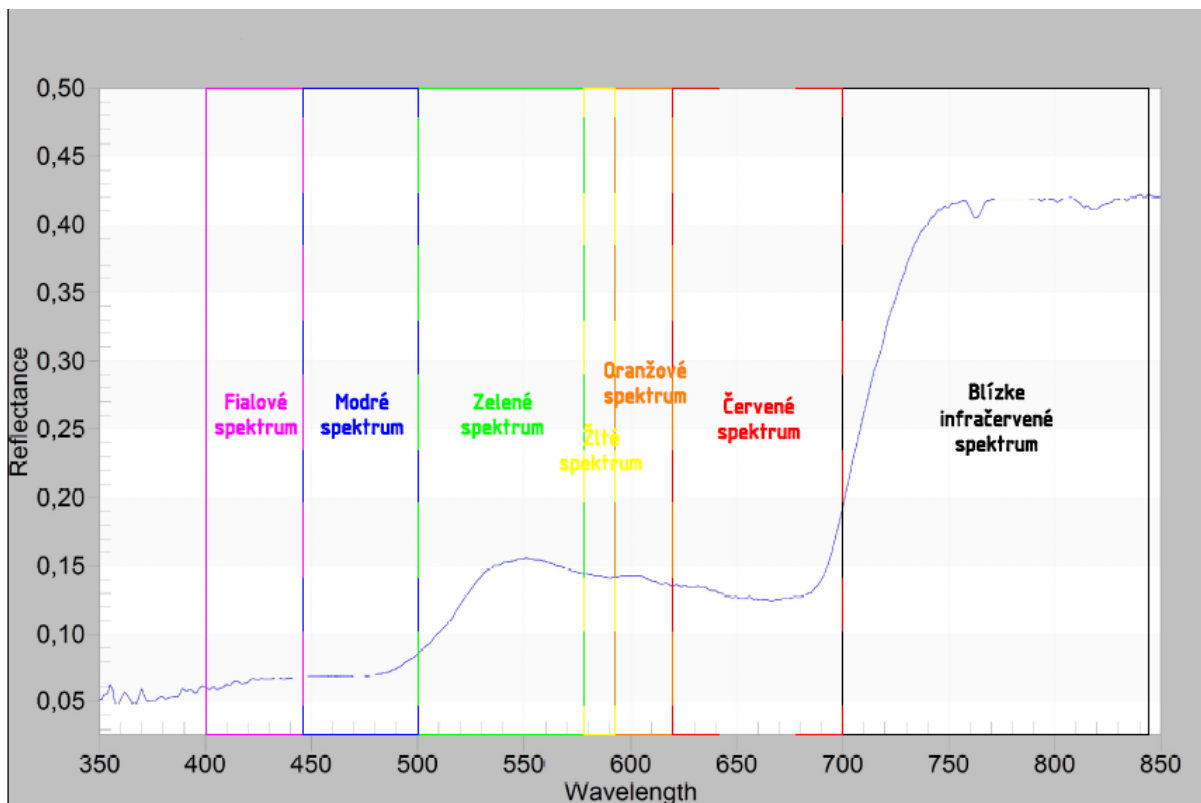
Pre potreby dosiahnutia cieľa merania pomocou spektrálneho merania sa samotné meranie vykonalo na 10 vybraných listoch tak, aby boli rozmiestnené po celej rastline, boli odlišené podľa veku a zabezpečené optické a fyzikálno-chemické vlastnosti (farba, jas, rastové chyby, poruchy spôsobené škodcami- puklice, *Coccus hesperidum*). Zber dát bol vykonaný pomocou HandHeld 2 spektrometrom operujúcim vo spektre 325-1075nm s intervalom zbierania vzoriek 1,5nm.

Spektrometer bol umiestnený na statíve tak, aby bola dodržaná podmienka vzdialenosti umiestnenia podľa referenčnej plochy a to 30cm a aj pre potreby zabezpečenia rovnakých podmienok osvetlenia listov počas merania (rovnaký uhol dopadu svetla na samotné listy). Pred každým meraním bola vykonaná nastavenie prístroja zacielením na referenčnú plochu, v prípade výrazného šumu na krajných hodnotách spektra a výsledným

zobrazením nebola priamka rovná 1, a preto sa vykonala optimalizácia zariadenia. Až následne sa vykonalo nastavenie bielej referencie a tmného prúdu. Následne sa pristúpilo k samotnému zberu dát z jednotlivých listov. Z každého jednotlivého listu sa vykonala zber dát viackrát, následne sa analyzovali a vybrali tie, ktoré boli najviac reprezentatívne a neboli ovplyvnené chybami. Chyby počas merania mohli byť spôsobené jednak samotným meraním-otrasy zariadenia, zlé zacielenie, zber údajov počas cielenia na list laserom. Taktiež mohli byť spôsobené nepredvídateľnými okolnosťami, ako sú pohyby listov, náhle zatienenie, respektíve zmena svetelných pomerov spôsobená oblačnosťou. V prípade zmien spôsobených zmenou oblačnosti, ktoré sa nedali očakávať, a že by došlo k návratu do pôvodného stavu, je potrebné zariadenie opätovne optimalizovať.

Je potrebné si dobre stanoviť reflexné a transmisné spektrá pre listy ako funkciu absorpcie svetla pomocou chlorofylu, karotenoidov, vody, celulózy, proteínov a pod. (Newnham a Burt, 2001; Dangel a kol. 2003). Každá rastlina má odlišné spektrálne rozlíšenie v závislosti od fenologického cyklu v ktorom sa nachádza. (Gouranga a Harsh 2005; McCloy 2010; Papadavid a kol. 2011).

Rozhranie optického pozorovania je od 400 nm vo viditeľnom spektre elektromagnetického spektra až po 2500nm krátkovlnného infračerveného spektra. Silná absorpcia svetla fotosyntetickými pigmentmi prevažuje v zelenom spektre (400-700). Listová chloróza zapríčiňuje zvýšenie reflexie a transmisie. NIR (700-1100nm) je časť spektra, kde dochádza k limitovanej biochemickej absorpcii, a ktoré je obmedzené na zlúčeniny, nachádzajúce sa predovšetkým v suchých listoch ako celulóza, lignín a štruktúrne sacharidy (Wang a kol. 2005).



Obr. 1 Grafický prierez viditeľného spektra a blízkeho infračerveného spektra

Fialové spektrum: 0.4 - 0.446 μm ,
Modré spektrum: 0.446 - 0.500 μm ,
Zelené spektrum: 0.500 - 0.578 μm ,
Žlté spektrum: 0.578 - 0.592 μm ,
Oranžové spektrum: 0.592 - 0.620 μm ,
Červené spektrum: 0.620 - 0.7 μm .

Modré, zelené a červené spektrum sú považované za primárne farby alebo vlnové dĺžky viditeľného spektra, pretože ich kombináciou môžu byť formované ostatné farby viditeľného spektra. Viditeľné spektrum je možné vidieť v rámci spektier, keď slnečné žiarenie dopadá na hranu a je ohýbané na jednotlivé svetelné spektrá s rôznou veľkosťou v závislosti od vlnovej dĺžky.

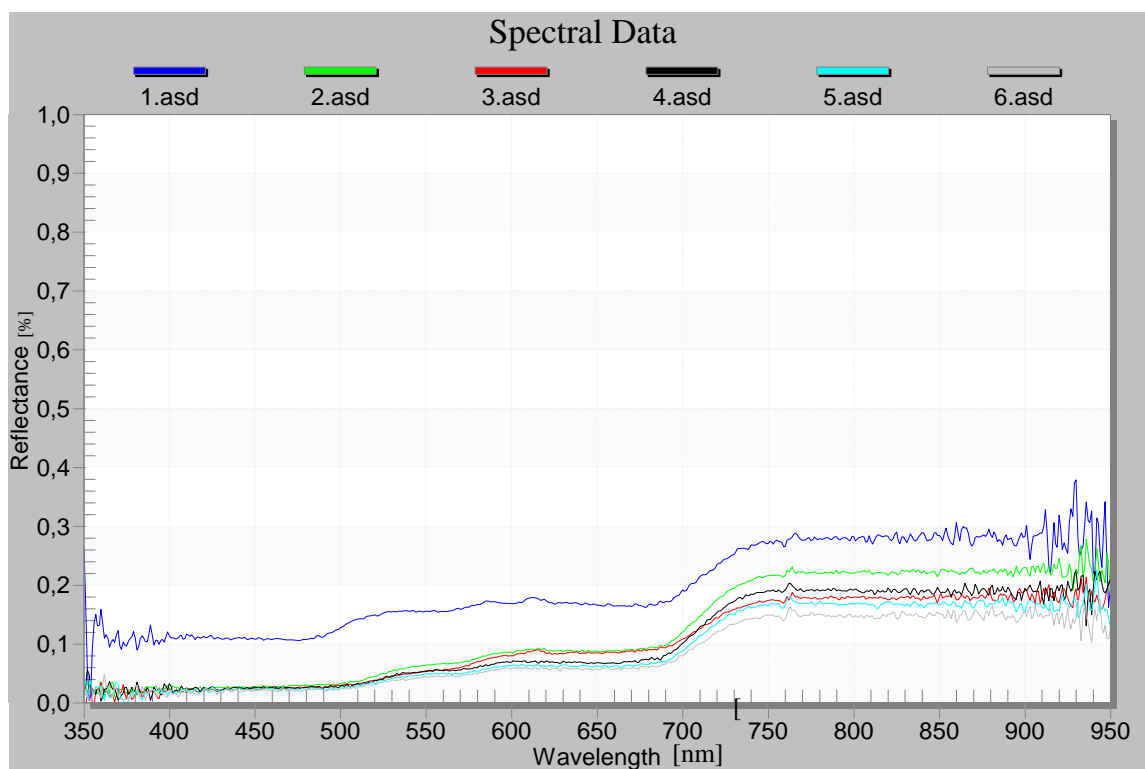
Chemická zlúčenina v listoch, tzv. chlorofyl, je silne absorbujúce žiarenie v rámci červeného a modrého svetelného spektra, ale odráža vlnovú dĺžku zeleného spektra. Aj preto sa nám listy javia "najzelenšie" v lete, keď obsah chlorofylu v listoch dosahuje maximálne hodnoty. Na jeseň dochádza k úbytku chlorofylu v listoch, čo spôsobuje menšiu absorpciu a úmerne väčší odraz v červenom spektre, takže listy vnímame ako červené alebo žlté (žltá je kombinácia červenej a zelenej vlnovej dĺžky). Vnútoraná štruktúra zdravých listov pôsobí ako vynikajúci difúzny reflektor blízkej infračervenej vlnovej dĺžky. Ak sú naše oči citlivé na odraz blízkeho IR spektra, stromy sa nám zdajú na týchto vlnových dĺžkach veľmi jasné. Meranie a monitorovanie NIR reflexie je jedným zo spôsobov stanovenia zdravotného stavu vegetácie.

Listy zdravého *Citrus x limon* obsahujú veľké množstvo chlorofylu, ktorý dáva listom špecifické zelené zafarbenie. Preto je počas merania malá reflexia v modrej a červenej časti spektra a vysoká odrazivosť zo zelenej časti viditeľného spektra a v NIR. Ak dochádza k zaťaženiu alebo poškodeniu listov, klesá obsah chlorofylu v rámci vnútorných zmien štruktúry listu, čo sa prejaví ako znížená odrazivosť v zelenej časti spektra a NIR. Tieto reakcie poskytujú včasné varovanie, že rastlina je vystavená stresovým podmienkam. Pomer odrazeného NIR a červeného spektra je vynikajúcim indexom zdravia vegetácie, známy ako NDVI (normalized differential vegetation index). V zdravých rastlinách dosahuje index vysoké hodnoty z dôvodu vysokej reflexie v NIR a nízkej v červenom spektre. Vystavenie rastliny stresu je možné stanoviť aj vizuálne a to na základe zmien odtieňov zelenej farby. Správne zavlažovaná rastlina sa javí jasnejšia, ak dochádza k deficitu vody, listy majú tmavší odtieň. Zmeny odtieňu smerom k žltej farbe signalizujú nástup chlorózy.

Údaje zo spektrometrie

Dáta namerané spektrometrom boli merané každodenne tak, aby sa vytvoril rad údajov, kde sú dobre viditeľné zmeny výsledných hodnôt. Pred každým meraním bol interval polievania 5-dňový, ktorý je všeobecne považovaný za najideálnejší a aby mala rastlina čas, aby sa spamätala zo stresu, ktorému bola vystavená.

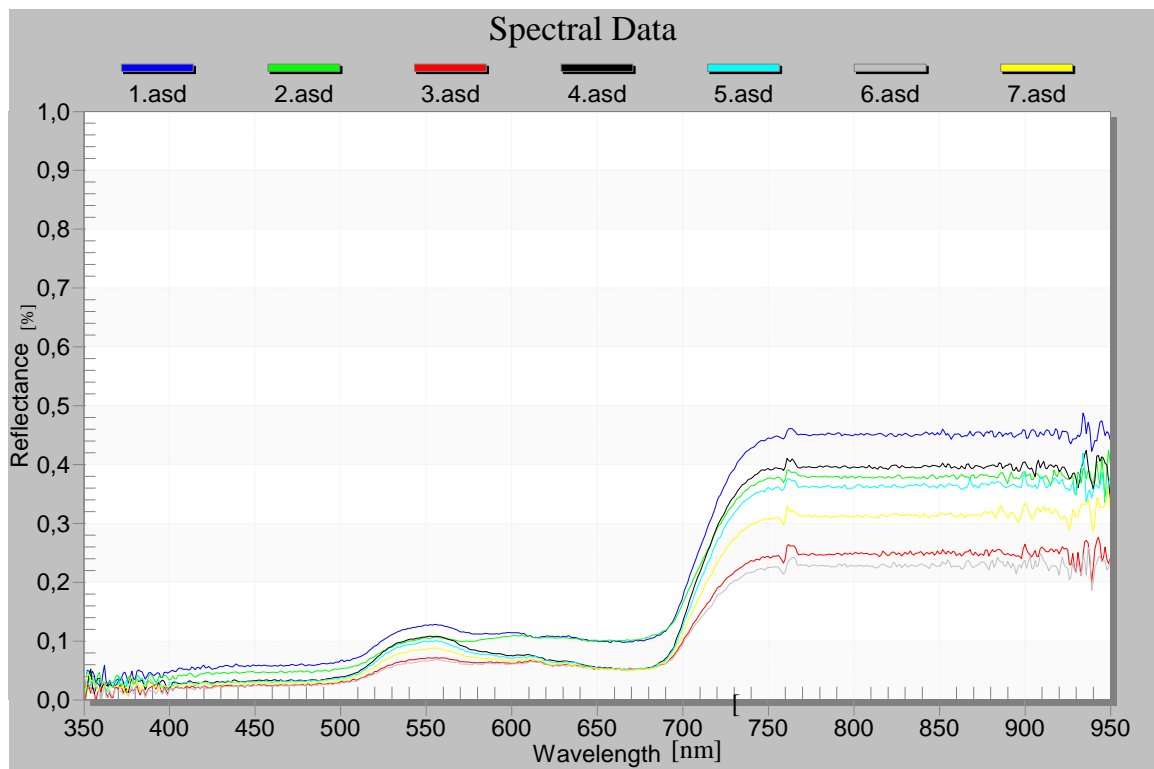
Každodenná závlaha



Obr.2 Grafický prierez viditeľného spektra a blízkeho infračerveného spektra stanoveného pre každodennú závlahu 6-tich po sebe nasledujúcich dní

Prvé dva dni boli úmyselne z grafu vynechané, pretože sa často stáva, hlavne pri väčšom počte a druhu rastlín, že sa rastlina omylom opätovne poleje. Preto sú zobrazené údaje až z ďalších dní, aby bolo zobrazené pravidelné prelievanie. Počas 24-hodinového intervalu závlahy dochádzalo k postupnému znižovaniu reflexie. *Citrus x limon*. Na nadmerné polievanie reaguje postupným nástupom chlorózy, čo zapríčiňuje pokles odrazivosti v zelenom spektre a súčasne dochádza aj k zvýšeniu odrazivosti v žltom spektre, kde percentuálne nie je veľký rozdiel medzi zeleným a žltým spektrom. Pokles reflexie je v tomto prípade považovaný za negatívny jav, rastlina reaguje na permanentné zaplavenie koreňovej zóny a znížený prísun vzduchu. Vonkajším viditeľným javom bolo postupné žltnutie listov, opadávanie listov a spomalený rast.

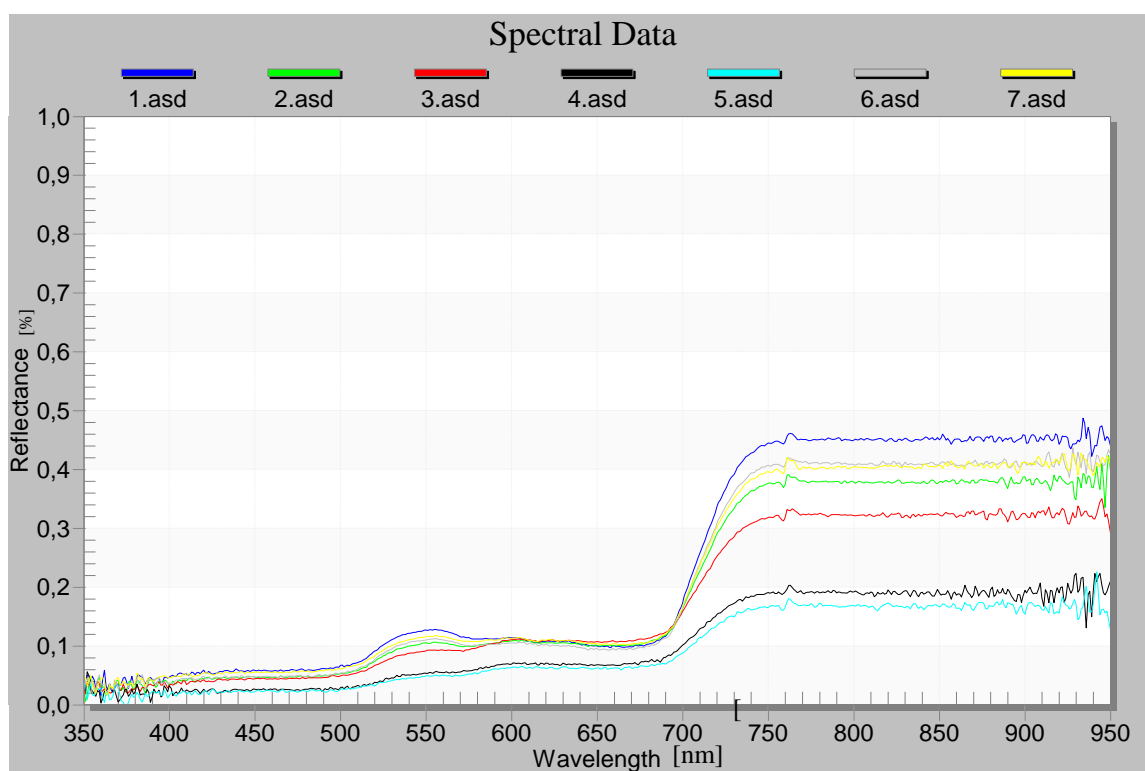
Závlaha po 3 dňoch



Obr.3 Grafický prierez viditeľného spektra a blízkeho infračerveného spektra stanoveného pre závlahu každé 3 dni.

Prvé dva dni nedochádzalo k žiadnym výraznejším zmenám, ktoré by boli badateľné voľným okom a len minimálne meraniami. Na tretí deň sa vyskytli zreteľnejšie zmeny v nameraných dátach (os 3, červená farba), keď dochádzalo k poklesu reflexie v zelenom spektre. Následne bola rastlina zavlažovaná a po 24 hodinách boli namerané hodnoty len o málo menšie ako na začiatku merania, postupné klesanie reflexie malo podobný priebeh, avšak hodnoty boli vždy menšie ako po predchádzajúcej závlahe. Po opätovnej závlahe boli namerané hodnoty v celom spektre nižšie ako pri predchádzajúcich zavlažovaniach. Tento efekt spôsobilo, že pôda nemala dostatočný čas sa zbaviť nadbytočnej vlhkosti. Síce rastlina mala dostatok vody, ale pomaly sa začínala „dusiť“ cez korene.

Závlaha po 5 dňoch



Obr.4 Grafický prierez viditeľného spektra a blízkeho infračerveného spektra stanoveného pre závlahu každých 5 dní.

Prvé dva dni nedošlo k žiadnym zmenám, ktoré by boli badateľné voľným okom, po 3 dňoch boli výraznejšie zmeny na poli viditeľného spektra, ale voľným okom stále nebolo možné vidieť zmeny. 4. a 5. deň začínal list viditeľne tmavnúť a na dotyk bol mäkkší, čo spôsobilo nedostatok vody. Posledné dva dni mal list aj nádych žltej farby, čo potvrdzujú dáta spektrometrie, kde sa vyrovnáva k zelenému spektru. 24 hodín po závlahe boli namerané údaje. Následne po závlahe (os 6, sivá farba) boli namerané dáta približne rovnaké ako po predchádzajúcej závlahe.

Na základe meraní sme dospeli k výsledku, že vhodný interval polievania sú každé tri dni pri stabilných podmienkach 18 stupňoch v dobre vetranej miestnosti, s vyššou vlhkosťou vzduchu. 5-dňový interval sa však ukazoval ako prijateľnejší, síce rastlina reagovala na znížený príjem vody, ale ak na druhej strane nedokážeme ustáliť teplotné podmienky na pestovanie, je prijateľnejšie, keď dochádza k miernemu presušeniu pôdy, ako by malo dôjsť k zamokreniu pôdy a zníženiu príjmu vzduchu cez korene. Ak by bolo možné udržiavať teplotu 10 stupňov Celzia, môžeme predĺžiť interval o jeden deň. Za nevhodné je z objektívnych dôvodov považovať každodenný interval a to nielen z hľadiska nameraných údajom, ale aj z očividných potrieb rastliny na vodu.

DISKUSIA

V súčasnej dobe nie je spektrometria používaná u malých pestovateľov a u tých, čo to majú len ako hobby. Použitie spektrometrie môže mať vhodný dopad na ich pestovateľské výsledky. Predovšetkým vieme optimálne stanoviť termíny závlahy presne podľa aktuálnych požiadaviek rastliny a nespoliehame sa na tabuľkové hodnoty z literatúry, ktorá nezohľadňuje premenlivosť faktorov, ako je teplota vzduchu a relatívna vlhkosť vzduchu.

Za posledné desaťročia prešla spektrometria dlhú cestu a v dnešnej dobe nie je až takým problémom zaoberať sa ju za relatívne nízke vstupné náklady, ktoré sa pestovateľovi môžu vrátiť v relatívne krátkej dobe, či už ide o financie z intenzívneho pestovania, alebo pocitu z kvality a poctivo vypestovanej úrody doma.

ZÁVER

Využitie spektrometrie na meranie krátkovlnného žiarenia je vhodné pre potreby monitorovania zdravotného stavu rastliny a predchádzaniu stresu spôsobeného inými vplyvmi. Veľkou výhodou je, že sa jedná o nedeštruktívnu metódu a neinvazívnu metódu. Dá sa využiť nielen v exteriéri, ale aj v interiéri. Za stálych podmienok a vhodnej optimalizácie poskytuje dôveryhodné informácie o aktuálnom zdravotnom stave rastliny. Zelené a NIR spektrum poskytuje dobré údaje pre potreby rastliny na vodu. Okrem iného poskytuje údaje, ktorými dokážeme vhodne zasiahnuť voči nastupujúcej chloróze (ktorá môže byť spôsobená abiotickými a biotickými prvkami) a tak predísť nepriaznivým javom. Použitie spektrometrie nevyžaduje prehnané nároky na IT znalosti. Samotná obsluha HandHeld2 a softwaru k nemu prislúchajúcemu je jednoduchá a poskytuje výpovedné a prehľadné výstupy, ktoré je možné použiť v pestovateľskej praxi.

ABSTRAKT

Cieľ práce je rozdelený do dvoch častí. Prvou je overenie správnosti používania spektrometrie ako nástroja na sledovanie zmien v listoch rastlín a tým stanoviť, kedy je rastlina vystavená stresu z nedostatku vody, alebo je zaťažená nadmernou závlahou, ktorá je pre jej rast nevyhovujúca až škodlivá. Druhým cieľom je stanovenie ideálneho termínu závlahy počas zazimovania rastliny. Zmeny sme sledovali počas rôznych termínov závlahy (každodenná, každý tretí deň, každý piaty deň) Priebeh zmien bol zaznamenaný vo viditeľnom spektre.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Spektrometria, závlaha, deficit vlhky, *Citrus x limon*, zazimovanie

LITERATÚRA

- ASD Inc. , 2010. FieldSpec ® HandHeld 2™ Spectroradiometer User's Manual
- Dangel S., Kneubühler M., Kohler R., Schaepman M., Schopfer J., Schaepman-Strub G., et al. 2003. Combined Field and Laboratory Goniometer System — FIGOS and LAGOS. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 7, 4428–4430.
- Gouranga K., Harsh N.V. 2005. Phenology based irrigation scheduling and determination of crop coefficient of winter maize in rice fallow of eastern India, Agricultural Water Management, 75 (3), 169-183.
- McCloy K.R. 2010. Development and Evaluation of Phenological Change Indices Derived from Time Series of Image Data, Remote Sensing, 2, 2442-2473.
- Newnham G.J. and Burt T. 2001. Validation of a leaf reflectance and transmittance model for three agricultural crop species, in Proc. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'01), Sydney (Australia), IEEE, Vol. 7, pp. 2976 -2978.
- Papadavid G.; Hadjimitsis D.G.; Kurt Fedra and Michaelides S. 2011. Smart management and irrigation demand monitoring in Cyprus, using remote sensing and water resources simulation and optimization. *Advances in Geosciences Journal*, 9, 1-7, doi:10.5194/adgeo-9-1-2011

- Papadavid G.; Hadjimitsis D.G., Michaelides S. 2011. Effective irrigation management using the existing network of meteorological stations in Cyprus. *Advances in Geosciences Journal*, 9, 7-16, doi:10.5194/adgeo-30-31-2011.
- Wang L., Wang W., Dorsey J., Yang X., Guo B. and Shum H.Y. 2005. Real-time rendering of plant leaves, in Proc. ACM SIGGRAPH 2005, Los Angeles (USA), 31 July – 4 August 2005, pp. 167-174.

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Alan Klimaj, Katedra krajinného inžinierstva, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovenská Republika, tel.: 0907 388 704 e-mail: klimajalan@gmail.com

Doc. Ing. Viliam Bárek CSc., Katedra krajinného inžinierstva, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovenská Republika, tel.: 0904 454 290 e-mail: viliam.barek@gmail.com

MOŽNOSŤ VYUŽITIA VYBRANÝCH ZLOŽIEK jQUERY PRI TVORBE MÁP POSSIBILITY OF CHOSEN ELEMENTS JQUERY UTILIZATION IN PROCESS OF MAPS MAKING

Lenka SZOMOROVÁ, (SR) – Peter HALAJ, (SK) - Karol KROL, (PL)

ABSTRACT

Availability, function and usability of interactive map studies and digital representation of natural environment increase on internet. It is caused by development of computer technics, increased user's demands, witch more frequently search specialized geodetic service. The goal is to analyse the possibility of some technics of map studies utilization. The jQuery was chosen due to it is the most popular technology for creation of network applications. This analyse enabled to test three web applications available in the frame of Open Source licence. Analyse shows, that jQuery library is possible to use for creation of web, map applications, but in limited extent.

KEY WORDS

Map applications, on-line maps, digital presentation, jQuery

ÚVOD

Rozvoj výpočtovej techniky od 50 rokov 20 storočia priniesol veľa nových aplikácií ako je napríklad tvorba máp a vykonávanie priestorových analýz (Miš et al., 2001). Spracovanie je čoraz častejšie v podobe webových aplikácií, ktoré umožňujú užívateľom prístup k dátam prostredníctvom webového prehliadača.

Údaje dostupné na internete majú rôzne formy, od jednoduchých informácií prostredníctvom tématických portálov až po špecializované systémové databázy.

Počet a dostupnosť pokročilých programovacích techník rastie rýchlym tempom. Rôznorodosť výpočtovej techniky sa premieta do možnosti využitia v prezentácii digitálnych dát, vrátane zobrazovania geografických informácií a geografických a kartografických dát. Dabrowski a Sawicki (2010) a tiež Prus a Budz (2014) poukazujú, že moderný vývoj informačných technológií spôsobil všeobecný prístup k digitálnym formám prezentácie prírodného prostredia. Longley (2006) poukazuje na výhody a to: relatívne nízke náklady, rýchly prenos dát a jednoduché získavanie informácií.

Cieľom článku je analyzovať možnosti využitia niektorých techník a sofistikovaných nástrojov pre tvorbu interaktívnych mapových štúdií, ktorých hlavnou funkciou je lepšie zobrazenie mapy pripravovanej vo forme rastrového súboru.

MATERIÁL A METÓDY

Táto analýza umožnila testovanie troch webových aplikácií, dostupných v rámci licencií OpenSource. Vytvorenie je použitím rastrových štúdií územného plánu územia (Krol a Salata 2013) a turistických máp a formulárov ochrany prírody obce Tomice (Poľsko, Malopoľský Región, neďaleko Krakova) a Zakopanego (Poľsko, Malopoľský Región).

Webové aplikácie môžu byť vytvorené pomocou programovacích jazykov (PHP, Ajax, JavaScript, Java), knižníc (OpenLayers, jQuery) alebo komplexných kopponentov Open Source (GeoServer, PostgreSQL, PostGis) (Delipetrev et al.,2014)

Hlavnou funkciou pripravovanej aplikácie bude prezentácia mapy priestorových javov a funkcií – umožňovanie približovania jej vybraných častí. Na vytvorenie aplikácie je vybraná knižnica jQuery JavaScript dostupná vo verzii 1.4x a 1.7x (jQuery – 1.7.js), vydaná 3.11.2011, ktorá vstupuje do hypertextového dokumentu pripraveného v XHTML (Obr.1).



Obr. 1 Programovacie techniky používané na vytváranie webových aplikácií

Prvé vydanie jQuery bolo sprístupnené v roku 2006. Rýchlo získala uznanie a stala sa jednou z najpopulárnejších používaných technológií pre vývoj webových aplikácií. Medzi výhody jQuery patrí relatívne jednoduchá implementácia v štruktúre hypertextového dokumentu, flexibilita (jednoduchosť transformácie a modifikácie) a zvýšená schopnosť vytvárania funkcií (Verens 2012; Bennett et. al., 2014).

David (2011) a Metraland (2012) dávajú na vedomie, že s použitím knižnice jQuery JavaScript môžu zefektívniť vývoj webových aplikácií a zvýšiť ich atraktivitu vďaka interaktivite a dynamickej prezentácii obsahu.

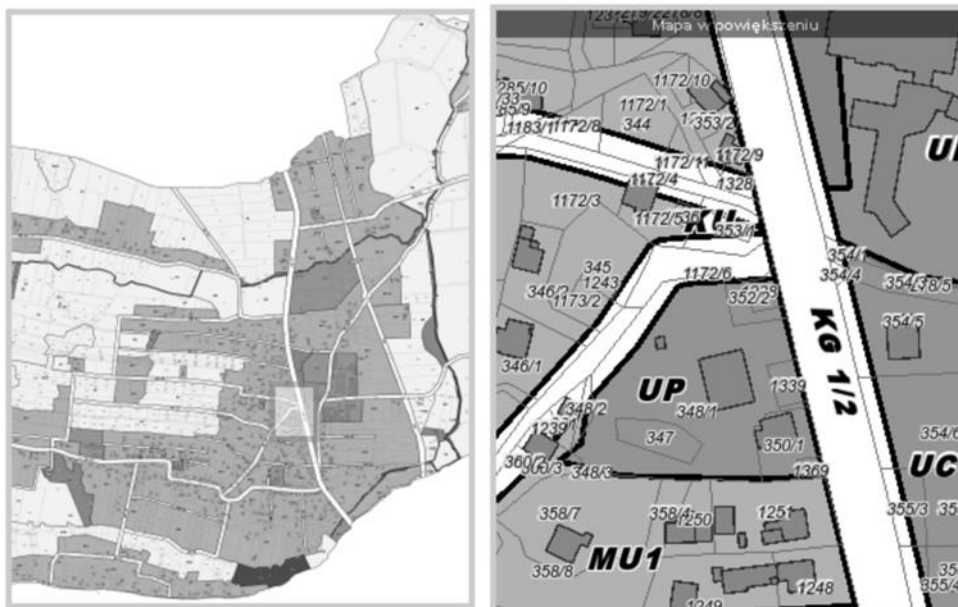
Za základ prezentovanej informácie slúžia vektorové mapové spracovania prevedené do rastrových súborov. Takto pripravená prezentácia je rozdelená na mriežkové (zvyčajne štvorcové) primárne pole. Jednotlivé mriežky sa nazývajú pixely, ktoré tvoria mozaiku tzv. "mapovanie" tie môžu byť potom interpretované cez užívateľa.

Funkcie aplikácie vytvorené pomocou nástrojov jQuery Cloud Zoom, Image Lens a Gzoom. Tieto programy umožňujú priblíženie mapy v okne prehliadača hypertextových dokumentov. Ich štruktúra je odlišná, ako aj spôsob vyvolávania funkcií. Použitie komponentov jQuery zložiek nevyžaduje licenčný poplatok (aj pre komerčné projekty) a ich zdrojový kód môže byť voľne upravovaný.

VÝSLEDKY

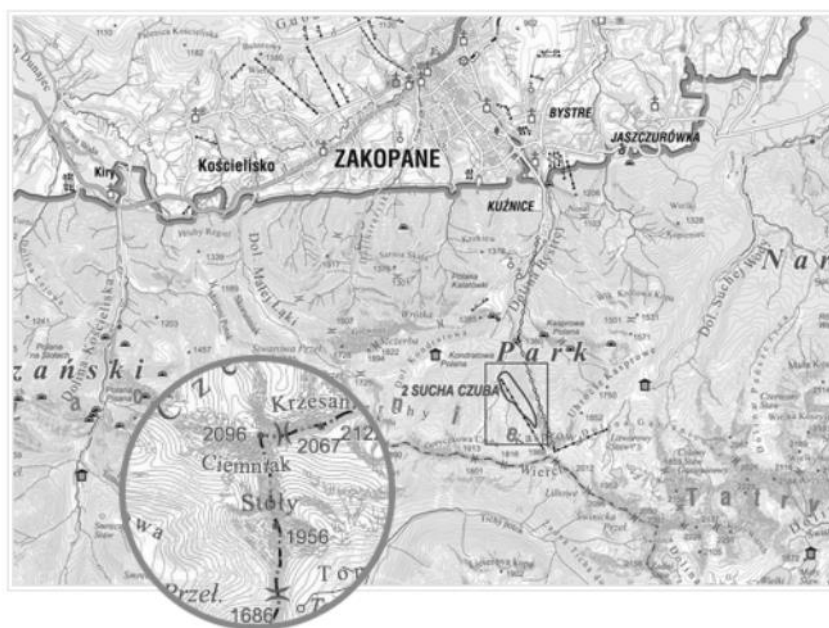
Použitie jQuery Cloud Zoom a Image Lens je uvedené na mapách pozemkov v územnom pláne rozvoja obce Tomice (Prus a Salata 2013).

jQuery Cloud Zoom umožňuje priblížiť a skúmať vplyv daného rastrového súboru v prehliadači. Skript môže byť použitý na mapových serveroch, ktorých rám nevyplní celkovú plochu okna prehliadača. Interaktivnosť jQuery Cloud Zoom je založená na obdĺžnikovej lupe s ktorou sa užívateľ pohybuje po miniatúrnej mape. Na Obr.2 je uvedená záujmová oblasť, v prvom okne je vyznačená lupa na mape a v druhom reálne zobrazenie. Aplikácia bola vytvorená v súlade so špecifikáciou XHTML 1.0 Strict pomocou skriptov Cloud Zoom v 1.0:2. jQuery JavaScript Library v 1.7.



Obr. 2. Grafická navigácia forma jQuery Cloud Zoom
 Aplikácia je k dispozícii na adrese: <http://www.homeproject.pl/ZoomBox2/>

Ďalšia aplikácia je vytvorená pomocou jQuery Image Lens. Skript umožňuje Image Zoom efekt pomocou interaktívnych šošoviek. Rastrové spracovanie sa zväčší priamo v okne, ktoré sa chová ako zväčšovacie sklo (Obr. 3). Nástroj jQuery Lens je možné využiť pri prezentácii dokumentov relatívne veľkého rozsahu v malom okne. Voliteľné zaoblenie šošovky je realizované iba v súčasných verziách webových prehliadačov. Aplikácia je tvorená v súlade so špecifikáciou XHTML 1.0 Transitional, pomocou skriptov jQuery Image Lens a JavaScript Library v1.4.2



Obr. 3. jQuery Image Lens, rozšírenie mapy pomocou kruhovej šošovky
 Aplikácia je k dispozícii na adrese: <http://www.homeproject.pl/ZoomLens2/>

V inej aplikácii používa jQuery Gzoom zložiek actionScript predstavovanú na turistických mapách a dokumentoch ochrany prírody obce Tomice (Obr. 4). Aplikácia bola vytvorená ako súčasť špecifikácie XHTML 1.0 Strict pomocou jQuery Gzoom a jQuery UI CSS framework.



Obr. 4. Grafická navigácia JQuery Gzoom
Aplikácia je k dispozícii na adrese: <http://www.homeproject.pl/ZoomBox3/>

DISKUSIA

V diskusii zhrnieme hlavné výhody a nevýhody cross-browser JavaScript knižnice jQuery:

1. Jednoduchosť výstavby a rekonštrukcia hotovej programovacej základne, jednoduchosť skriptu v štruktúre hypertextového dokumentu.
2. Možnosť prezentovať pomerne veľké rastrové grafiky v obmedzenom okne, čo umožňuje efektívne plánovať ergonómiu aplikácií a zvýšiť jej použiteľnosť.
3. Odovzdanie dynamiky statickým rastrovým spracovaniam.
4. Univerzálnosť, t.j. aplikáciu je možné spustiť vo webovom prehliadači (podmienka je jeho aktuálnosť) a to aj bez prístupu na internet, zo všetkých médií
5. Ľahká modifikovateľnosť a možnosť rozvíjať aplikácie.
6. Možnosť uložiť prezentované skripty do akéhokoľvek hypertextového dokumentu bez obmedzenia pri ich vykonávaní.
7. Neinvazívnosť jQuery kódu, ktorý môže byť zapísaný v externom súbore JavaScript a môže byť použitý v iných projektoch.
8. Spolahlivosť a bezúdržbovosť aplikácie, ktoré sú vytvorené na základe predložených komponentov a ktoré zároveň nevyžadujú servis a údržbu
9. Relatívne malé požiadavky na hardvér.

Nevýhody

1. Obmedzené funkcie, ktoré sú len na zoomovanie rastrovej mapy, preto sa vyžaduje aj použitie iných techník pre zvýšenie interaktivity a užitočnosti.

2. Možný rozdiel v zobrazení vybraných prvkov navigácie v rôznych webových prehliadačoch.
3. Technické limity vyplývajúce z použitia rastrových súborov, ktorých veľkosť môže presiahnuť niekoľko megabajtov, čo výrazne znižujú užitočnosť aplikácie.
4. Starnutie kódu.

ZÁVER

Článok uvádza príklady aplikácií ktorých hlavná funkcia je interaktívne priblíženie mapy pripravenej vo forme rastrového súboru. Prezentovaný jQuery môže byť úspešne použitý na výstavbu malých mapových štúdií, ktoré budú vytvorené na základe rastrového súboru. Efektívnosť využitia je najväčšia, ak sú súčasťou väčšieho celku alebo vyspelejšieho mapového servera. Dokáže úspešne poskytnúť rozšírenie textu o obrazové informácie, ale na druhej strane je interaktívnosť a dynamika môže byť obmedzená. Obmedzená funkčnosť skriptov je kompenzovaná početnými výhodami. Medzi najdôležitejšie patrí dostupnosť, neinvazívnosť, ľahká implementácia a možnosť modifikácie.

ABSTRAKT

Dostupnosť, funkčnosť a použiteľnosť interaktívnych mapových štúdií a digitálnych reprezentácií prírodného prostredia na internete rastie. Je to spôsobené okrem iného, rozvojom výpočtovej techniky, s rastúcimi požiadavkami užívateľov, ktorí čoraz častejšie hľadajú špecializované geodetické služby. Cieľom je analyzovať možnosť využitia niektorých techník a softvérových nástrojov vo forme komponentov jQuery JavaScript. Pre tvorbu interaktívnych mapových štúdií. jQuery bolo vybrané vzhľadom na skutočnosť, že sa jedná o jednu z najpopulárnejších technológií na vytvorenie sieťových aplikácií. Táto analýza umožnila testovanie 3 web. aplikácií, dostupných v rámci licencií OpenSource. Z analýzy vyplýva, že jQuery knižnicu je možné použiť na vytvorenie webových, mapových aplikácií, ale v obmedzenom rozsahu.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Mapové aplikácie, on-line maps, digitálna prezentácia, jQuery

POĎAKOVANIE

Článok vznikol vďaka podpore projektu VEGA 1/0744/13.

LITERATÚRA

- Cecco R., 2015. Cloud Zoom V1.0.2 [on-line] <http://www.professorcloud.com> [prístup 28.03.2015].
- Bartelme N., 2005. Geoinformatik: Modelle, Strukturen, Funktionen. Vollständig überarbeitete Auflage. Verlag Springer Berlin Heidelberg. Berlin 2005, s. 24.
- Bennett R., O'Neill E. T., Kammerer, K., 2014. assignFAST: An Autosuggest based tool for FAST Subject Assignment. *Information Technology and Libraries*, 33(1), 34-43.
- David M., 2011. Developing websites with jQuery mobile. Taylor & Francis.
- Dąbrowski K., Sawicki P., 2010. Wizualizacja ortofotomap cyfrowych w technologii Google Maps. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 21, s. 87-96.
- Delipetrevva B., Jonoskia A., Solomatineb D. P., 2014. Development of a web application for water resources based on open source software. *Computers & Geosciences*, Vol. 62, 35-42.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007. GIS. Obszary zastosowań. Wydawnictwo Naukowe PWN SA. Wydanie pierwsze. Warszawa, s. 7, 136.

- Kowalski P. J., 2012. Mapa jako praktyczny interfejs serwisu internetowego. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 23, 2012, s. 159-168.
- Król, K., Salata, T., 2013. Gromadzenie, przetwarzanie oraz wizualizacja danych przestrzennych za pomocą interaktywnych aplikacji internetowych na potrzeby rozwoju obszarów wiejskich. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, Nr 1/IV/2013, 195-207.
- Lenoci G. B., 2015. jQuery Gzoom 0.2. Added setZoom method, now you can set the zoom programmatically. Based on minizoom Pan plugin of Gian Carlo Mingati Version: 1.0. Dual licensed under the MIT and GPL licenses [on-line] <http://lab.gianiaz.com/jquery/gzoom/> [prístup: 28.03.2015].
- Li J., Li H., 2013. Management System of SanBao Village Peace District Based on jQuery. In *Computational and Information Sciences (ICCIS)*, 2013 Fifth International Conference on (pp. 336-339).
- Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W., 2006. GIS. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN SA. Warszawa, s. XIII, 4.
- McFarland D. S., 2012. JavaScript & jQuery: The Missing Manual. JavaScript i jQuery. Wydawnictwo Helion. Gliwice, s. 313.
- Miś R., Strzeliński P., Wegiel A., 2001. Systemy informacji przestrzennej w leśnictwie i ochronie środowiska leśnego. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego. Poznań, s. 11.
- Pietroń P., 2012. Gmina Tomice. Mapa w skali 1:20000. Wydawnictwo Compass. Kraków.
- Prus B., Budz Ł., 2014. The assesment of land cover In the Nowy Targ commune with particular fokus on the area of Natura 2000. *Geomatics, Landmanagement and Landscape*, No. 4/2014, 37-48.
- Prus B., Salata T., 2013. Spatial management policies in the community of Tomice in the context of the development directions of investment areas. *Geomatics, Landmanagement and Landscape*, No. 3/2013, 81-90.
- Soni M., 2015. JQuery Image Lens. A jQuery plug-in for Lens Effect Image Zooming. MIT License [on-line] <http://www.dailycoding.com/> [dostęp: 27.03.2015].
- Verens K., 2012. Projektowanie systemów CMS przy użyciu PHP i JQuery, Wydawnictwo Helion, Gliwice, s. 13.
- Warcup Ch., 2004. Von der Landkarte zum GIS. Eine Einführung in Geografische nformationssysteme. Points Verlag, s. 14.

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Lenka Szomorová, SPU v Nitre, FZKI, KKI Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: +421 (37) 641 5239, lenka.szomorova@gmail.com,

dr inż. Karol Król, University of Agriculture in Krakow, Faculty of Environmental Engineering and Land Surveying, Department of Land Management and Landscape Architecture, 24-28 Mickiewicza, 30-059 Krakow, Poland, e-mail: k.krol@ur.krakow.pl

**ZHODNOTENIE ZASTÚPENIA DRUHOV POZEMKOV V ÚZEMÍ POMOCOU
METÓD POPISNEJ ŠTATISTIKY**
EVALUATION OF LAND TYPES IN TERRITORY USING DESCRIPTIVE STATISTICS
METHODS

Jaroslav BAŽÍK, (SR) – Zlatica MUCHOVÁ, (SR)

ABSTRACT

This paper presents the use of descriptive statistics methods as one of the options for landscape assessment. Starplot and Fanny methods are described. Area of current landscape structure elements are evaluated: agricultural land, non-agricultural land, forests, special cultures, arable land, hop gardens, vineyards, gardens, orchards, permanent grassland, water surfaces, build-up area and spatial parameters of the individual cadastral areas: area of cadastral area, area of rural area and the area of the urban zone. The river basin of Žitava river was picked as a case study area, with 74 cadastral area of total area. The result is a dividing of all the territory into 8 clusters, which are graphically displayed. Clusters displayed similar characteristics of individual cadastral areas due to representation of land types. All cadastral area in individual clusters can be considered as similar and thus we can generally say that they can be applied to a similar decision-making processes. Some practical uses of these evaluations are presented in this paper.

KEY WORDS

descriptive statistics methods, types of land, landscape, geographic information system, landscape planning

ÚVOD

Využívanie krajiny predstavuje určité vyjadrenie súhrnu hospodárskych aktivít v priestore a v čase. Zároveň dochádza k hromadeniu informácií historického, hospodárskeho, sociálneho a kultúrneho potenciálu v prieniku s prirodzenými vlastnosťami krajiny a technickými možnosťami. Táto synergia tak vytvára priestorové usporiadanie foriem využívania krajiny tzv. štruktúru krajiny (Buček – Lacina, 1995). Mnohí autori (Sklenička, 2003; Supuka et al., 2013) považujú štruktúru krajiny za základný ukazovateľ ekologickej hodnoty krajiny.

Využívanie krajiny sa prezentuje pomocou jej funkčných vlastností. Človek mierou antropogénneho ovplyvnenia rozhoduje o ich priestorovom umiestnení a zastúpení. Sledovanie týchto zmien je možné vykonať k nejakému časovému horizontu, ktoré sa vzťahujú k ich následnému využitiu. V súčasnosti málo autorov berie do úvahy hodnotenie krajinej štruktúry vo vzťahu k pozemkovým úpravám, pri ktorých sa zohľadňuje aj návrhový stav (Muchová - Antal, 2013). Najmä zahraničné metodiky sa viac zaoberajú touto problematikou (Stejskalová, 2012; Konečná et al., 2012).

Sledovanie a hodnotenie vývoja krajinej štruktúry sa v súčasnosti najčastejšie realizuje na základe plošného zastúpenia hlavných foriem využitia krajiny. Ale nielen na základe plošného zastúpenia hlavných foriem využitia územia je možné hodnotiť krajinu. V závislosti od účelu hodnotenia je možné brať do úvahy aj iné krajinárske resp. nekrajinárske prvky. Hodnotenie krajiny môže byť zamerané napr. na morfometrické charakteristiky územia (napr. Šinka - Konc, 2014), vlastnícke vzťahy (napr. Muchová - Antal, 2013), demografické hodnoty (napr. Petrovič, 2006) a pod. V prípade komplexného zhodnotenia týchto parametrov na veľkom priestore, dochádza k hromadeniu veľkého množstva dát, ktoré treba spracovávať.

Pre jednoduchšie a prehľadnejšie spracovanie množstva dát je možné využiť niektoré z metód popisnej štatistiky (Venables - Smith, 2004; <http://www.r-project.org>).

Pri štatistickom skúmaní nás zaujímajú hromadné javy resp. procesy, v ktorých skúmame zákonitosti, ktoré sa javia vo veľkom počte určitých prvkov. Tieto prvky sa nazývajú štatistické jednotky. Sledujeme vlastnosti štatistických jednotiek, ktoré nazývame štatistické znaky alebo veličiny. Súhrn znakov a veličín tvoria skúmané dáta (Navara, 2007).

V príspevku prezentujeme možnosti zhodnotenia rozsiahlych území vzhľadom na ich priestorové rozmiestnenie druhov pozemkov. Skúmaným parametrom je plošné zastúpenie jednotlivých druhov pozemkov. Prostredníctvom metód popisnej štatistiky sme roztriedili rozsiahly súbor katastrálnych území (k. ú.) na základe podobnosti v zastúpení jednotlivých druhov pozemkov. Výsledkom sú skupiny (zhluky) katastrálnych území, o ktorých vieme povedať, že sa z hľadiska zastúpenia druhov pozemkov podobajú, resp. majú podobné znaky. V príspevku diskutujeme o tom, aké sú ďalšie možnosti hodnotenia krajiny pomocou týchto metód a uvádzame aj niektoré praktické využitia týchto hodnotení.

MATERIÁL A METÓDY

Prípadová štúdia je spracovaná pre povodie rieky Žitava. Do tohto povodia zasahuje celkovo 122 katastrálnych území. Ako to vidno na obrázku 3, pre naše hodnotenie sme si vybrali 74 k. ú., ktoré celou svojou výmerou zasahujú do povodia.

Povodie rieky Žitava o výmere 91 759,8 hektárov sa väčšou časťou svojho územia nachádza v Nitrianskom kraji, malou časťou v Banskobystrickom a Trenčianskom kraji. Povodie spadá do 7 okresov: Levice, Nitra, Nové Zámky, Partizánske, Topoľčany, Zlaté Moravce a Žarnovica. Priemerná výmera k. ú. v tomto povodí je 1027 ha. Poľnohospodárska pôda zaberá 59,4 % (z toho orná pôda 46,3 %), lesná pôda zaberá 32,4 %, vodné plochy 1,2 %, zastavané územia 4,9 % a ostatné plochy 2,1 %.

Podkladom pre určenie plošného zastúpenia jednotlivých druhov pozemkov sú katastrálne mapy a podklady z účelového mapovania polohopisu v tých k. ú., kde bol spracovaný projekt pozemkových úprav.

Grafické spracovanie podkladov a zistenie plošných parametrov jednotlivých druhov pozemkov bolo realizované v prostredí geografických informačných systémov (<http://www.esri.com>). Druhy pozemkov (orná pôda, lesné pozemky, vinohrady, záhrady, ovocné sady, trvalé trávne porasty, vodné plochy a ostatné plochy) boli spracované kontinuálne pre všetky riešené k. ú. v povodí.

Podklady boli zhodnotené metódami popisnej štatistiky (<http://www.r-project.org/>). Na stanovenie podobnosti území, podľa druhov pozemkov, boli využité metódy: hviezdice (radarplot/starplot) a fuzzy zhlukovanie (silhouette plot fanny).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

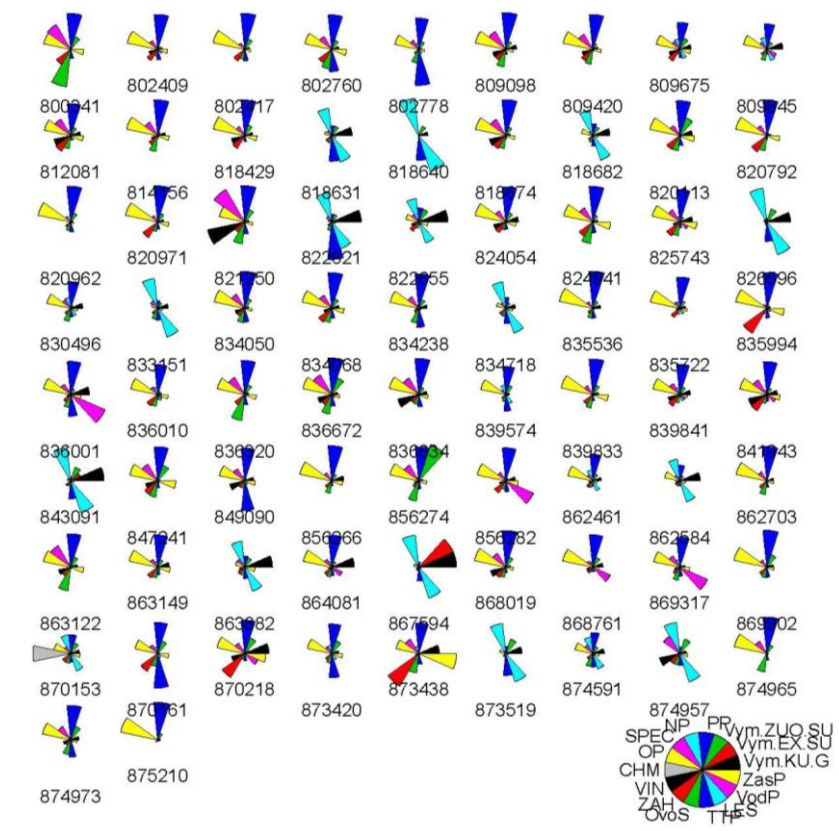
Bolo vykonaných niekoľko samostatných hodnotení, kde sme brali do úvahy skupinové resp. tematicky podobné parametre. Pre simuláciu metód sme zvolili plošné zastúpenie jednotlivých foriem využitia krajiny (t. j. druhy pozemkov).

Z hľadiska hodnotenia využívania krajiny sme do úvahy zahrnuli všetky merateľné charakteristiky, ktoré sme následne redukovali na dátový základ pre ďalší výskum. Sú to nasledovné parametre: výmera katastrálneho územia (VymKU), výmera extravilánu (VymEX), výmera zastavaného územia obce (vymZUO), výmera poľnohospodárskej pôdy (PP), výmera nepoľnohospodárskej pôdy (NP), výmera lesnej pôdy (LES), výmera špeciálnych kultúr spolu (SPEC), výmera ornej pôdy (OP), výmera chmeľníc (CHM), výmera viníc (VIN), výmera záhrad (ZAH), výmera ovocných sádov (OvoS), výmera trvalých trávnych porastov (TTP), výmera vodných plôch (VodP), výmera zastavaných plôch (ZasP).

Ako prvú metódu z popisnej štatistiky sme použili metódu hviezdíc (radarplot/starplot). Hviezdice nám graficky, vizuálne zobrazujú zastúpenie skúmaných veličín v jednotlivých k. ú.

Obrázky hviezdíc farebne zobrazujú zoskupené k. ú. povodia Žitavy na základe skúmaných charakteristík. Výstupy popisnej štatistiky nám umožňujú vybrať, do ďalších hodnotení, iba tie katastrálne územia, ktoré majú relatívne porovnateľné vlastnosti, alebo naopak, tie ktoré sú úplne rozdielne od ostatných. Takto určené prvotné definície sú základom pre následné úspešné porovnania, pričom sa vieme exaktne vyhnúť tomu, že by sme porovnávali neporovnateľné územia.

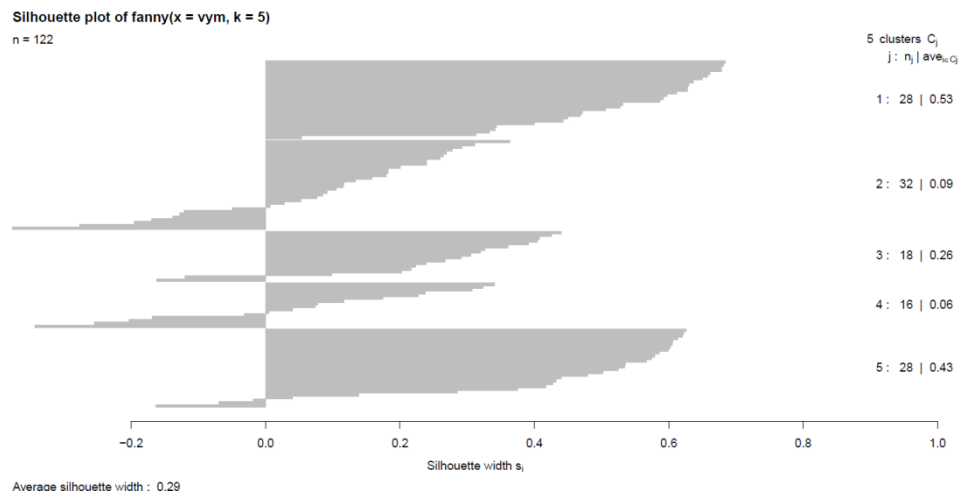
Obr. 1 Grafické zobrazenie vlastností mapovaných charakteristík metódou Starplot (šesťmiestne číslo zobrazuje kód k. ú.)



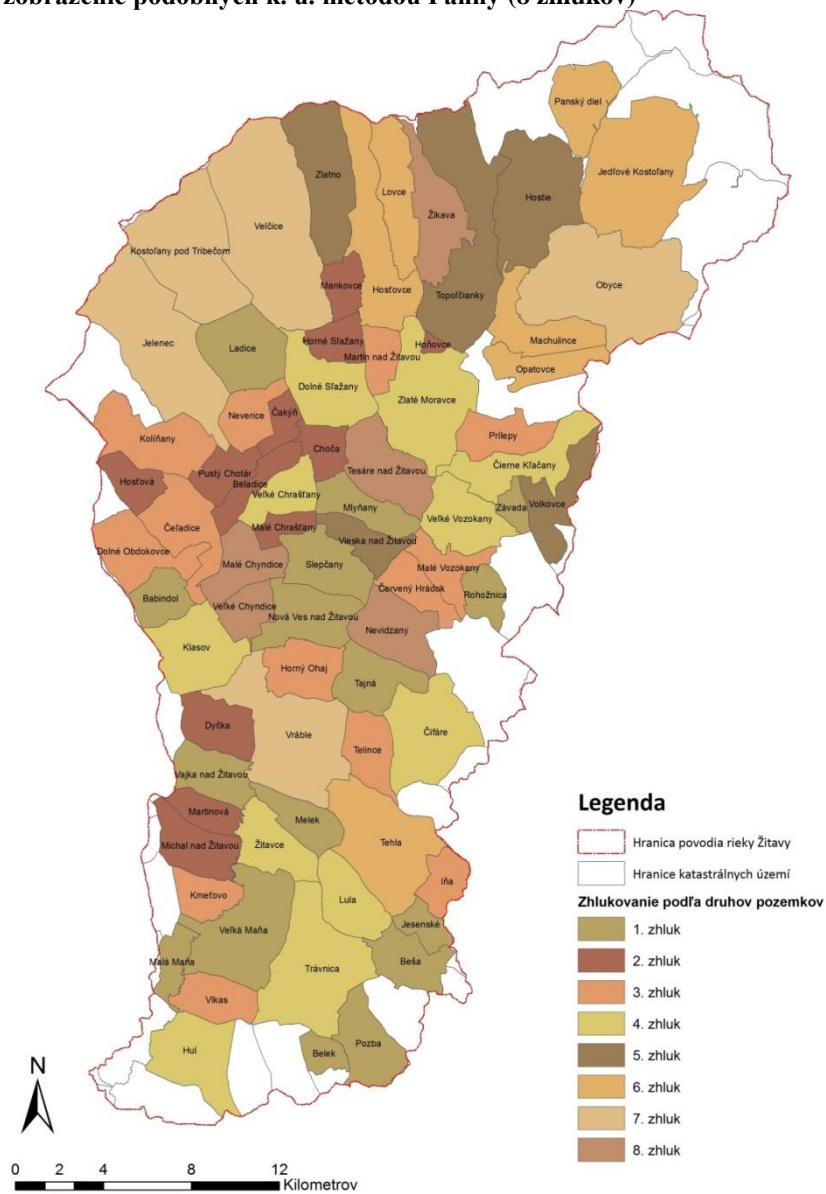
Obdobným spôsobom prezentujeme tvorbu zhlukov na základe dendrogramu Fanny. Hodnotené k. ú., na základe ich podobnosti podľa zastúpenia druhov pozemkov, sme rozčlenili napr. do piatich zhlukov nasledovne: 1. zhluk tvorí 28 k. ú., 2. zhluk tvorí 32 k. ú., 3. zhluk tvorí 18 k. ú., 4. zhluk tvorí 16 k. ú. a 5. zhluk tvorí 28 k. ú. (obr. 2).

Metódu Fanny sme využili aj pre tvorbu 8 zhlukov podobností k. ú. Výsledky zhlukovania sme tentokrát spracovali graficky, kde každému k. ú. sme priradili príslušné číslo zhluku a následne sme spracovali mapový výstup klasifikovaný na základe zhlukov (obr. 3).

Obr. 2 Zoskupenie podobných k. ú. metódou Fanny (5 zhlukov)



Obr. 3 Grafické zobrazenie podobných k. ú. metódou Fanny (8 zhlukov)



Na obr. 3 sú k. ú. farebne rozlíšené do 8 kategórií. O každej kategórii resp. zhľuku môžeme tvrdiť, že skúmané vlastnosti v nich sú si podobné až zhodné. To znamená, že všetky k. ú. napr. v zhľuku 1, vzhľadom na priestorové zastúpenie jednotlivých druhov pozemkov a celkové výmery, sú si podobné. A teda majú zhruba podobné zastúpenie ornej pôdy, lesnej pôdy atď. Sú zhruba v podobných veľkostných kategóriách čo sa týka celkovej výmery, výmery zastavaného územia resp. extravilánu.

Spracované podobné zhľuky k. ú. poskytujú prehľadnú situáciu pre následné hodnotenia v riešených územiach. Je zrejmé, že môžeme očakávať obdobný manažment, náročnosť prác, vzhľadom na zastúpenie jednotlivých druhov pozemkov, vo všetkých k. ú. združených v rovnakom zhľuku.

Praktické využitie vidíme najmä v následných analýzach, kedy sa v mnohých prípadoch snažíme použiť metódu, vzorec v neporovnateľných podmienkach. Viacerí autori (Reháčková a kol. 2007, Stejskalová a kol., 2012, Bažík - Muchová, 2014) popisujú napr. aplikovanie koeficientov ekologickej stability. Konštatujú, že nie je možné koeficient počítať jednotne pre všetky k.ú. Nami prezentované postupy umožňujú vopred (pred aplikáciou výpočtu koeficientov) združiť územia napr. podľa zastúpenia lesných porastov a vypočítať upravený koeficient podľa konkrétnych pomerov v území. V prípade, že prezentované metódy aplikujeme pre morfometrické charakteristiky (Šinka - Konc, 2014) je možné koeficient určiť aj vzhľadom na členitosť územia spolu so zastúpením napr. lesných porastov a ornej pôdy. Teda tých charakteristík, ktoré najviac ovplyvňujú ekologickú stabilitu územia. Iní autori (Leitmanová, 2012, Konečná a kol. 2012) sa zaoberajú napr. problematikou nájdenia najvhodnejších lokalít pre situovanie určitých činností. V prípade správne zvolených kritérií, resp. vstupných parametrov vieme z hodnotených lokalít vytipovať, ktoré sa najviac danej potrebe podobajú.

Hodnotenie krajiny pomocou metód popisnej štatistiky nám umožňuje rýchle a exaktné zoskupenie podobných charakteristík pre skúmané k. ú. Z uvedených výsledkov aplikácie metód popisnej štatistiky vidíme nielen zoskupenie k. ú. do zhľukov, ale následným spracovaním vieme presne zadefinovať rozpätie skúmaných hodnôt. Vieme následne zodpovednejšie stanoviť klasifikácie a zhodnotiť výsledky aj z rôznorodých vstupných údajov.

ZÁVER

V poslednom čase sa do popredia dostáva otázka hodnotenia optimalizácie procesov v krajine. V mnohých prípadoch ide o to, aby sa objektívnym spôsobom, komplexne a čo najrýchlejšie zhodnotilo značne rozsiahle územie. Často do hodnotení vstupujú viackriteriálne veličiny, čo komplikuje aplikáciu doterajších postupov. V oblasti krajinného plánovania sa nestretávame veľmi často s využitím metód popisnej štatistiky. Metódy popisnej štatistiky, ako napr. metódy Starplot a Fanny, nám umožňujú komplexnejšie zhodnotiť územie z pohľadu skúmanej charakteristiky. Pokúsili sme sa o aplikáciu daných metód pre porovnanie katastrálnych území vzhľadom na zastúpenie jednotlivých druhov pozemkov. Hodnotené boli ich priestorové parametre a následne boli spracované skupiny k. ú., ktoré môžeme považovať za podobné vzhľadom na mapovanú charakteristiku.

Prezentovaný spôsob hodnotenia má mnohé ďalšie praktické využitia. Umožňuje nám aj multikriteriálne hodnotenia krajiny, kde si sami zvolíme ľubovoľný počet kritérií, ktoré sú dôležité pre daný výskum. Jednoduchým a rýchlym spôsobom je možné klasifikovať veľké územie podľa želaných kritérií. Týmto nám umožňuje identifikovanie možných kandidátov na dominantné resp. kombinovateľné charakteristiky územia. Zvolením správnych kritérií môžeme identifikovať ekonomicko-ekologický dopad v problematických regiónoch a oblasti.

ABSTRAKT

Príspevok prezentuje využitie metód popisnej štatistiky ako jednu z možností hodnotenia krajiny. Uvádzané sú metódy Starplot a Fanny. Do hodnotenia krajiny boli zahrnuté prvky súčasnej krajinnej štruktúry: výmera poľnohospodárskej pôdy, výmera nepoľnohospodárskej pôdy, výmera lesnej pôdy, výmera špeciálnych kultúr spolu, výmera ornej pôdy, výmera chmeľníc, výmera viníc, výmera záhrad, výmera ovocných sádov, výmera trvalých trávnych porastov, výmera vodných plôch, výmera zastavaných plôch a priestorové parametre jednotlivých katastrálnych území: výmera katastrálneho územia, výmera extravilánu, výmera zastavaného územia obce. Za riešené územie bolo zvolené povodie rieky Žitava, do ktorého celou výmerou zasahuje celkovo 74 katastrálnych území. Výsledkom je rozdelenie všetkých území do 8 zhlukov, ktoré sú aj graficky zobrazené. Zobrazené zhluky predstavujú obdobné charakteristiky jednotlivých katastrálnych území, vzhľadom na zastúpenie druhov pozemkov. Všetky katastrálne územia, v jednotlivých zhlukoch, môžeme považovať za podobné a teda vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že v nich je možné aplikovať obdobné rozhodovacie procesy. V príspevku uvádzame aj niektoré praktické využitia týchto hodnotení.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

metódy popisnej štatistiky, druhy pozemkov, krajina, geografické informačné systémy, krajinné plánovanie

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0656/12.

LITERATÚRA

- BAŽÍK, J. – MUCHOVÁ, Z. 2014. Metodológia a prípadová štúdia určenia ekologickej stability územia pre pozemkové úpravy. In *Študentská vedecká konferencia FZKI 2014*. Nitra : SPU v Nitre, s. 126-133. ISBN 978-80-552-1217-3.
- BUČEK, A. – LACINA, J. 1995. Přírodovědná východiska ÚSES. In LÖW, J. et al.. *Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. Teorie a praxe*. Brno : Doplněk, 124 s. ISBN 80-85765-55-1.
- KONEČNÁ, J. et al. 2012. *Hodnocení účinnosti realizací protierozních a vodohospodářských zařízení v modelových územích: redakčně upravená roční zpráva*. Brno : VÚMOP, v.v.i., 131 s.
- LEITMANOVÁ, Mária. Vybrané aspekty využitia geografických informačných systémov v projektoch pozemkových úprav. In *Interaktívna konferencia mladých vedcov 2011*. Banská Bystrica : Preveda, 2011. ISBN 978-80-970712-1-9. , s. 102.
- MUCHOVÁ, Z. – ANTAL, J. 2013. *Pozemkové úpravy*. Nitra : SPU, 336 s. ISBN 978-80-552-1130-5.
- NAVARA, M. 2007. *Pravděpodobnost a matematická statistika*. Praha : Nakladatelství ČVUT, 240 s. ISBN 9788001037959.
- PETROVIČ, F. 2006. The changes of the landscape with dispersed settlement, 2006. In *Ekológia* (Bratislava). ISSN 1335-342X, Roč. 25, č. 1 (2.2006), s. 65-89.
- REHÁČKOVÁ, T. et al. 2007. Metodický postup stanovenia koeficientu ekologickej stability krajiny. In *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae*, Vol. 15. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave. pp. 26 – 38. ISSN 1335-0285.
- SKLENIČKA, P. 2003. *Základy krajinného plánování*. Praha : Naděžda Skleničková, 321 s. ISBN 80-903206-1-9.
- STEJSKALOVÁ, D. et al. 2012. Metoda ekologického a estetického hodnocení společných zařízení pozemkových úprav. In *Littera Scripta*, roč. 5, č. 2, s. 287-303. ISSN 1802-503X.

SUPUKA, J. et al. 2013. *Landscape structure and biodiversity of woody plants in the agricultural landscape*. Brno : Mendelova univerzita v Brně, 187 s. ISBN 978-80-7375-905-6.

ŠINKA, Karol - KONC, Lubomír. 2014. Výpočet topografického faktora s využitím USLE2D a GIS. In *Veda mladých 2014*. 1. vyd. 1 CD-ROM (346 s.). Veda mladých. Nitra : SPU, 2014, s. 208-219. ISBN 978-80-552-1189-3.

VENABLES W. N. – SMITH D. M. 2004. R Development Core Team. 2004. An Introduction to R. Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics. 2004. 96 p. ISBN 3-900051-12-7

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Jaroslav Bažík, KKPPÚ, FZKI, SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: jarobazik@gmail.com

doc. Ing. Zlatica Muchová, PhD., KKPPÚ, FZKI, SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovensko, e-mail: zlatica.muchova@gmail.com

**BEZKONTAKTNÉ MERANIE GEOMETRICKÝCH PARAMETROV RELIÉFU
DNA VODNÝCH NÁDRŽÍ METÓDOU BLÍZKEJ FOTOGRAMETRIE**
CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY APPLICATION FOR CONTACTLESS SURVEY
OF GEOMETRIC PARAMETERS OF WATER RESERVOIR BOTTOM

Jakub KOČICA, (SK) - Jozef HALVA, (SR)

ABSTRACT

Unstable and difficult accessible areas, such as the bottoms of water reservoirs, require the use of contactless methods for survey of geometric parameters. Optical scanning represents the most progressive close-range digital photogrammetry technology for contactless non-selective measurement of surfaces with heterogeneous textures. The aim of the experiment is to validate application possibilities of optical scanning for bathymetric mapping on model object Zobor lake. The accuracy and reliability of photogrammetric model, as well the derived bathymetric characteristics, are compared with reference data from geodetic survey. The result of work and accuracy analysis indicates the great potential of optical scanning for precise modeling in external landscape areas.

KEY WORDS

Close-range photogrammetry, DEM, bathymetric mapping, non-selective survey

ÚVOD

Medzi najvýraznejšie činitele ovplyvňujúce vodohospodársku a ekologickú funkciu vodných nádrží patrí akumulácia a sedimentácia erodovaných horninových a pôdných častíc z povodia, ktoré sú prinášané hlavne povrchovým odtokom. Akumulácia sedimentov na dne redukuje retenčný priestor v nádrži, čo môže viesť až k postupnému zániku nádrže [1]. Podľa pedologicko-geologických vlastností územia v okolí nádrže je možné predpokladať zloženie nesených častíc a náchylnosť horninového podložia a pôd na eróziu, avšak priame určenie objemu sedimentov usadených na dne je možné iba meraním geometrických parametrov dna a následným porovnaním s meraniami v minulosti. Základné batygrafické charakteristiky, najmä objemy a plochy zatopených priestorov, umožňujú sledovať schopnosť nádrže plniť svoju vodohospodársku funkciu. Pri zavodnených priestoroch je batygrafické mapovanie obmedzené výhradne na bezkontaktné akustické metódy (sonar) alebo priame meranie vzdialenosti ponornými sondami [1][2][3]. V rámci údržby, alebo vo výnimočných situáciách, sú nádrže vypúšťané a dno je následne prístupné aj pre terestrické metódy merania. Sediment, zložený väčšinou z jemnozrnných horninových častíc a sapropelu, je charakteristický svojou nestabilitou pri mechanickej záťaži. Geodetické práce sú v takomto prostredí fyzicky veľmi náročné a v extrémnych prípadoch nebezpečné až nemožné. Najvhodnejšie uplatnenie tu nachádzajú metódy bezkontaktného merania, akými sú najmä geodetické zameranie s meraním vzdialenosti pasívnym odrazom, terestrické laserové skenovanie (TLS), letecké laserové skenovanie (LLS), letecká fotogrammetria a pozemná (blízka) fotogrammetria. Každá z metód má špecifické parametre pre realizáciu, svoje výhody, ale aj nevýhody, ktoré ju predurčujú pre konkrétne riešenie. Letecká fotogrammetria a LLS sú extrémne ekonomicky a časovo náročné metódy, ktoré je racionálne využívať na územiach väčšej rozlohy. Významné sú tu pozemné metódy merania, pričom základné porovnanie metód TLS a blízkej fotogrametrie je publikované v [4]. Blízka fotogrammetria je vhodná najmä pre svoju rýchlosť, mobilitu, presnosť na vzdialenosť menšiu ako 30 m 1cm a presnosť porovnateľnú až lepšiu ako TLS vo vzdialenosti 5 m a menej [5][6]. V prípade, že sa jedná o „Low-Cost“ fotogrametriu [7], je pomer ceny a výkonu vybavenia diametrálne odlišný v porovnaní s každou vyššie uvedenou metódou. Výstup fotogrametrického spracovania je rovnako, ako

pri TLS, mračno bodov so súradnicami XYZ pre každý podrobný bod plochy a RGB atribútom sfarbenia bodu

V oblasti netopografického merania sú publikované najmä práce z oblasti geológie a stavebníctva. Blízka fotogrametria sa aplikuje pre stanovenie zmien svahov po zosuvoch [8], parametrov prejavov seizmických aktivít [9], diskontinuity skalných masívov [10] alebo meranie geometrických vlastností geologického prostredia [4]. V rámci hydrologie je publikované použitie pre meranie korýt plytkých tokov [11], topografickej plochy hydrologických modelov [12] alebo geologického podkladu v priestoroch priehradnej hrádze [13].

MATERIÁL A METÓDY

Ako modelový objekt pre experimentálne fotogrametrické meranie bol zvolený objekt Zoborského jazierka, nachádzajúci sa v katastrálnom území Zobor, obec Nitra. Jazierko vzniklo zatopením bývalého žulového lomu, ktorý bol v prevádzke v 60. rokoch 19. storočia. V súčasnosti nie je objekt vodohospodársky využívaný a má hlavne esteticko-rekreačnú funkciu [14]. V priebehu mesiaca marec 2015 bola z objektu odčerpaná voda za účelom prieskumu dna. Počas vypúšťacích prác bol takmer celý organický kal odstránený a exponované dno pozostáva výhradne zo skeletu, najmä bridličnatých hornín a piesočnatých častíc. Uprostred dna bolo malé zvyškové množstvo vody.

Obr. 1 Poloha Zoborského jazierka v katastrálnom území Zobor, obec Nitra (www.arcgis.com,2015)



Prístrojové vybavenie

Pre snímkovanie bola použitá nemetrická digitálna zrkadlová fotokamera Canon EOS 5 Mark II so senzorom CMOS full frame (36x24 mm) s rozlíšením 21,1 Mpix (5616 x 3744pix). Fyzická veľkosť jedného pixela je 6,549x6,549 μm . Objektív Canon EF 50MMf/1.4 USM má ohniskovú vzdialenosť 50 mm a svetelnosť f/1,4. Geodetické zameranie vlíčovacích bodov a referenčného etalónu bolo realizované totálnou stanicou Leica TS15. Presnosť merania uhlov je výrobcom definovaná na 1" (0,3 mgon) a merania dĺžok na 1 mm + 1.5 ppm. Absolútna orientácia miestneho súradnicového systému do referenčného systému S-JTSK bola realizovaná na základe zamerania bodov technológiou GNSS prístrojom LEICA GS 15 s pripojením na Štátnu priestorovú sieť (ŠPS), na aktívne body Slovenskej priestorovej a observačnej služby (SKPOS).

Vyhotovenie a spracovanie meraných údajov

Snímkovanie sa realizovalo dňa 24. 03. 2015. Vzhľadom na jasné počasie a termín snímkovania (poludnie) boli podmienky pre prácu veľmi dobré. Nastavenie parametrov snímkovania bolo podmienené svetelnými podmienkami. Citlivosť na svetlo (ISO) bola

nastavená na hodnotu 100, zaostrenie objektívu na ∞ , expozičný čas 1/320“, clonové číslo bolo automaticky prepočítavané pre každú snímku v intervale f/5-9, formát snímky .raw. Pre transformáciu modelu do referenčného súradnicového systému bolo použitých 6 vlíčovacích bodov (4 identické pre každý blok), ktoré boli doplnené 10 kontrolnými značkami pre stanovenie aposteriórnej presnosti fotogrametrického merania. Spolu bolo použitých 16 diagonálových cieľových značiek. Rozmiestnenie kontrolných značiek bolo určené rozmermi snímaného povrchu na vyhotovenej snímke a podmienkou, aby boli aspoň na 2 snímkach rozpoznateľné minimálne 4 rovnaké značky. Veľkosť snímanej plochy, ako aj veľkosť jedného pixela na skutočnom povrchu (GSD) je určená mierkovým číslom, ktoré sa počíta podľa vzťahu [15]:

$$1: M_s = c_k/h \quad (1)$$

kde: M_s – mierkové číslo

c_k – konštanta komory (ohnisková vzdialenosť)

h – výška (vzdialenosť) od snímaného povrchu

Pri odhadnutej vzdialenosti od snímaného povrchu 35 m je mierkové číslo 700. Priemerná veľkosť snímaného povrchu zaznamenaného na jednej snímke je 25,2x16,8 m, GSD = 0,004 m. Pri 60% pozdĺžnom prekrytí snímok je minimálna vzdialenosť medzi kontrolnými značkami, ktorá umožní ich identifikáciu aspoň na 2 snímkach 14 m. Pre fotogrametrické spracovanie bolo zhotovených 27 meračských snímok. Zameranie vlíčovacích bodov a geodetické zameranie dna jazierka je realizované v súradnicovom systéme S-JTSK. Body sú merané priestorovou polárnou metódou, signalizované výtyčkou s 360° odrazovým hranolom. Aposteriórna presnosť geodetického merania je 0,002 m. Fotogrametrické vyhodnotenie je realizované v aplikácii Photoscan® od spoločnosti Agisoft metódou optického skenovania v dvoch blokoch. Snímky sú automaticky orientované pomocou obrazovej korelácie bez nutnosti predkalibrácie kamery. Zväzky lúčov sú vyrovnávané podľa aktuálnych podmienok vnútornej a vonkajšej orientácie snímky, ktoré boli určené súbežnou kalibráciou kamery na bodoch meračských snímok. Pre všetky snímky boli použité rovnaké parametre distorzie objektívu. Po perspektívnej transformácii na vlíčovacích bodoch a opravení odhadnutej pozície snímkovania na skutočné hodnoty je generované husté bodové pole s krokom 0,05x0,05 m. Pre porovnanie priestorových modelov oboch metód merania a stanovenie chýb na bodoch geodetického etalónu sú generované dva digitálne modely reliéfu (DMR) reprezentatívnymi interpolátormi – vektorový TIN model a rastrový „Topo To Raster“ s rozlíšením 0,05 m, s hranicou interpolácie (*Boundary*) a parametrom vodnej hladiny (*Lake*) definovaných z bodov geodetického merania. DMR a analýza presnosti je spracovaná v GIS aplikácii ArcMap® od spoločnosti ESRI.

Pre posúdenie presnosti merania sú podstatné štatistické hodnoty minimálnych a maximálnych rozdielov ΔH_i od referenčných hodnôt, aritmetický priemer m , smerodajná odchýlka σ , stredná kvadratická chyba m_{RMS} a na vlíčovacích bodoch aj stredná polohová kvadratická chyba m_p a zhodnotenie relatívnej presnosti m_p/D [4][7][16]. Pre posúdenie presnosti DMR je použitých 128 bodov geodetického etalónu, ktoré sa nachádzajú v interpolovanej oblasti

VÝSLEDKY

Fotogrametrickým spracovaním a dodatočnou manuálnou editáciou bodového mračna je vybraných 353 000 bodov hustého mračna, ktoré definujú reliéf dna vodnej nádrže. Plocha modelovanej oblasti je 2000 m². Analýzou fotogrametrického modelu na vlíčovacích

a kontrolných bodoch je určená presnosť m_p 0,008 m. Porovnaním DMR z mračna bodov a geodetického etalónu je určená stredná výšková chyba v TIN modeli (Obr. 2) 0,056 m a v rastrovom Topo To Raster modeli 0,054 m. Štatistiky analýz sú uvedené v Tab. 1 a 2. Meraním plochy a objemu zatopených priestorov na kardinálnych kótach sú stanovené vzorové batygrafické charakteristiky pre fotogrametrický a geodetický model. Hodnoty plôch, objemov a ich rozdielov sú uvedené v Tab. 3.

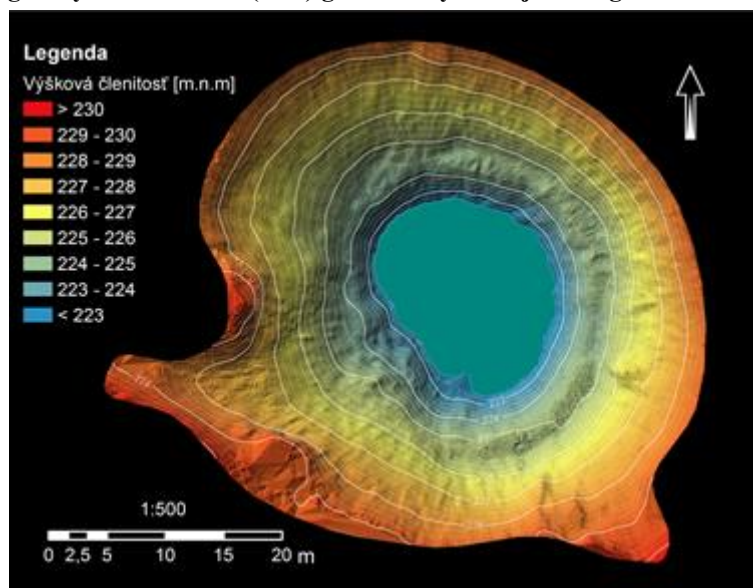
Tab. 1 Aposteriórna presnosť fotogrametrického merania

Fotogrametrický model								
ΔX min [m]	ΔX max [m]	ΔY min [m]	ΔY max [m]	ΔZ min [m]	ΔZ max [m]	mX [m]	mY [m]	mZ [m]
0,000	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,004	0,005	0,003	0,002
σX [m]	σY [m]	σZ [m]	$m_{RMS} X$ [m]	$m_{RMS} Y$ [m]	$m_{RMS} Z$ [m]	m_p [m]	m_p/D [-]	
0,006	0,004	0,002	0,006	0,004	0,002	0,008	1:4449	

Tab. 2 Štatistiky rozdielov fotogrametrického modelu a geodetického etalónu v DMR

DMR TIN				
ΔZ min [m]	ΔZ max [m]	m Z [m]	σZ [m]	$m_{RMS} Z$ [m]
0,000	-0,164	0,045	0,049	0,056
DMR Topo To Raster				
ΔZ min [m]	ΔZ max [m]	m Z [m]	σZ [m]	$m_{RMS} Z$ [m]
0,000	-0,127	0,044	0,054	0,055

Obr. 2 Digitálny model reliéfu (TIN) generovaný z údajov fotogrametrického merania



Tab. 3 Porovnanie vzorových batygrafických charakteristík vodnej nádrže

Kóta hladiny [m.n.m]	Fotogrametrický model		Geodetický model		Rozdiel			
	S [m ²]	V [m ³]	S [m ²]	V [m ³]	S [m ²]	V [m ³]	S [%]	V [%]
223	229	94	226	226	-3	132	-1,22	58,42
224	322	367	326	500	4	133	1,22	26,44
225	520	775	524	915	4	140	0,90	15,34
226	717	1396	726	1541	9	145	1,22	9,45
227	964	2231	959	2381	-5	150	-0,51	6,30
228	1254	3341	1220	3466	-34	125	-2,79	3,62
229	1976	4789	1744	4884	-232	95	-13,31	1,94
Spolu	5983	12994	5727	13916	-256	922	-4,48	6,62

DISKUSIA

Pre snímkovanie plochy v tejto konfigurácii je v rámci zásad optického skenovania nutné zvoliť postup, pri ktorom sa osi záberov približujú polohám konvergentnej fotogrametrie. Pretínanie lúčov na rovinách v osi záberu a bodoch na vodnej hladine je vo fotogrametrii všeobecne problematické. **Hrubé chyby sa na DMR vyskytujú hlavne v týchto miestach.** Toto je nutné zohľadniť pri každom použití blízkej fotogrametrie a problematické prvky je potrebné doplniť snímkovaním z vhodnejšej pozície resp. ich úplne vylúčiť zo spracovania. 90 % chýb na bodoch geodetického etalónu je pod hodnotou 0,1 m. Z histogramu rozdielov je možné určiť náhodné rozdelenie, bez náznaku systematickej chyby. Sypký a nestabilný povrch neumožnil zachovať intaktnú plochu počas geodetického zamerania, rovnako aj penetrácia výtyčky do určitej miery vplýva na presnosť porovnania. Dôveryhodnosť experimentálneho zamerania je na veľmi vysokej úrovni. Podrobnosť geodetického zamerania pri meraní zatopených plôch je v porovnaní s fotogrametrickým modelom dostatočná. Výrazný prínos neselektívneho merania je zjavný najmä pri porovnaní zatopených objemov. Pri zvolenom rozlíšení merania sa podrobnosť geodetického zamerania limitne zvyšuje s plošným rozsahom meranej oblasti, zatiaľ čo podrobnosť fotogrametrického merania je konštantná na celej hodnotenej ploche. Selektívny výber bodov v geodetickom meraní neumožňuje zachytiť všetky zmeny vo variáciách priebehu reliéfu, výsledkom čoho je výraznejšie generalizovaný priestorový model. Z hľadiska časovej náročnosti je fotogrametrické meranie (0,5 h) v porovnaní s geodetickým (2 h) efektívnejšie a fyzicky menej náročné. Najprácejším úkonom pri fotogrametrických terénnych prácach je rekognoskácia objektu a vhodné rozmiestnenie a zameranie vlíčovacích bodov.

ZÁVER

Výrazný technologický pokrok v digitálnych technológiách umožnil progresívny rast možností uplatnenia blízkej fotogrametrie. Pri správnom zhodnotení aktuálnych podmienok je možné túto technológiu aplikovať v jej apriórnych možnostiach pre podrobné meranie geometrických parametrov nepravidelných a členitých objektov s malými rozmermi, s výraznou časovou, ako aj ekonomickou úsporou. V krajinom priestore je možné nájsť uplatnenie najmä pri veľmi presnom meraní mikroreliéfu terénu, horninového prostredia, koryt tokov alebo nebezpečných objektov, akými sú napr. skládky odpadov. Aplikácia optického skenovania nie je limitovaná použitím výhradne v projekčnej činnosti a umožňuje získavať presné údaje aj pre potreby geovedného výskumu. Mobilita a temporálna kvalita fotogrametrického modelovania je v porovnaní s akoukoľvek selektívnou a neselektívnou metódou merania bezkonkurenčná. Tento fakt predurčuje blízku fotogrametriu za veľmi vhodnú technológiu merania dynamických geomorfologických procesov v krajine.

ABSTRAKT

Nestabilné a náročne prístupné priestory, akými sú napríklad dna vodných nádrží, si vyžadujú použitie bezkontaktných metód merania geometrických parametrov prostredia. V blízkej digitálnej fotogrametrii predstavuje optické skenovanie najprogresívnejšiu technológiu bezkontaktného neselektívneho merania povrchov s heterogénnou textúrou. Zámerom experimentu je overiť aplikačné možnosti optického skenovania pre potreby batygrafického mapovania na modelovom prípade Zoborského jazierka. Presnosť a dôveryhodnosť fotogrametrického modelu, ako aj odvodených batygrafických charakteristík je porovnaná s geodeticky zameranými kontrolnými údajmi. Výsledky práce a rozboru presnosti napovedajú o veľkom potenciáli optického skenovania pre podrobné modelovanie v krajinom priestore.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Blízka fotogrametria, DMR, batygrafické mapovanie, neselektívne meranie

LITERATÚRA

- [1] KUBINSKÝ, D. et al. 2013. *Zmeny akumuláčného objemu vodných nádrží Veľká Richňavská a Malá Richňavská*. Acta Hydrologica Slovaca 2/14. Bratislava. 2013, s. 402-413
- [2] SOČUVKA, V., VELÍSKOVÁ, Y. 2014. *Možnosti stanovenia hrúbky a objemu dnových sedimentov vodných nádrží*. Acta Hydrologica Slovaca 2/15. Bratislava. 2014, s. 370-378
- [3] KUBINSKÝ, D., WEIS, K. 2013. *Zmeny retenčného objemu v priestore vodnej nádrže (tajchu) Evička*. Acta Environmentalica Universitatis Comenianae vol. 21. Bratislava. 2013, s. 18-26
- [4] FRAŠTIA, M. 2012. *Laserové verzum optické skenovanie skalných masívov*. Mineralia Slovaca vol. 44. Bratislava. 2012, s. 177-184
- [5] FRAŠTIA, M. 2011. *Poznanky a skúsenosti z optického skenovania objektov banskoštiavnickej kalvárie*. Slovenský geodet a kartograf 4/11. Bratislava. 2011, s. 11-13
- [6] FRAŠTIA, M. 2009. *Meranie geometrických vlastností horninového prostredia geodetickými a fotogrametrickými metódami*. ŠGÚDŠ. Bratislava. 2009
- [7] KLIMENT, M. et al. 2012. *Priestorové mapovanie „Low-Cost“ fotogrametriou pre projektovanie v krajine*. Acta horticulturae et regiotecturae. Nitra. 2012, s. 23-26
- [8] GONZÁLEZ-DÍEZ, A. et al. 2013. *Development of a methodological approach for the accurate measurement of slope changes due to landslides, using digital photogrammetry*. Landslides vol. 11. Berlin:Springer. 2014, s. 615-628
- [9] BEMIS, S. et al. 2014. *Ground-based and UAV-Based photogrammetry: A multi-scale, high-resolution mapping tool for structural geology and paleoseismology*. Journal of Structural Geology vol. 69. Elsevier. 2014, s. 163-178
- [10] ASSALI, P. et al. 2013. *Surveying and modeling of rock discontinuities by terrestrial laser scanning and photogrammetry: Semi-automatic approaches for linear outcrop inspection*. Journal of Structural Geology vol. 66. Elsevier. 2014, s. 102-114
- [11] JAVERNICK, L. et al. 2014. *Modeling the topography of shallow braided rivers using Structure-from-Motion photogrammetry*. Geomorphology vol. 213. Elsevier. 2014, s. 166-182
- [12] BERTIN, S. et al. 2014. *Digital stereo photogrammetry for grain-scale monitoring of fluvial surfaces: Error evaluation and workflow optimisation*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing vol. 101. Elsevier. 2015, s. 193-208
- [13] SHAFFNER, P. et al. 2014. *Characterization of dam foundation blocks using digital photogrammetric mapping and borehole geophysical logging to create comprehensive 3D foundation models*. [online] [cit 2015-03-31]. Dostupné na: <http://www.usbr.gov/pmts/geology/3dphotogrammetry.pdf>
- [14] LÖRINCOVÁ, A. 2012. *Priroda Nitry a okolia*. [online] [cit 2015-03-31]. Dostupné na: http://www.nisys.sk/www/files/documents/77/Priroda%20Nitry_SK.pdf
- [15] BITTERER, L. 2005. *Základy fotogrametrie*. Žilinská univerzita v Žiline. 2005, s. 215
- [16] HALVA, J. 2012. *Vplyv interpolačných metód na presnosť digitálneho modelu reliéfu*. Acta horticulturae et regiotecturae. Nitra. 2012, s. 20-22

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Jozef Halva, PhD, SPU v Nitre, Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Hospodárska 7, 949 01 Nitra, Slovenská republika, jozef.halva@uniag.sk

VŠEOBECNÉ ZÁSADY FUNKČNÉHO USPORIADANIA ÚZEMIA APLIKOVANÉ NA PRÍKLADE KATASTRÁLNEHO ÚZEMIA NIŽNÁ

GENERAL PRINCIPLES OF THE FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE TERRITORY FOR EXAMPLE CADASTRAL TERRITORY NIŽNÁ

Igor GACKO, (SK) – Zlatica MUCHOVÁ, (SK)

ABSTRACT

The common principles for using of land contain a lot rules which are supposed to achieve optimal way of ecological farming in a given land. We put attention to setting and evaluating of “real“ soiltransport while keeping in mind the farming of agricultural plants. The hydrologically correct model of relief was made (DMR) as a basis for evaluation of water erosion. First of all, the evaluation of potential intensity of water erosion which was not influenced by any protective influence of flora or of anti erosion actions. Then we defined the amount of soiltransport for the most common plant in regard to anti erosion land arrangements. When we gathered the information about sowing procedures on a given piece of land in the years 2009-2013 and we added the evaluation of protective influence of flora we managed to model a current “real“ erosion. We found out that giant fields in given piece of land are roughly 206,67ha. Wide-crops are mostly grown there so the degradation process are obvious there. This is the same thing as was confirmed by reconnaissance of terrain and from modeling. The solution to this was not have bigger than 50 ha fields. We doublechecked our solution by remeasuring and reevaluating of water erosion for the most grown plant (sugar-beet) before and after separating the land into these areas. We compared the results.

KEY WORDS

General principles of functional organization of the territory, intensity of water erosion, solutions to anti erosion actions

ÚVOD

Všeobecné zásady funkčného usporiadania územia (VZFÚ) sa navrhujú na dosiahnutie ekologicky optimálne hospodárenie v zmysle funkčného a priestorového členenia v krajine. VZFÚ definujú aj nový spôsob infraštruktúry vidieckej krajiny formou biologických, technických, ekonomických, právnych, ekologických opatrení a funkčného využívania územia (Muchová a kol., 2009). Nato, aby bolo územie vhodne funkčne usporiadané je potrebné vedieť širšie súvislosti. Plánovacie procesy významne ovplyvňujú degradačné procesy, ako napríklad vodná erózia pôdy. V poľnohospodárskej výrobe znamená vodná erózia nielen nenávratnú stratu pôdy z polí a priame poškodzovanie pestovaných plodín ale aj zmenu chemických, fyzikálnych a biologických vlastností pôdy (Antal - Fidler a kol., 1989). Aby sa zabránil vznik a v čo najväčšej miere sa eliminoval degradačný vplyv vodnej erózie na pôdu, je nutné upriamiť pozornosť na protieróznú ochranu pôdy. Dôležitou súčasťou protieróznej ochrany pôdy by malo byť zohľadnenie ekologických princípov hospodárenia ako je napr. správna organizácia pôdy (Čičová - Stredánská, 2008), realizácia územných systémov ekologickej stability a iných krajinnokoekologických opatrení (Hrnčiarová, 2001). Avšak poľnohospodárske družstvá pestujú poľné plodiny hlavne z finančného hľadiska a na ochranu ornej pôdy nekladú veľký dôraz.

Cieľom príspevku je porovnanie potenciálnej vodnej erózie pred a po návrhu protieróznych opatrení, výpočet erózneho odnosu pre vybranú najčastejšie pestovanú plodinu a výpočet aktuálnej erózie s prihliadnutím na ochranný vplyv vegetácie z podkladov osevných postupov z rokov 2009 až 2013.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika predmetného územia

Katastrálne územie obce Nižná je situované v Trnavskom kraji, v okrese Piešťany. Obec je situovaná juhozápadne od okresného mesta a jej katastrálne územie má výmeru 805 ha. Patrí do teplej, mierne vlhkej klimatickej oblasti s nížinnou klímou s dlhým teplým letom, krátkou pomerne suchou, mierne teplou zimou a s krátkym trvaním snehovej pokrývky. Trvanie snehovej pokrývky je 30 – 40 dní v roku. Priemerná ročná teplota sa pohybuje v rozpätí 8,5 – 9,5 °C a priemerné ročné zrážky v rozmedzí 500 – 600 mm. Najväčšie množstvo zrážok sa pripisuje na mesiace jún – august, naopak najmenej zrážok spadne v mesiacoch január – marec (Atlas Krajiny SR, 2002).



Obr. 1 - Pohľad na predmetné územie
(www.obecnizna.sk)

Metodický postup

V riešenom území sme vypočítali potenciálnu vodnú eróziu a to aplikovaním najpoužívanejšej rovnice straty pôdy (USLE) v prostredí GIS, ktorú zostavili Wischmeier a Smith (1978).

Rovnica má tvar:

$$S_p = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

kde:	S_p	- vypočítaná intenzita straty pôdy (vodnej erózie) [$t \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$]
	R	- dažďový faktor [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$]
	K	- faktor erodovateľnosti pôdy [$t \cdot MJ^{-1}$]
	L	- faktor dĺžky svahu [-]
	S	- faktor sklonu svahu [-]
	C	- faktor ochranného vplyvu vegetácie [-]
	P	- faktor účinnosti protieróznych opatrení [-]

Pri výpočte potenciálnej erózie faktory C a P zanedbávame teda do rovnice vstupujú z hodnotou rovnajúcou sa 1, na rozdiel od aktuálnej erózie do ktorej dosádzame reálne hodnoty.

Hodnotu faktoru erózneho účinnosti prívalového dažďa (R) sme získali z tabuľky hodnôt R pre ombrografické stanice v SR. Naše riešené územie na najbližšie nachádza pri ombrografickej stanici Piešťany, ktorá má reprezentatívnu hodnotu 15,40.

Pre získanie faktora erodovateľnosti pôdy (K) bolo potrebné z mapy BPEJ vyexportovať hlavné pôdne jednotky, ku ktorým sme mohli následne pridať príslušnú hodnotu. Po priradení jednotlivých hodnôt sme mohli pristúpiť k vytvoreniu rastra z vektorovej vrstvy.

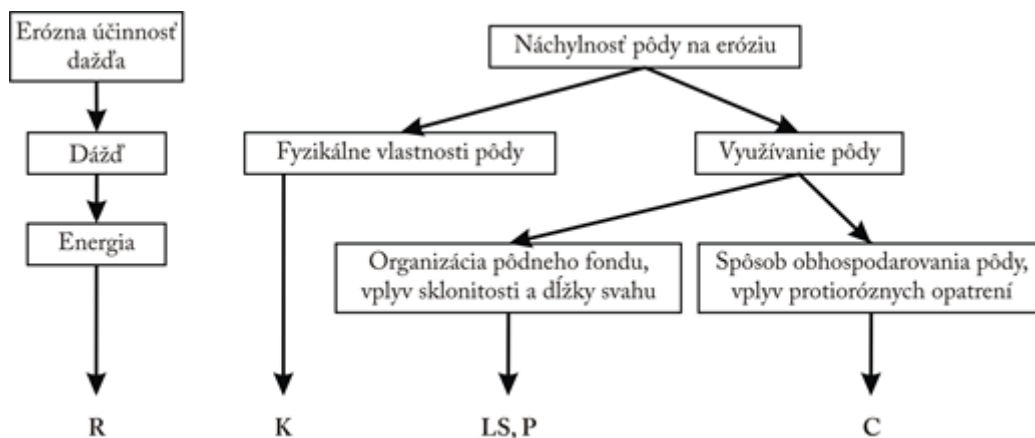
Faktor dĺžky a sklonu svahu (LS) spolu súvisia a preto sa do výpočtu uvádza ako LS faktor (topografický faktor). Hodnotu LS faktoru sme vypočítali pomocou vzorca:

$$LS = I_d^{0,5} \cdot (0,0138 + 0,0097 \cdot s + 0,00138 \cdot s^2)$$

kde: I_d - neprerušená dĺžka svahu [m]
 s - sklon svahu [%]

Faktor ochranného vplyvu vegetácie (C) sme získali vďaka ochotným ľuďom obhospodarujúcich poľnohospodársku pôdu, ktorí nám poskytli dáta osevných postupov z rokov 2009 - 2013 v obci Nižná. Podľa jednotlivých pestovaných plodín sme mohli priradiť ročnú priemernú hodnotu C faktora. Tak isto ako pri K faktore sme museli prekonvertovať vektor na raster, pretože výpočet intenzity vodnej erózie je možný len pomocou rastra.

Pod faktorom účinnosti protieróznych opatrení sa rozumie spôsob obhospodarovania predmetného pozemku. Nakoľko nevieme akým spôsobom obrábali pozemky (orba po vrstevnici, hrádzkovanie, terasovanie...) zadávali sme do výpočtu hodnotu rovnajúcu sa 1. Vo výpočte sme uvažovali aj s bariérami povrchového odtoku, medzi ktoré sme zaradili všetky cesty s priekopami, potoky a iné opatrenia, ktoré prerušovali dĺžku svahu.



Obr. 2 - Základná schéma erózneho odnosu (Hudson, 1971)

Riešenie všetkých výpočtov je realizované v prostredí geografických informačných systémov ArcGIS 10.2 (<http://www.esri.com>, Šinka, 2007).

VÝSLEDKY

Potenciálna vodná erózia pred a po návrhu protierózneho usporiadania pozemkov

Pomocou rovnice univerzálnej straty pôdy sme vypočítali odnos pôdy pred a po návrhu protierózneho usporiadania pozemkov. Vypočítanej intenzite vodnej erózie sme zadali hodnoty, podľa ktorých sa odnos pôdy klasifikoval do jednotlivých kategórií. Najväčšie zastúpenie odnosu pôdy vodnou eróziou má kategória menej ako 5 t.ha⁻¹.r⁻¹o výmere 573,33ha (78,99% z celkovej výmery). Táto kategória sa nachádza prevažne na veľkoblokových poliach, ktoré sa intenzívne obhospodarujú. Naopak najmenšie zastúpenie odnosu pôdy má

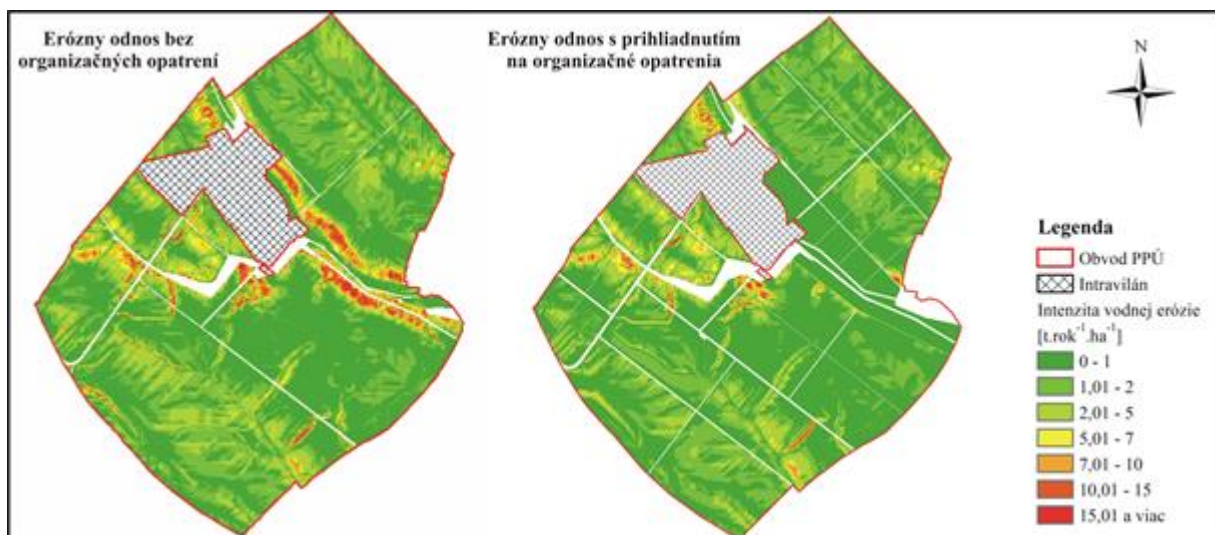
kategória viac ako 30 t.ha⁻¹.r⁻¹ o výmere 10,42 ha (1,44% z celkovej výmery). Po návrhu protierózneho usporiadania pozemkov sme docielili zníženie odnosu pôdy najmä v kategóriách , ktoré výrazne vplývajú na degradačné procesy odnosu pôdy. Podrobný rozpis je uvedený v tabuľke:

Tab. 1 – Množstvo odnesenej pôdy pred a po návrhu protieróznych opatrení

Intervaly odnosu pôdy [t.ha ⁻¹ .r ⁻¹]	Výmera				Stav erózneho odnosu
	Súčasný stav		Stav po návrhu		
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	
menej ako 5	573,33	78,99	587,35	82,70	zvýšenie o 3,71 %
5 - 10	84,2	11,6	67,46	9,50	zníženie o 2,10 %
10 - 20	27,41	3,78	24,54	3,46	zníženie o 0,32 %
15 - 20	15,14	2,09	13,29	1,87	zníženie o 0,22 %
20 - 30	15,34	2,11	12,54	1,77	zníženie o 0,34 %
30 a viac	10,42	1,44	5,00	0,70	zníženie o 0,74 %

Výpočet erózneho odnosu pre vybranú plodinu

Na prvom mieste v rozlohe pestovaných plodín sa nachádza cukrová repa, ktorú okolité družstvá vo veľkom množstve pestujú. Týmto plodinám sa v riešenom území veľmi dobre darí, pretože majú, v dnešnej dobe, veľmi potrebnú závlahu a z daných plodín je najlepšie ekonomicky hodnotená. Avšak z hľadiska vodnej erózie sa jedná o plodiny s veľmi slabým pôdoochraným účinkom. Z toho dôvodu sme vypočítali erózný zmyv pred návrhom protieróznych opatrení a po návrhu (protieróznom rozmiestnení plodín). Na miestach s odnosom pôdy nad 15 t.ha⁻¹.rok⁻¹ sme navrhli preferovať hustosiate plodiny a protierózne oševné postupy.



Obr. 3. – Interpretácia erózneho odnosu s a bez prihliadnutia na organizačné opatrenia

Tab. 2. – Rozdiel množstva erózneho odnosu s a bez prihliadnutia na organizačné opatrenia

Množstvo odnesenej pôdy [t.ha ⁻¹ .r ⁻¹]	Erózny odnos bez použitia organizačných opatrení		Erózny odnos s prihliadnutím na organizačné opatrenia		Stav erózneho odnosu
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	
0 - 1	346,57	49,02	395,16	57,42	zvýšenie o 8,40%
1,01 - 2	195,48	27,65	191,06	27,76	zvýšenie o 0,11%
2,01 - 5	111,4	15,76	79,29	11,52	zníženie o 4,24%
5,01 - 7	20,55	2,91	12,43	1,81	zníženie o 1,10%
7,01 - 10	16,75	2,37	6,18	0,90	zníženie o 1,47%
10,01 - 15	11,45	1,62	2,95	0,43	zníženie o 1,19%
15,01 a viac	4,76	0,67	1,07	0,16	zníženie o 0,52%

Aktuálna vodná erózia z rokov 2009-2013

Aktuálnu „reálnu“ vypočítanú intenzitu vodnej erózie sme určili podľa rovnice USLE s dosadením hodnôt faktoru vegetačného krytu a protieróznych opatrení. Množstvo odnesenej pôdy je závislé na poľnohospodárskych kultúrach pestovaných v danej lokalite. Každá rastlina má rozličnú schopnosť infiltrovať a zadržať dažďovú vodu. Širokoriadkové plodiny, ako je napr. kukurica a repa, majú túto schopnosť menšiu oproti úzkoriadkovým plodinám, ako napr. pšenica ozimná, ďatelina lúčna, trvalo trávnaté porasty a pod., ktoré veľmi dobre infiltrujú dažďovú vodu. Množstvo poľnohospodárskych plodín s výmerami, pestované v rokoch 2009 – 2010 sa nachádzajú v tab. 3.

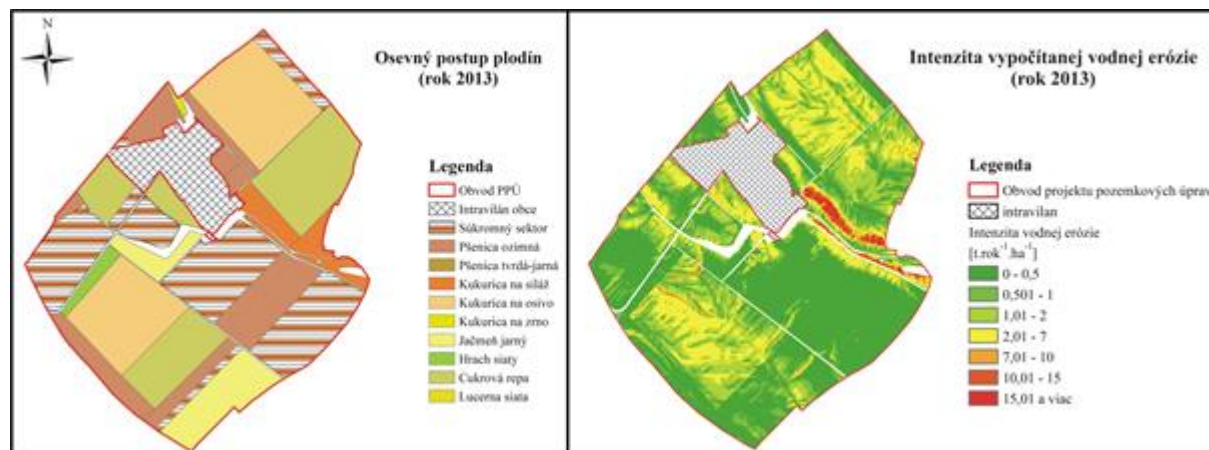
Tab. 3. - Plodiny pestované hospodármi na predmetnom území v rokoch 2009 – 2013

Pestovaná plodina	2009		2010		2011		2012		2013	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Pšenica ozimná	134,48	18,99	86,99	12,33	64,12	9,04	154,49	21,79	90,23	12,96
Pšenica tvrdá-jarná	--	--	27,07	3,84	41,85	5,90	16,18	2,28	--	--
Kukurica na siláž	39,14	5,53	30,83	4,37	13,18	1,86	30,01	4,23	21,67	3,05
Kukurica na osivo	54,81	7,74	56,28	7,98	128,11	18,07	73,13	10,32	156,80	22,06
Kukurica na zrno	--	--	19,39	2,75	45,73	6,45	--	--	--	--
Jačmeň jarný	56,90	8,03	52,62	7,46	29,90	4,22	65,88	9,29	53,22	7,49
Hrach siaty	8,99	1,27	4,54	0,64	40,17	5,67	4,44	0,63	28,89	4,01
Cukrová repa	140,99	19,91	131,08	18,59	122,56	17,29	141,12	19,91	145,39	20,45
Lucerna siata	79,62	11,24	65,52	9,29	23,16	3,27	27,19	3,84	1,76	0,25
Súkromný sektor	193,32	27,30	230,93	32,74	200,14	28,23	196,47	27,71	200,30	28,18

Za skúmaných päť rokov bolo pestovaných v priemere 34,82% širokoriadkových plodín z celkovej plochy využívanej na poľnohospodársku výrobu. Ostatných 65,18% výmery tvorili úzkoriadkové plodiny, ktoré veľmi dobre odolávajú škodlivým účinkom vodnej erózie. Z dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že v rokoch 2009 – 2013 sa v priemere najviac odnesenej pôdy sa nachádza v rozmedzí hodnôt 0 - 0,5 t.ha⁻¹.rok⁻¹ a to až 373,21 ha, čo činí 52,80 % z výmery poľnohospodárskej pôdy. Naopak najmenšia výmera odnesenej pôdy o rozlohe 3,03ha, (0,43%) sa nachádza v kategórii 15,01 t.ha⁻¹.rok⁻¹ a viac. Prehľad ostatných kategórií množstva odnesenej pôdy sa nachádza v nižšie uvedenej tab. 4.

Tab. 4 – Množstvo odnesenej pôdy v rokoch 2009 až 2013 s prihliadnutím na vplyv vegetácie

Množstvo odnesenej pôdy	2009		2010		2011		2012		2013		Priemer	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
0-0,5	398,95	56,48	402,37	56,92	360,58	51,00	377,59	53,41	326,54	46,19	373,21	52,80
0,501-1	106,91	15,14	105,88	14,98	102,88	14,55	114,03	16,13	107,16	15,16	107,37	15,19
1,01-2	112,35	15,91	107,47	15,20	98,76	13,97	121,14	17,14	127,68	18,06	113,48	16,05
2,01-7	81,22	11,50	85,53	12,10	125,39	17,74	82,94	11,73	128,56	18,18	100,73	14,25
7,01-10	3,36	0,48	2,91	0,41	7,8	1,10	4,86	0,69	5,98	0,85	4,98	0,70
10,01 - 15	2,21	0,31	1,58	0,22	7,02	0,99	3,39	0,48	5,96	0,84	4,03	0,57
15,01 a viac	1,32	0,19	1,22	0,17	4,53	0,64	3,01	0,43	5,08	0,72	3,03	0,43



Obr. 4 – Mapové zostavy osevného postupu a vypočítanej vodnej erózie z roku 2013

ZÁVER

Organizácia a manažment poľnohospodárskej krajiny musí mať komplexný krajinnoeekologický základ. Za základnú tézu považujeme vytvoriť podmienky na zmenu hraníc poľnohospodárskych pozemkov tak, aby tieto mali čo najhomogénnejšie prírodné podmienky (Hrnčiarová, 2001). Zachovať produkčný potenciál pôdy, znížiť až eliminovať negatívne procesy na pôde možno docieľiť:

- novou štruktúrou plodín (rozmiestnenie poľnohospodárskych plodín, resp. osevných postupov z hľadiska ich protierozných účinkov),
- zmenou hraníc pozemkov (zmena veľkosti a tvaru),

- výsadbou protieróznej vegetácie, skracovaním dĺžky svahov (návrhom protieróznych vegetačných pásov, priestorovým usporiadaním vegetácie podľa odtokových pomerov v mikropovodiach).

Z hľadiska krajinnoekologického využitia je potrebné pristúpiť k rozčleneniu pozemkov a stanoviť bariéry na modifikovanie povrchového odtoku.

ABSTRAKT

Všeobecné zásady funkčného využívania územia obsahujú množstvo pravidiel, ktorých úlohou je dosiahnutie ekologicky optimálneho spôsobu hospodárenia v predmetnom území. Z celého procesu VZFÚ kladieme dôraz na stanovenie potenciálnej a vypočítanej „reálnej“ intenzity odnosu pôdy s prihliadnutím na pestovanie poľnohospodárskych plodín. Bol vytvorený hydrologicky korektný digitálny model reliéfu (DMR), ako podklad pre výpočty vodnej erózie. Najprv bol realizovaný výpočet potenciálnej intenzity vodnej erózie (univerzálna rovnica straty pôdy), do ktorej nevstupoval žiadny ochranný vplyv vegetácie ani účinok protieróznych opatrení. Následne sme určili množstvo odnosu pôdy pre najčastejšie pestovanú plodinu so zohľadnením protierózneho usporiadania pozemkov. Získaním informácií o osevných postupoch na predmetnom území v rokoch 2009-2013 nám vstupoval do výpočtu aj ochranný vplyv vegetácie čím sme namodelovali aktuálnu „reálnu“ eróziu. Zo zisťovaní a výpočtov vyplynulo, že veľkoblokové orné polia v riešenom území dosahujú výmeru cca 206,67 ha. Z väčšej časti sa v území pestujú širokoriadkové plodiny a teda prejavy degradačných procesov sú zjavné, čo vyplynulo aj z rekognoskácie terénu, ale aj z modelovania. Návrhy spočívali najmä v zmenšení orných blokov na výmeru nepresahujúcu 50 ha. Náš návrh sme overili opätovným výpočtom vodnej erózie pre najčastejšie pestovanú plodinu (cukrová repa) pred a po prerozdelení pôdnych celkov. Výsledky sme navzájom porovnali.

KEÚČOVÉ SLOVÁ

Všeobecné zásady funkčného využívania územia, intenzita vodnej erózie, návrhy protieróznych opatrení

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0656/12.

LITERATÚRA

- ANTAL, J. – FÍDLER, J. a kol. 1989. *Poľnohospodárske meliorácie*. Bratislava: Príroda, 1989. 472s. ISBN: 80-07-00011-9
- ATLAS KRAJINY SLOVENSKO, 2002. Ministerstvo životného prostredia SR a Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica, 2002. ISBN 80-88833-27-2.
- ČIČOVÁ, T., STREĎANSKÁ, A. 2008. Vplyv vybraných faktorov na tvar a veľkosť pozemkov v Roľníckom družstve Šaľa. In *Študentská vedecká konferencia FZKI 2008*. Nitra : SPU v Nitre, 2008. ISBN 978-80-552-0065-1. , s. 54-61.
- GACKO, I. 2015. *Všeobecné zásady funkčného usporiadania územia aplikované na príklade katastrálneho územia nižná*. Nitra, 75 s.
- HUDSON, N. 1971. *Soil Conservation*. New York : CUP, 1971, 320 s. ISBN 0-8014-0654-4
- HRNČIAROVÁ, T. 2001: *Ekologická optimalizácia poľnohospodárskej krajiny (modelové územie Dolná Malanta)*. Bratislava, Veda, Vydavateľstvo SAV, 134pp.
- MUCHOVÁ a kol. 2009. *Metodické štandardy projektovania pozemkových úprav*. Nitra : SPU v Nitre v spolupráci s MP SR. 397 s. ISBN 978-8-552-0267-9.

ŠINKA, K. 2007. Využitie modelovania vodnej erózie pôdy pri návrhoch protieróznych opatrení v krajine. In *Student GIS Projekt IV : abstrakty prednášok, říjen 2007*. Praha 1 : ARCDATA, 2007, s. 22.

WISHMEIER, W. H. – SMITH, D. D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses*. Hystaville MD : SEA USDA. 58 p.

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Igor Gacko, FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.: 0904027026
doc. Ing. Zlatica Muchová, PhD., KKPPU FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.: +421 (37) 641 5216

HODNOTENIE KVALITY GOLFOVÉHO IHRISKA V HRUBEJ BORŠI ASSESSMENT OF THE QUALITY OF GOLF COURSE IN HRUBA BORSA

Mária DUBCOVÁ, (SR) – Peter KOVÁR, (SR)

ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate the signposts of the golf course quality, which proceeded in three terms during the whole vegetal season on course Green resort Hruba Borsa. In spring, summer and autumn were observed changes of speed of the green depending on previous caespestechnic procedures and also on the presence of annual meadow grass that is the main index of oppressing playground. Changes of speed of the green were monitoring before and after cutting grass, after verticutation, after topdressing and after rolling. Stimpmeter was used as a measure instrument for the speed, presence of annual meadow grass was assessed by numerous method and by levels of weed's occurrence. The lowest speed of the green was observed before cutting grass and after topdressing. Contrarily higher speeds of the green were recorded after cutting grass and after rolling. The highest acceleration was noticed immediately after rolling when the speed graded of 0.5-0.6 ft (15.2-18.3 cm). Annual meadow grass occurred on the most damaged and loaded places, the percentage of its appearance on the green was higher (7-9%) than on the tee (3-5%). Annual meadow grass was extended least during the vegetal season.

KEY WORDS

Golf course, caespestechnics, lawn, green speed, annual meadow grass

ÚVOD

V súvislosti s krajinotvorbou predstavujú golfové ihriská rozsiahle plochy, ktoré vyzdvihujú prednosti a krásy prírodného prostredia. Zvyčajne sa majstrovské golfové ihriská rozprestierajú na rozlohe zaberajúcej približne 75 ha. Navrhujú sa s ohľadom na pôvodnú krajinu s prihliadnutím na lokálne pomery, pričom vytvárajú optimálne podmienky pre šport a rekreáciu.

V rámci golfových ihrísk je kvalita porastu greenu a rýchlosť greenu určujúcim kritériom úrovne ihriska ako celku. Pri odpaliskách je rozhodujúca odolnosť porastu voči zaťažovaniu a poškodzovaniu, vzhľadom na ich extrémne využívanie (HRABĚ, 2012). Úprava a zvyšovanie rýchlosti greenu je jednou z kľúčových operácií na golfovom ihrisku. Jedná sa o sériu caespestechnických opatrení, ktoré zostavuje Head Greenkeeper na základe konkrétnych požiadaviek. Najdôležitejšími sú výživa a hnojenie, kosenie, vertikutácia, aerifikácia, pieskovanie a valcovanie trávnik. Problematikou rýchlosti greenov ako aj starostlivosti o trávniky sa na našom území zaoberá Asociácia Greenkeeperov Slovenska, pričom úzko spolupracuje s Českým zväzom greenkeeperov. Významné východiskové podklady predstavujú výskumy Františka Hraběho z Českej republiky, ako aj výskumy zo Standfordskej univerzity.

Výskyt lipnice ročnej (*Poa annua*) na golfovom ihrisku považujeme za ukazovateľ kvality starostlivosti o trávny porast a jeho prílišné utuženie spôsobené zaťažením hráčov a prejazdom mechanizácie.

Trávny porast v rámci každého golfového areálu reprezentuje správnosť výstavby golfového ihriska, a preto ho možno považovať za hlavný ukazovateľ kvality výstavby ihriska.

MATERIÁL A METÓDY

Hodnotené ukazovatele

Priebeh meraní a hodnotení sa uskutočnil počas jednotlivých štádií vegetačného obdobia v roku 2014 na golfovom ihrisku Green resort v obci Hrubá Borša. Posudzovali sa hodnoty rýchlosti greenov v závislosti od uskutočnenia predchádzajúcich caespestechnických opatrení. Hodnotenie ukazovateľov kvality golfových trávnikov prebiehalo v troch termínoch; 30.5.2014, 1.8.2014 a 3.10.2014.

Areál golfového ihriska sa skladá z 18 jamkového majstrovského ihriska, 9 jamkovej golfovej akadémie, cvičného odpaliska a cvičných tréningových plôch. Celkovo zaberá plochu 859 084 m² (85, 91 ha) (ŠKOLEK, 2008).

V stanovených dátumoch sa realizovalo meranie rýchlosti greenov vždy trikrát po každej caespestechnickej operácii. Konkrétne sa merali rýchlosti jamkovísk pred kosením, po kosení, po vertikutácii, pieskovaní a valcovaní. V rámci posudzovania sa hodnotil výskyt lipnice ročnej na greene a odpalisku, ako ukazovateľ vplyvu caespestechnických opatrení a nadmerného utuženia povrchu.

Pedologické pomery

Na území Žitného ostrova zaraďujeme pôdy do nasledovných piatich skupín:

1. Pôdy s nevýrazne vyvinutým humusovým profilom
2. Pôdy s výrazne vyvinutým humusovým profilom
3. Pôdy s výskytom výrazných glejových horizontov
4. Pôdy s výskytom glejových horizontov s väčším množstvom organickej hmoty v povrchových častiach pôdy.
5. Pôdy alkalické

V záujmovom území prevládajú hlinité pôdy, rovnako tiež piesčito-hlinité pôdy, ílovito-hlinité pôdy a v malom rozsahu hlinito-piesčité a ílovité pôdy (HRAŠKO, LINKEŠ, 1991).

Územie areálu sa rozprestiera na pozemkoch poľnohospodárskej pôdy, zaradenej podľa kódu BPEJ do prvej, druhej, štvrtej a šiestej kvalitatívnej skupiny.

Použité metódy meraní

Meranie rýchlosti greenu

Na výsev jamkoviska boli použité rôzne odrody psinčeka v monokultúre. Výsevok bol 25 g.m⁻². Na meranie rýchlosti greenov sa najčastejšie používa stimpmeter. Stimpmeter predstavuje hliníkovú tyč, ktorá má v strede umiestnenú drážku tvaru písmena V. Dĺžka stimpmetra je 3 stopy (914,4 mm). Pri meraní rýchlosti loptičku umiestňujeme do výrezu, pričom pomaly zdvíhame stimpmeter až do bodu, kedy sa loptička uvoľní a spustí po tyči na green (PEČENKA, 2008).

Na zvýšenie presnosti meraných parametrov sa merania uskutočňovali na rovných častiach greenu, a to trikrát jedným smerom a trikrát v protismere. Vzďialenosti sa merali od päty stimpmetra po loptičku. Výsledné hodnoty sa spriemerovali, pričom je zvykom hodnoty uvádzať v stopách (1 stopa = 304,8 mm).

Zaburinenie lipnicou ročnou

V posudzovaní zaburinenosti lipnice ročnej na jamkoviskách a odpaliskách sa použila početná metóda vyhodnotenia. Plochy sa rozdelili na štvorce s rozmerom 1 m² a vyjadriť sa

percentuálne zastúpenie lipnice ročnej, na základe ktorého sa vyhodnotil stupeň zaburinenosti podľa tabuľky 1 od autorov DVORÁK a KREJČÍŘ.

Tab. 1 [Hodnotenie stupňa zaburinenosti] (DVORÁK, KREJČÍŘ, 1974)

Stupeň zaburinenia ¹	Výskyt burín ²	Charakteristika ³
0	Žiadny ⁴	buriny sa nevyskytujú ⁹
1	Ojedinelý ⁵	pokryvnosť burín je zanedbateľná ¹⁰
2	Slabý ⁶	pokryvnosť burín je < 5% , nepredstavuje vážnejšie nebezpečenstvo ¹¹
3	Stredný ⁷	pokryvnosť burín je 5 – 25%, prevládajú kultúrne rastliny ¹²
4	Silný ⁸	Pokryvnosť burín je >25% ¹³

1 [Evaluation of the degree of weed] ¹degree of weed, ²occurrence of weed, ³characteristic, ⁴none, ⁵singular, ⁶weak, ⁷medium, ⁸strong ⁹no weed, ¹⁰negligible amount of weed, ¹¹amount of weed less than 5% - no significant danger, ¹²amount of weed 5-25% - domesticated plants surpass, ¹³amount of weed more than 25%

VÝSLEDKY

Rýchlosť greenov

Prvé meranie sa uskutočnilo pred caespestechnickými opatreniami. Greeny sa kosili ručne vretenovou kosačkou na výšku 4 mm. Následne sa urobila vertikutácia do hĺbky 5 mm. Po vertikutácii nasledovalo pieskovanie ostrým kremičitým pieskom frakcie 0,25 – 0,75 mm, ktorý sa zapracoval pomocou zaťahovania. Na záver sa greeny valcovali.

Tab. 2 [Výsledky rýchlostí greenov pri prvom meraní]

Rýchlosť greenov ¹	Pred kosením ²	Po kosení ³	Po vertikutácii a pieskovaní ⁴	Po valcovaní ⁵
Jamka č. 1 ⁶	6 ft. 2 in. 188,98 cm	6 ft. 5 in. 198,12 cm	6 ft. 2 in. 189,32 cm	6 ft. 7 in. 204,22 cm
Jamka č. 2 ⁷	6 ft. 4 in. 195,07 cm	6 ft. 6 in. 201,17 cm	6 ft. 3 in. 192,02 cm	6 ft. 9 in. 210,31 cm
Jamka č. 3 ⁸	7 ft. 4 in. 225,55 cm	7 ft. 8 in. 237,74 cm	7 ft. 6 in. 231,65 cm	-

2 [Speed results of the greens during the first measurement] ¹speed of green, ²before cutting grass, ³after cutting grass, ⁴after verticutation and topdressing, ⁵after rolling, ⁶hole 1, ⁷hole 2, ⁸hole 3

Z nameraných hodnôt uvedených v tabuľke 2 vyplýva, že najnižšie hodnoty rýchlosti greenu boli zaznamenané pred caespestechnickými operáciami. Po kosení sa hodnoty rýchlosti mierne zvýšili, avšak po vertikutácii a pieskovaní sa opäť znížili. Valcovaním sa povrch greenov zjednotil a rýchlosti greenov sa podstatne zvýšili. Jamka číslo 3 sa nevalcovala vzhľadom na vysoké rýchlosti dosahované už pred samotnými operáciami.

Druhé meranie bolo uskutočnené v strede vegetačného obdobia. Najskôr sa merala rýchlosť jamkoviska pred kosením. Následne sa greeny ručne pokosili na výšku 5 mm z dôvodu vyšších teplôt zaznamenaných v danom vegetačnom období. Vertikutácia sa vykonala do hĺbky 5 mm a greeny sa zapieskovali. Dodatočne sa jamkoviská povalcovali.

Tab. 3 [Výsledky rýchlosti greenov pri druhom meraní]

Rýchlosť greenov ¹	Pred kosením ²	Po kosení ³	Po vertikutácii a pieskovaní ⁴	Po valcovaní ⁵
Jamka č. 1 ⁶	5 ft. 9 in. 179,83 cm	6 ft. 1 in. 185,93 cm	5 ft. 7 in. 173,74 cm	6 ft. 5 in. 198,12 cm
Jamka č. 2 ⁷	6 ft. 3 in. 192,11 cm	6 ft. 6 in. 201,51 cm	6 ft. 2 in. 190,01 cm	6 ft. 8 in. 207,26 cm
Jamka č. 3 ⁸	6 ft. 5 in. 197,86 cm	6 ft. 8 in. 208,48 cm	6 ft. 5 in. 199,52 cm	7 ft. 1 in. 217,63 cm

3 [Speed results of the greens during the second measurement] ¹speed of green, ²before cutting grass, ³after cutting grass, ⁴after verticutation and topdressing, ⁵after rolling, ⁶hole 1, ⁷hole 2, ⁸hole 3

Na základe zaznamenaných a spracovaných výsledkov (Tab. 3) zisťujeme, že po kosení sa rýchlosti všetkých pozorovaných jamkovísk dočasne zrýchlili približne o 10 cm (0,3 stopy). Po vertikutácii a pieskovaní sa hodnoty rýchlostí znova znížili. Konečným caespestechnickým opatrením bolo valcovanie, ktorým sa rýchlosti opäť zvýšili a v porovnaní s predchádzajúcimi meraniami aj čiastočne zjednotili.

Tretie meranie sa uskutočnilo v jesennom období. Ako prvá sa merala rýchlosť greenov pred kosením. Nasledovalo ručné kosenie jamkovísk na výšku 4 mm, kedy sa znova zmerali hodnoty rýchlosti greenov. Jamkoviská sa prerezávali do hĺbky 5 mm a vzápätí sa zapieskovali kremičitým pieskom. Na koniec sa merali rýchlosti greenov bezprostredne po valcovaní.

Tab. 4 [Výsledky rýchlosti greenov pri treťom meraní]

Rýchlosť greenov ¹	Pred kosením ²	Po kosení ³	Po vertikutácii a pieskovaní ⁴	Po valcovaní ⁵
Jamka č. 1 ⁶	6 ft. 7 in. 205,82 cm	6 ft. 9 in. 211,56 cm	6 ft. 6 in. 200,79 cm	7 ft. 2 in. 219,46 cm
Jamka č. 2 ⁷	6 ft. 8 in. 206,91 cm	7 ft. 0 in. 214,68 cm	6 ft. 7 in. 203,57 cm	7 ft. 1 in. 216,14 cm
Jamka č. 3 ⁸	6 ft. 8 in. 207,65 cm	7 ft. 1 in. 217,68 cm	6 ft. 6 in. 200,96 cm	7 ft. 3 in. 222,50 cm

4 [Speed results of the greens during the third measurement] ¹speed of green, ²before cutting grass, ³after cutting grass, ⁴after verticutation and topdressing, ⁵after rolling, ⁶hole 1, ⁷hole 2, ⁸hole 3

Spracované hodnoty zaznamenané v tabuľke 4 dokumentujú, ako sa menili rýchlosti greenov v závislosti od vykonaných pracovných operácií. Na základe týchto pozorovaní, môžeme usudzovať, že rovnako ako pri predchádzajúcich meraniach sa merané rýchlosti zvyšovali po kosení a po valcovaní. Naopak, nižšie hodnoty môžeme pozorovať pred kosením a tiež po vertikutácii a pieskovaní.

Zaburinenie lipnicou ročnou (*Poa annua* L.)

Zaburinenie lipnicou ročnou (*Poa annua* L.) bolo zaznamenané počas celého vegetačného obdobia na najviac zaťažovaných miestach ihriska, a to hlavne na odpaliskách a jamkoviskách. Lipnica ročná sa objavovala v oblasti miest, ktoré boli mechanicky poškodené. Na greenoch bola rozšírenejšia, zaberala približne 7 – 9 % z celkovej plochy. Na odpaliskách sa lipnica ročná vyskytovala menej často v porovnaní s jamkoviskami, približne na 3 – 5 % plochy odpaliska.

Tab. 5 [Hodnotiaca tabuľka stupňa zaburinenosti jamkoviska]

Termín merania ¹	Stupeň zaburinenia ²	Výskyt burín ³	Podiel lipnice ročnej ⁴	Charakteristika ⁵
30.5.	3	Stredný ⁶	7 %	Pokryvnosť 5-25%, kultúrne rastliny prevládajú, je potrebné uvažovať o špeciálnom zásahu ⁷
1.8.	3	Stredný ⁶	9 %	
3.10	3	Stredný ⁶	8 %	

5 [Evaluating degree chart of weed on greens] ¹date of measurement ²degree of weeds, ³occurrence of weeds, ⁴multitude Annual meadow grass ⁵characteristic, ⁶medium, ⁷amount of weed 5-25%, domesticated plants overheight, special intervention needed

Tab. 6 [Hodnotiaca tabuľka stupňa zaburinenosti odpaliska]

Termín merania ¹	Stupeň zaburinenia ²	Výskyt burín ³	Podiel lipnice ročnej ⁴	Charakteristika ⁵
30.5.	2	Slabý ⁷	3 %	Pokryvnosť je <5%, nepredstavuje nebezpečenstvo ⁹
1.8.	3	Stredný ⁸	5 %	Pokryvnosť 5-25%, kultúrne rastliny prevládajú, je potrebné uvažovať o špeciálnom zásahu ¹⁰
3.10	3	Stredný ⁸	5 %	

5 [Evaluating degree chart of the weed on tees] ¹Date of measurement ²degree of weeds, ³occurrence of weeds, ⁴multitude Annual meadow grass ⁵characteristic, ⁷weak, ⁸medium, ⁹amount of weed less than 5% -no significant danger, ¹⁰amount of weed 5-25%, domesticated plants surpass, special intervention needed

Výsledky hodnotení výskytu lipnice ročnej sú uvedené v tabuľke 5 a tabuľke 6 doplnené aj o stupeň zaburinenosti. Pri jamkoviskách prevládajú kultúrne rastliny so stredným výskytom burín. Vzhľadom na rozsah pokryvnosti od 5 do 25 % sa výskytu lipnice ročnej priradil 3. stupeň zaburinenia, pričom zistené hodnoty sa pohybujú na spodnej hranici klasifikačnej stupnice. Vo všetkých termínoch hodnotenia boli zistené podobné hodnoty s malými odchýlkami. Pri odpaliskách pokryvnosť lipnice ročnej nepredstavovala nebezpečenstvo pre trávny porast. Zaznamenaný bol jej slabý až stredný výskyt. Jarnému vegetačnému obdobiu bol priradený 2. stupeň zaburinenia, ktorý sa v letnom a jesennom období zvýšil o 2 %, a to na 3. stupeň zaburinenia. V rámci jamkoviska aj odpaliska je potrebné uvažovať o špeciálnom zásahu určenom na reguláciu výskytu lipnice ročnej.

DISKUSIA

Rýchlosť greenu sa zvyšuje znižovaním výšky kosenia. Nižšie výšky podporujú jednotnosť a hladkosť povrchu. Zníženie výšky kosenia však môže viesť k strate hustoty porastu, obmedzeniu rastu koreňov, zníženiu syntézy sacharidov a zvýšeniu citlivosti na abiotické a biotické stresy (SWEENEY, 2000). Toto tvrdenie dokumentuje aj DANNEBERGER (1988), ktorý poukazuje na meniacu sa rýchlosť greenu v závislosti od výšky kosenia. Vo svojom experimente urobil meranie stimpmetrom do 1 hodiny od pokosenia porastu. Zistil, že so zvyšujúcou sa výškou kosenia dochádzalo k znižovaniu rýchlosti greenu o 0,5 – 1,35 stopy (15,24 – 41,15 cm).

Výskum SWEENEYHO (2000) poukazuje na stratu rýchlosti greenu pri prerušení a zmene frekvencie kosenia, ktoré je spôsobené hlavne klimatickými pomermi. Valcovanie jamkovísk v krátkodobom horizonte výrazne zvyšuje rýchlosť greenu, pričom sa rýchlosť môže zvýšiť o 0,4 – 0,9 stopy (12,19 – 27,43 cm) v porovnaní s nevalcovaným povrchom.

EVANS (2009) uvádza, že dosahovanie kvalitných greenov a požadovaných rýchlostí na psinčekových jamkoviskách je priamoúmerné kvalite kosenia a caespestechických opatrení. Technologické zdokonaľovanie zariadení pre greenkeeperov prispieva čoraz k vyššej kvalite greenov, pričom je možné ich kosenie na výšku 2 mm bez negatívneho vplyvu na požadovanú kvalitu.

V rámci jednotlivých termínov hodnotenia počas vegetačného obdobia neboli vo výskyte lipnice ročnej zaznamenané zásadné odchýlky. Usudzujeme, že pomerne vyrovnaný výskyt lipnice ročnej mohol byť spôsobený pravidelnou starostlivosťou o trávnik a rovnomerným

zaťažením hracieho povrchu v priebehu vegetačného obdobia. Výskyt mätonohu trváceho na odpaliskách spôsobuje vyššiu odolnosť trávniku voči zaťažovaniu, čo prispieva k lepšej kondícii porastu a menšiemu prieniku lipnice ročnej do porastu (HRABĚ, 2012).

WOELFEL (2014) uvádza, že výskyt lipnice ročnej je v značnej miere ovplyvnený klimatickými podmienkami, pričom sa jej darí hlavne v severných oblastiach. Najnovšie výskumy preukázali postupné rozširovanie tohto druhu aj do južnejších oblastí, kde v minulosti jej výskyt nebol rozsiahly.

ZÁVER

Pri hodnotení ukazovateľov kvality golfového trávniku v areáli Green resort v Hrubej Borši sme zaznamenali výsledky, ktoré boli v súlade s našimi očakávaniami; zvyšujúca sa rýchlosť greenov závisiaca od frekvencie a počtu predchádzajúcich caespesotechnických opatrení. Významným sa stáva poradie uskutočnených operácií a ich budúci vplyv na kvalitu povrchu. Kombinácia kosenia, vertikutácie, pieskovania a valcovania predstavuje optimálnu starostlivosť o hrací povrch, kedy sa dosahuje požadovaná rýchlosť greenu pričom nedochádza k výraznému utužovaniu povrchu a následnému rozširovaniu lipnice ročnej. Problematika starostlivosti o golfové povrchy predstavuje oblasť, ktorú je potrebné neustále rozširovať o nové poznatky a technológie a prispievať tak k zefektívneniu starostlivosti so zreteľom na ekonomický a ekologický aspekt.

ABSTRAKT

Cieľom výskumu bolo vyhodnotenie ukazovateľov kvality golfových trávnikov, ktoré prebehlo v troch termínoch počas celého vegetačného obdobia na ihrisku Green resort v Hrubej Borši. V jarnom, letnom a jesennom období sa sledovali zmeny rýchlosti greenu v závislosti od predchádzajúcich caespesotechnických operácií, ako aj výskyt lipnice ročnej ako hlavný ukazovateľ prílišného utužovania hracieho povrchu. Zmeny vývoja rýchlosti greenu sa zaznamenávali pred kosením, po kosení, po vertikutácii a pieskovaní, po valcovaní. Na meranie rýchlosti greenu sa použil Stimpmeter, výskyt lipnice ročnej sa hodnotil na základe početnej metódy a vyhodnotením stupňa zaburinenosti. Pred kosením a po pieskovaní boli zaznamenané najnižšie rýchlosti greenov. Naopak, po kosení a po valcovaní povrchu sa rýchlosti zvyšovali, pričom najvýraznejšie zrýchlenie greenu sa prejavilo bezprostredne po valcovaní, kedy rýchlosť stúpila od počiatočného stavu o 0,5 - 0,6 stopy (15,2 – 18,3 cm). Lipnica ročná sa vyskytovala na najviac zaťažených a poškodených miestach, na jamkoviskách zaberala väčší percentuálny podiel (7 – 9 %) ako na odpaliskách (3 – 5 %). V priebehu vegetačného obdobia sa jej výskyt výrazne nezvyšoval.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Golfové ihrisko, caespesotechnika, trávnik, rýchlosť greenu, lipnica ročná (*Poa annua* L.)

LITERATÚRA

DANNEBERGER-TAYLOR-SIMMONS. 1988. *Creeping bentgrass putting green speed studies*. Ohio Turfgrass Field Day Report. 1988. P. 19–20.

DVOŘÁK, J. – KREJČÍŘ, J. 1974. Příspěvek ke studiu obsahu plevelů v ornici. In *Zb. vys. škol. zeměd.*, Brno, 1974, s. 453-464

EVANS, Greg. 2009. Cut (Strojové zariadenie a dosev). In *Golf online* [online]. 2009, [cit. 2015-02-17]. Dostupné na internete:

<<http://www.golfonline.sk/odborne-clanky/greenkeeping/short-cut-strojove-zariadenie-a-dosev/>>

- HRABĚ, František. 2012. Zakládání a ošetrování trávníků. In *Vzdělávání pro lepší zeleň kolem nás (Skripta modulů kurzu)*. Rožnov pod Radhoštěm: SŠZePř, 2012, s. 6-66.
- HRAŠKO, J. - LINKEŠ, V. 1991. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR*. Bratislava: výskumný ústav pôdnej úrodnosti, 1991, 106 s. ISBN 80-85361-05-1.
- PEČENKA, Kamil. 2008. Stimpmeter a nástroje na přesné měření výšky seče. In *Green*. [online]. 2008, [cit. 2015-03-16]. Dostupné na internete:
<<http://www.casopis-green.cz/articles/view/507-stimpmeter-a-nastroje-na-presne-mereni-vysky-sece>>
- SWEENEY, Patty. 2000. Factors Affecting Green Speed. [online]. 2000. [cit. 2015-03-16]. Dostupné na internete:
<<http://plantscience.psu.edu/research/centers/turf/extension/factsheets/factors-affecting-green-speed#.VOmn4GBb7J0.facebook>>
- ŠKOLEK, P. 2008. Obytný súbor a golfové ihrisko v katastrálnom území Hrubá Borša. In *Informačný portál rezortu MŽP SR*. [online], 2008. [cit. 2015-04-10]. Dostupné na internete:
<<http://www.enviroportal.sk/sk/eia/detail/obytny-subor-golfove-ihrisko-v-katastralnom-uzemi-hruba-borsa>>
- WOELFEL, Rick. 2014. What do we have here? In *Golf Course Industry Magazine* [online]. 2014, [cit. 2015-03-24]. Dostupné na internete:
<<http://www.golfcourseindustry.com/Author.aspx?AuthorID=9758>>

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Mária Dubcová, DiS., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 0903889522, e-mail: DubcovaMaria@gmail.com
Ing. Peter Kovár, PhD., KTEKP FAPZ, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 37 641 4182, e-mail: peter.kovar@uniag.sk

VÝSKUM PRIESAKOVÝCH A STABILITNÝCH POMEROV HOMOGENEJ ZEMNEJ HRÁDZE MVN SPÁLENISKO II

RESEARCH CONCERNING TO THE SEEPAGES AND STABILITY OF HOMOGENEOUS EARTH DAM OF RESERVOIR SPÁLENISKO II

Robert MOLNÁR, (SR) - Tatiana KALETOVÁ, (SR)

ABSTRACT

The aim of the paper was to calculate the seepages and determine the seepage line through the body of earth dam of reservoir Spálenisko II for the old arrangement and after reconstruction. Darcy's flow law was applied for calculating the seepages and software GeoStudio 2012 for modelling. Within this software, it was established, on the basis of input data, the course of seepage lines, which were the basic for modelling and calculating the stability (method by Petterson) of the dam. Their results were compared to demonstrate the applicability of software GeoStudio 2012 in Slovakia. The results of seepage calculations and modelling show that the smallest amount of seepage is 2 l per day which one grows to a peak of 2.70 l per day. It causes changes on shape of seepage lines. Based on the course of seepage line was calculated stability factor of dam, which in the case of old construction of dam hasn't reached a level of 1.5, which is the minimum value according to STN 73 6850. By the new arrangement of the dam and stabilization of downstream the dam has been stable enough, and already there is no danger of rupturing of the dam. Comparison of the results of calculations and modelling shows that the software GeoStudio 2012 can be applied in Slovakia for seepage and stability calculations.

KEY WORDS

Seepage – factor of stability – GeoStudio 2012 – reservoir Spálenisko II - modelling

ÚVOD

Zemné hrádze sú neoddeliteľnou súčasťou malých vodných nádrží, patria medzi najvýznamnejšie inžinierske stavby, ktoré vyžadujú mimoriadnu pozornosť pri projektovaní, výstavbe a dlhodobej prevádzke. Pri zemných hrádzach je venovaná zvýšená pozornosť k získaniu informácií o režime prúdenia podzemnej vody, o priesakových pomeroch v telese hrádze a stabilite samotnej hrádze pri plnení a prevádzke akumuláčnej nádrže (Lukáč, Bednárová, 2006). Poznanie pohybu vody v pôde, t.j. priesakových pomeroch, poskytuje vodohospodárom základné informácie o stave hrádze a možnosti jej bezpečnej prevádzky, príp. sanácie (Súl'ovská, 2007). Prvotné práce o prúdení vody v pórovitom prostredí vo svete publikovali Darcy, Buckingham, Šestakov a iní. Významným výskumníkom v oblasti stabilitných výpočtov svahov boli Bishop, Morgenstern-Price a Petterson. Na Slovensku sa výskumom v tejto oblasti venovali najmä na Katedre geotechniky SvF STU v Bratislave.

Cieľom príspevku je určiť množstvo vody, ktoré presakuje telesom zemnej hrádze pri úžitkovej hladine ($H_{úz}$ - 4,05 m) a maximálnej hladine (H_{max} - 4,60 m) a posúdiť stabilitu vzdušného svahu. Výpočet bude robený pre pôvodný priečny profil a následne aj pre opravený profil, a to klasickou metódou (Darcyho filtračný zákon) a modelovaním pomocou softvéru GeoStudio 2012.

MATERIÁL A METÓDY

Na splnenie cieľov práce boli použité a spracované informácie a poznatky z oblasti prúdenia vody v pórovitom prostredí, mechaniky zemín a matematického modelovania. Práca bola riešená na vodnej stavbe Spálenisko II s ohľadom na prístupnosť nevyhnutných podkladových materiálov na jej úspešné riešenie. Priečne profily hrádze pred a po

rekonštrukcii boli narysované prostredníctvom softvéru AutoCAD 2013. Stabilitné výpočty boli realizované v softvéri Microsoft Office Excel 2013. Matematické modelovanie priesakových pomerov a stability hrádze boli realizované v prostredí softvéru GeoStudio 2012. Softvér GeoStudio 2012 bol stiahnutý z web stránky spoločnosti, ktorá študentom poskytuje študentskú verziu zadarmo.

1. Postup práce

Na základe dostupných údajov o inžiniersko-geologickom a hydrogeologickom prieskume boli riešené priesaky cez pôvodný priečny profil hrádze s nepriaznivým sklonom vzdušnej strany, nefunkčným päťovým drénom a bez stabilizácie vzdušného svahu a cez nový rekonštruovaný priečny profil. Bol modelovaný priesak cez teleso hrádze pri hladine H_{\max} a $H_{\text{úž}}$. Použitie softvéru a výpočtu naraz bol z dôvodu preukázania aplikovateľnosti softvéru GeoStudio 2012 na podmienky Slovenska. Presakujúce množstvo vody bolo vypočítané Darcyho filtračným zákonom a prostredníctvom modulu SEEP/W, ktorý tiež pracuje na báze Darcyho zákona:

$$q = A \cdot k_f \cdot i \quad [m^3 \cdot s^{-1}] \quad (5)$$

kde: A - celková prietoková plocha, k_f - koeficient filtrácie, i - hydraulický gradient. Výsledky výpočtov sú uvedené v tabuľke 1.

V ďalšom kroku bola vypočítaná stabilita hrádze s pôvodným a aj novým usporiadaním a modelovaná softvérom. Stabilita svahu bola vypočítaná Pettersonovou metódou a následne porovnaná s modelovanými hodnotami, ktoré boli modelované Bishopovou metódou. Faktor stability bol vypočítaný v softvéri Microsoft Office Excel 2013 podľa vzorca:

$$F_{S,i} = \frac{\sum (W_i \cdot \cos \alpha_i - u_i \cdot l_i) \cdot \tan \phi_{ef} + c_{ef} \cdot \sum l_i}{\sum W_i \cdot \sin \alpha_i} \quad (7)$$

kde: h_i - výška prúžku na strednici, α_i - sklon čiastkovej šmykovej plochy, l_i - dĺžka čiastkovej šmykovej plochy, h_{ui} - výška čiastkovej šmykovej plochy, W_i - tiaž, ϕ_{ef} - uhol vnútorného trenia, c_{ef} - efektívna kohézia zeminy.

2. Použité vstupné údaje

Pre riešenie práce boli nevyhnutné nasledujúce údaje (Matulík, 2013):

- základné technické parametre stavby – kóta koruny hrádze, kóta najnižšieho terénu, hĺbka vody pri H_{\max} a $H_{\text{úž}}$, sklon návodného a vzdušného svahu v pôvodnom stave a po rekonštrukcii,
- inžiniersko-geologické pomery – materiály tvoriace hrádzu, hodnoty šmykovej pevnosti, objemovej tiaži zeminy a súdržnosti,
- hydrogeologické pomery – hodnoty hydraulickej vodivosti ($5,9 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

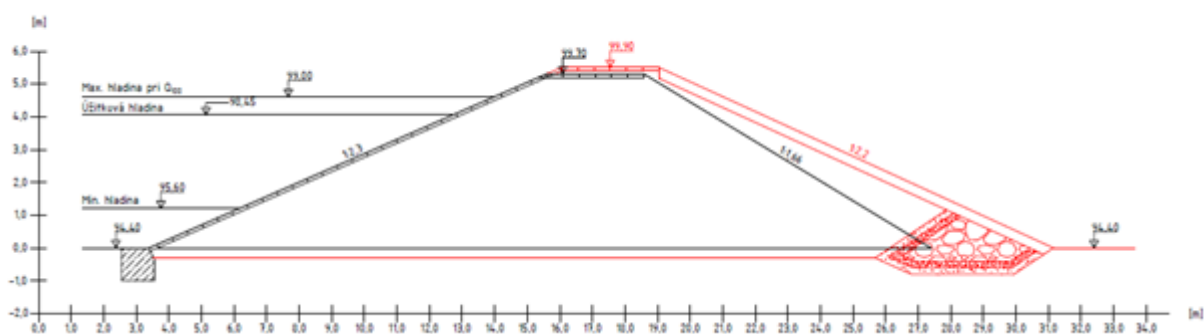
3. Softvér GeoStudio 2012

GeoStudio je integrovaný výkonný nástroj slúžiaci pre spustenie súprav geotechnických modelovacích softvérových produktov: SLOPE/W, SEEP/W, SIGMA/W, QUAKE/W, TEMP/W, CTRAN/W, AIR/W a VADOSE/W. GeoStudio sa primárne používa na analýzu stability prírodných a človekom vytvorených svahov, ale môže byť tiež použitý na vytvorenie numerických modelov, ktoré sú geometricky viac komplikované (GeoStudio, 2015). Filtračné výpočty boli realizované pomocou modulu SEEP/W, ktorý je numerický model a dokáže matematicky simulovať reálne prúdenie vody cez častice. Tento program je založený na

metóde konečných prvkov (GEO-SLOPE, Seepage modeling with SEEP/W, 2013). Stabilné výpočty a modelovania sú robené prostredníctvom modulu SLOPE/W. Tento softvér je založený na metóde medznej rovnováhy. Je to špičkový softvér na výpočet faktoru bezpečnosti zemných a rockfillových hrádzi (GEO-SLOPE, Slope stability analysis, 2015).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

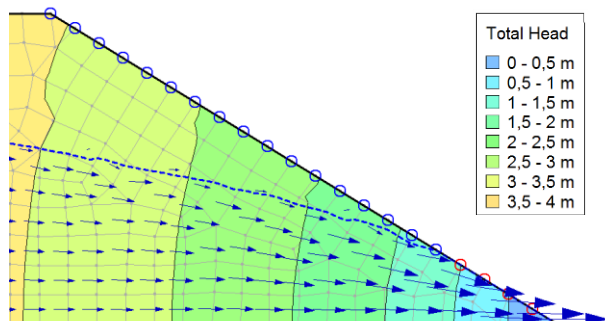
Na obr. 1 je znázornený rozdiel medzi pôvodným pričným profilom (čierna čiara) a novým stavom (červená čiara). Bol upravený sklon vzdušného svahu na 1 : 2,2 a opravený nefunkčný päťový drén. Celková výška hrádze bola zvýšená o 0,2 m a vzdušný svah bol stabilizovaný dlažbou. Sú to základné vstupné modely, na základe ktorých boli spravené priesakové a stabilné výpočty.



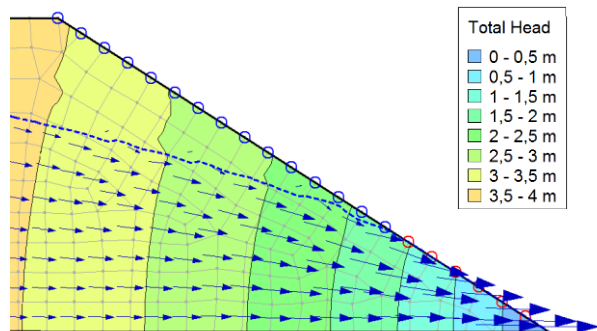
Obr. 1 Pôvodný a rekonštruovaný pričny profil hrádze - Old and renovated cross section of the dam

Prostredníctvom modulu SEEP/W softvéru GeoStudio 2012 bol modelovaný priesak cez pôvodný pričny profil hrádze. Na obr. 2 je výsledok modelovania pri $H_{úz}$, kde červené kruhy na vzdušnom svahu ukazujú zamokrenú časť svahu. Modré šípky nám ukazujú smer prúdenia vody v telese hrádze, kde ich zväčšením je zadané zväčšenie množstva presakujúcej vody.

Pri simulovaní vystúpenia hladiny na H_{max} sa zvýšila úroveň zamokrenia



Obr. 2 Presakovanie cez teleso hrádze pri $H_{úz}$



Obr. 3 Presakovanie cez teleso hrádze pri H_{max}

– Seepage through the body of dam at maximum level

– Seepage through the body of dam at normal air slope (obr. 3). Vzdušný svah je zamokrený do výšky cca. 1,5 m, čo môže spôsobiť deštrukciu spodnej časti svahu. V ďalšom kroku boli vypočítané priesaky cez teleso hrádze s opraveným päťovým drénom a novým usporiadaním konštrukcie hrádze. Sklon vzdušného svahu bol zmenený z 1 : 1,66 na 1 : 2,2. V tomto prípade už voda presakuje cez drenážny systém pod hrádzou potrubím s priemerom DN = 80 mm, a tak neohrozuje stabilitu vzdušného svahu. Výpočty priesakov cez teleso hrádze s nefunkčným a opraveným päťovým drénom pri $H_{úz}$ a H_{max} sú uvedené v tab. č. 1.

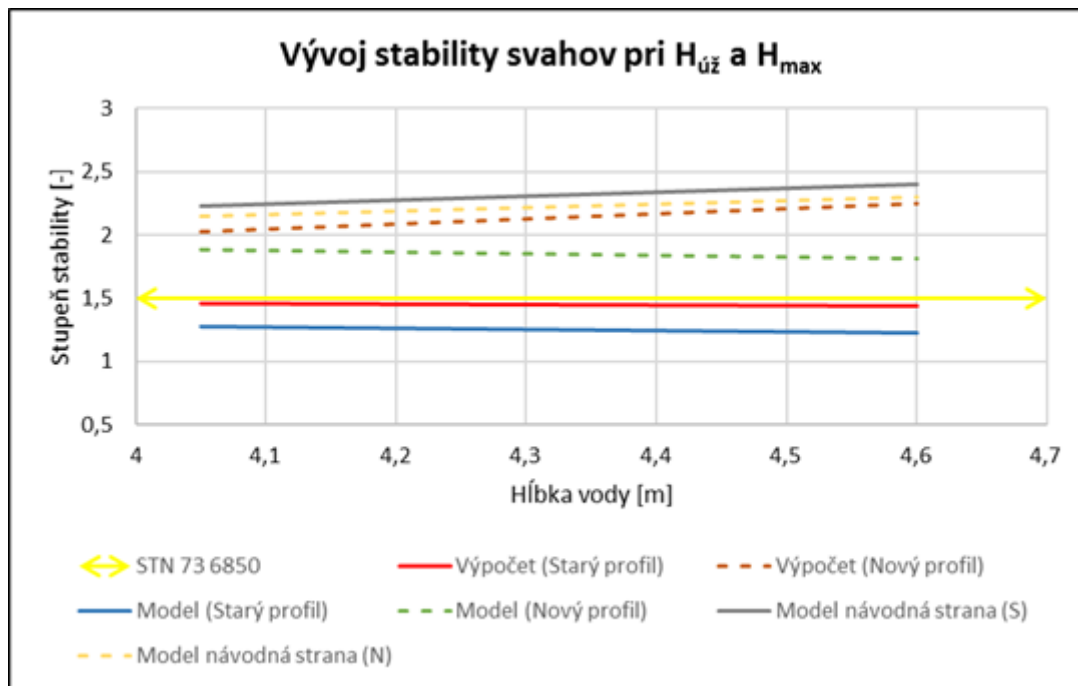
Tab. 1: Výpočet priesakov cez teleso hrádze – Calculation of seepages through the body of dam

Usporiadanie profilu	Hladina vody	Priesakové množstvo	
		Výpočet	Model SEEP/W
		l.deň ⁻¹	l.deň ⁻¹
Pôvodná konštrukcia	H _{úž}	2,06	2,7
	H _{max}	2,34	2,78
Nová konštrukcia	H _{úž}	2,06	2,5
	H _{max}	2,34	2,45

Ako už bolo spomenuté, presakovanie vody cez teleso hrádze výrazne znižuje jej stabilitu, preto v ďalšom kroku bol modelovaný a vypočítaný faktor bezpečnosti hrádze. Podľa STN 73 6850. Hranica bezpečnosti pre súdržné zeminy je 1,5. Pod touto hodnotou stabilita hrádze je nevyhovujúca z hľadiska statiky. Výsledky výpočtov stability hrádze pri H_{úž} a H_{max} sú zahrnuté v grafe. Následne bola stabilita vypočítaná aj prostredníctvom modulu SLOPE/W Bishopovou metódou. Výsledky stabilitných výpočtov pri pôvodnom a novom usporiadaní hrádze sú znázornené na grafe č. 1. Čiarkované čiary nám ukazujú stabilitu hrádze s novým usporiadaním a plné čiary stabilitu pôvodnej hrádze ako funkciu hĺbky vody.

Výsledky výpočtov faktoru stability nám ukazujú, že pôvodné usporiadanie hrádze s nefunkčným päťovým drénom z hľadiska bezpečnosti nevyhovoval STN 73 6850, faktor stability pri úžitkovej aj maximálnej hladine nedosiahol predpísanú úroveň FS 1,5 pre súdržné zeminy, a tak hrozila deštrukcia svahu a majetkové škody pod nádržou. Vybudovaním päťového drénu a stabilizáciou vzdušného svahu bol tento problém vyriešený, stabilita vzdušného svahu sa zvýšila nad 1,5 FS a stabilita hrádze už nie je ohrozená ani pri maximálnej hladine v nádrži.

Ďalej možno konštatovať, že výsledky preukazujú, že softvér GeoStudio 2012 je použiteľný v podmienkach Slovenska, avšak je potrebné si jeho možnosť používania overiť na ďalších vodných stavbách.



Graf. 1: Vývoj stability svahov - Development of slope stability

ABSTRAKT

Cieľom práce bol výpočet priesakov a určenie priebehu priesakovej krivky cez teleso hrádze s pôvodným usporiadaním a po rekonštrukcii vodnej nádrže Spálenisko II. Priesaky boli vypočítané Darcyho filtračným zákonom a softvérom GeoStudio 2012. V ňom bol určený na základe vstupných údajov aj priebeh priesakovej krivky, na základe čoho bola modelovaná a pomocou Pettersonovho vzorca vypočítaná stabilita hrádze. Výsledky boli porovnané s cieľom preukázania aplikovateľnosti softvéru GeoStudio 2012 v podmienkach Slovenska. Z výsledkov výpočtu a modelovania priesakov vyplýva, že najmenšie priesakové množstvo je od 2 l.deň⁻¹, čo potom rastie na maximálnu hodnotu 2,70 l.deň⁻¹, čím sa mení aj tvar priesakovej krivky. Na základe priebehu priesakovej krivky bol vypočítaný faktor stability hrádze, ktorá v prípade pôvodnej konštrukcie hrádze nedosiahla úroveň 1,5, čo je minimálna hodnota podľa STN 73 6850. Novým usporiadaním telesa hrádze a stabilizáciou vzdušného svahu bola hrádza dostatočne opevnená a stabilizovaná, a teda už nehrozí poškodenie a pretrhnutie hrádze a majetkové škody pod hrádzou. Porovnaním výsledkov výpočtov a modelovania sme dospeli k záveru, že softvér GeoStudio 2012 možno aplikovať v podmienkach SR na priesakové a stabilitné výpočty po ďalších overovaniach na zemných hrádzach.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Priesak – faktor stability – GeoStudio 2012 – vodná nádrž Spálenisko II – modelovanie

LITERATÚRA

- 1) **GEO-SLOPE International, 2013.** Seepage modeling with SEEP/W. [Online] 2013. [Cit. 17-03-2015.]. Dostupné na internete: <<http://downloads.geoslope.com/geostudioresources/books/8/14/seep%20modeling.pdf>>
- 2) **Slope stability analysis.** [Online] 2015. [Cit. 17-03-2015.]. Dostupné na internete: <<http://www.geo-slope.com/products/slopew.aspx>>

- 3) **GeoStudio. 2015.** *Software informer.* [Online] 2015. [Cit. 17-03-2015.] Dostupné na internete: <<http://geostudio.software.informer.com>>
- 4) **Lukáč, M., Bednárová, E. 2006.** *Navrhovanie a prevádzka vodných stavieb: Sypané priehrady a hrádze.* Bratislava : Jaga group s.r.o., 2006. s. 173. ISBN 80-8076-015-2.
- 5) **Lukáč, M., Minárik, M. 2009.** *Water reservoirs and dams.* Bratislava : Nakladateľstvo STU, 2009. s. 260. ISBN 978-80-227-3028-0.
- 6) **Matulík, Š. 2013.** *Sprievodná a súhrnná technická správa: Rekonštrukcia vodnej stavby Spálenisko II*
- 7) **Priecel, J. 2000.** *Mechanika zemín a zakladanie stavieb.* Nitra : Vydavateľstvo SPU, 2000. s. 187. ISBN 80-7137-789-9.
- 8) **Súľovská, M. 2007.** *Expected and actual seepage through the bodies and subsoils of earth dams. In Slovak Journal of civil engineering.* 2007. pp. 19-28.
- 9) **STN 73 6850.** 1975. *Sypané priehradné hrádze*

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Robert Molnár, Katedra krajinného inžinierstva, FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: +421 908 810 486, e-mail: r.molnar.1991@gmail.com

Ing. Tatiana Kaletová, PhD., Katedra krajinného inžinierstva, FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovensko, tel.: 037/641 5234, e-mail: tatiana.kaletova@uniag.sk

VŠEOBECNÉ ZÁSADY FUNKČNÉHO USPORIADANIA ÚZEMIA NA PRÍKLADE K. Ú. TURIE

GENERAL PRINCIPLES OF THE FUNCTIONAL ORGANIZATION OF THE TERRITORY FOR EXAMPLE CADASTRAL TERRITORY TURIE

Juraj KAVECKÝ, (SK) – Zlatica MUCHOVÁ, (SK)

ABSTRACT

The objective of this contribution is to present general principles in the process of land consolidation. Object of investigation is research on traffic conditions, ecological conditions and soil erosion. Model territory is village Turie. District of land consolidation project has 652,93 hectares. From analysis traffic conditions resulted, that in solved area are 17,647 kilometers of lanes with acreage 6,63 hectares. We elaborated design of road network to calculated with build 701 meters new reinforced lanes and with renovated will be 7713 m of lanes. We confirmed that presented design secure sufficient density of road's net and open every grounds. After, we solved erosion endangered area in actual condition. Application of the universal equation loss soil we found out in new design erosion control measures reduced intensity of erosion for shallow soil around 35 %, for middle deep soil around 42 % and for deep soil about 20 %. In design ecological conditions we consider with definition local biocenters with acreage 27,52 hectares, biocorridor with acreage 15,28 hectares, interaction elements with acreage 0,93 hectares and the gene locality with acreage 5,07 hectares. At the end we complex evaluate and compare actually and designed state of model territory by numerical and graphic method.

KEY WORDS

General principles of functional organization of the territory, erosion control measures, ecological conditions, traffic conditions

ÚVOD

Pozemkové úpravy, tak ako ich poznáme na Slovensku (komplexné, pričom sa toto pomenovanie v našej legislatíve oficiálne nepoužíva) sú čiastočne riešené podobným spôsobom najmä v Českej republike (Dumbrovský a kol., 2004, Hartvigsen, 2015), Nemecku (Thomas, 2004, Hartvigsen, 2015, *Vitikainen, 2004*) a Rakúsku (Hartvigsen, 2015, *Vitikainen, 2004*). Súhrne, ich hlavným cieľom je ochrana, tvorba životného prostredia a rozvoj vidieka s prihliadnutím na usporiadanie vlastníctva (Muchová a kol., 2013).

Problematika nového funkčného usporiadania krajiny je detailne spracovávaná v etape všeobecných zásad funkčného usporiadania pozemkov (VZFU). Hlavným cieľom VZFU je navrhnúť spôsob funkčného využívania územia (Muchová a kol. 2009). Realizáciou schválených ekostabilizačných prvkov a iných opatrení je možné zabezpečiť udržanie alebo obnovu ekologickej stability poľnohospodárskej krajiny, ako aj obnovu alebo zachovanie krajinného a historického dedičstva na poľnohospodárskych plochách (Geisse a kol., 2006). Hlavnými zásadami riešenia návrhu plánu VZFU územia je v maximálnej miere využiť existujúce zariadenia a opatrenia, vytvoriť bloky pre následné delenie jednotlivých pozemkov tak, aby bola zabezpečená prístupnosť, umožnenie komunikačného prepojenia so susednými katastrálnymi územiami (podrobnejšie rieši napr. Dumbrovský a kol., 2004), obmedzená možnosť vzniku vodnej a veternej erózie, aby bola poľnohospodárska výroba smerovaná čo najviac mimo intravilán, chránený intravilán pred prívalovými vodami (napr. Antal - Fídlér, a kol. 1989, Muchová - Antal, 2013), znovu navrátenie krajiny zelene do územia atď. (napr. Muchová a kol. 2009, Petrovič, 2006).

Príspevok prezentuje postupy a výsledky, ktoré boli aplikované pri tvorbe plánu VZFU územia v obvode projektu pozemkových úprav v katastrálnom území Turie.

MATERIÁL A METÓDY

Katastrálne územie Turie patrí na základe územno-správneho členenia do Žilinského kraja, okresu Žilina. Výmera katastrálneho územia je 2720,55 ha a výmera obvodu projektu pozemkových úprav je 652,93 ha. Vzhľadom na veľkú geografickú členitosť záujmového územia spadá do viacerých klimatických regiónov. Západná časť k. ú. patrí do mierne teplej klimatickej oblasti. Kotlinová časť patrí do studenej horskej klimatickej oblasti. Vyššia lesnatá časť katastra z teplotného hľadiska spadá do regiónu mierne chladného až chladného a najvyššia partia Lúčanskej Fatry do studenej až veľmi studenej klimatickej oblasti (Atlas SR, 2002). Na základe digitálneho modelu reliéfu (DMR) najvyššia nadmorská výška v katastrálnom území Turie je 1430,81 m a najnižšia 383,88 m. Územie má ráz relatívne harmonickej poľnohospodárskej krajiny (54,12% zastúpenie trvalých trávnych porastov a 31,16% ornej pôdy). Najznámejším vodným tokom územia je Turiansky potok. Je pravostranným prítokom Rajčianky, odvádza vodu z väčšiny svahov (82,15 %) plochy územia.

Metodické postupy prezentované v príspevku môže rozčleniť nasledovne:

- postupy spojené s tvorbou mapy súčasného využívania krajiny,
- postupy potrebné pre tvorbu digitálneho modelu reliéfu,
- postupy prezentujúce tvorbu pôdných máp,
- postupy pre súvisiace s návrhom miestneho územného systému ekologickej stability (MÚSES),
- postupy potrebné na spracovanie VZFÚ.

Pri spracovaní vstupných podkladov, mapových zostáv a na podporu rozhodovania sa využívali štandardné metódy na riešenie, analýzu a spracovanie konkrétnych čiastkových problémov. Obsahová stránka plánu VZFU územia bola stanovená na základe metodických postupov (Muchová a kol. 2009) a dodacích podmienok pre obvod projektu pozemkových úprav v k. ú. Turie. Použili sa bežné metódy a aktivity v oblasti GIS zahrňujúce: vstup sekundárnych (kartografických) dát, vstup atribútových dát, transformácia dát, interpretácia dát, generalizácia dát, vektorizácia dát, manipulácie s digitálnym modelom reliéfu, mapová algebra, preskúvanie databáz, vizualizácie a pod. (Šinka - Konc, 2014, Leitmanová, 2011).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom VZFÚ je návrh funkčného využitia každej plochy v obvode projektu, návrh opatrení na zlepšenie daných pomerov – v našom prípade komunikačných, protierozných, ekologických a vodohospodárskych a vyčlenenie zodpovedajúcich pozemkov pre tieto tzv. spoločné zariadenia a opatrenia.

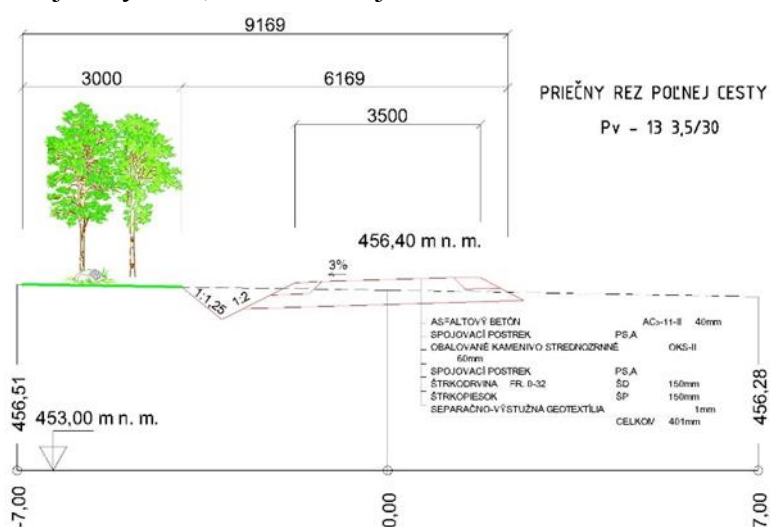
Návrh cestnej siete

Poľné cesty v riešenom území majú charakter miestneho významu, slúžia väčšinou ako prístupové alebo spojovacie komunikácie. Na podklade účelového mapovania polohopisu a terénnym šetrením (rekognoskácia územia bola realizovaná v rokoch 2014-2015) bolo zistené, že v súčasnom stave sa v území nachádza 0,083 km miestnych komunikácií a 17,647 km poľných ciest, z toho 3,409 km je s asfaltovým krytom, 5,204 km je so štrkovým krytom a až 9,034 km sú nespevnené zemné poľné cesty. Jestvujúce poľné cesty sa, na základe parametrov cestného telesa a zvoznejskej oblasti, začlenili do kategórií hlavných poľných ciest (jednopruhovú) do kategórie P 5,0/30, vedľajších poľných ciest – Pv 3,5/30 a doplnkových poľných ciest – Pp 3,0/30. Zistili sme, že len v určitých častiach svojich úsekov spĺňajú danú

kategóriu. V niektorých prípadoch bola cesta navrhnutá na rekonštrukciu na základe zadefinovaných kategórií. Na príklade poľnej cesty Pv – 13 prezentujeme formu spracovania dokumentácie všetkých ciest v riešenom území.

Súčasný stav: Poľná cesta Pv - 13 nespevnená (zemná) sa pripája na prístupovú cestu Pv – 12. Sprístupňuje pozemky v celej západnej časti riešeného územia. Celková dĺžka riešenej cesty je 1,438 km. Na cestu sa pripájajú poľné cesty a to Pp – 19, Pp – 20 a Pv – 14. Cesta končí na hranici katastrálneho územia, kde preteká Medzihorský potok.

Návrhový stav: Poľná cesta Pv – 13 je navrhnutá na rekonštrukciu, aby spĺňala parametre kategórie vedľajšej poľnej cesty Pv 3,5/30 s krytom živичnej úpravy. Zo svahovej strany je navrhnutá priekopa z dôvodu, že poľná cesta svojou lokalizáciou prerušuje dĺžku svahu čím môže zároveň plniť aj protieróznú funkciu. Popri ceste navrhujeme aj interakčný prvok (IP) IP – 4 široký 3 m v dĺžke 716 m čo predstavuje približne polovicu z celkovej dĺžky trasy cesty. Celková výmera uvádzanej poľnej cesty po realizácii bude 5536,3 m². Pričný rez cestného telesa poľnej cesty Pv 3,5/30 zobrazuje obr. 1.



Obr. 1 Návrh cestného telesa poľnej cesty jednoruhovej Pv - 13 v priečnom reze

K rekonštrukcii v celom obvode projektu pozemkových úprav bolo navrhnutých 6 existujúcich poľných ciest s celkovou dĺžkou 7713 m. Dve poľné cesty boli navrhnuté ako nové. Prvá z dôvodu prístupov na pozemky, má dĺžku 548 m. Druhá predlžuje doplnkovú poľnú cestu Pp – 18 o 153 m a tým sa prepojí táto cesta s cestou Pv – 14. Pp – 18 nemala žiadne napojenie na existujúcu cestnú sieť.

Návrh a úprava protieróznych zariadení a opatrení

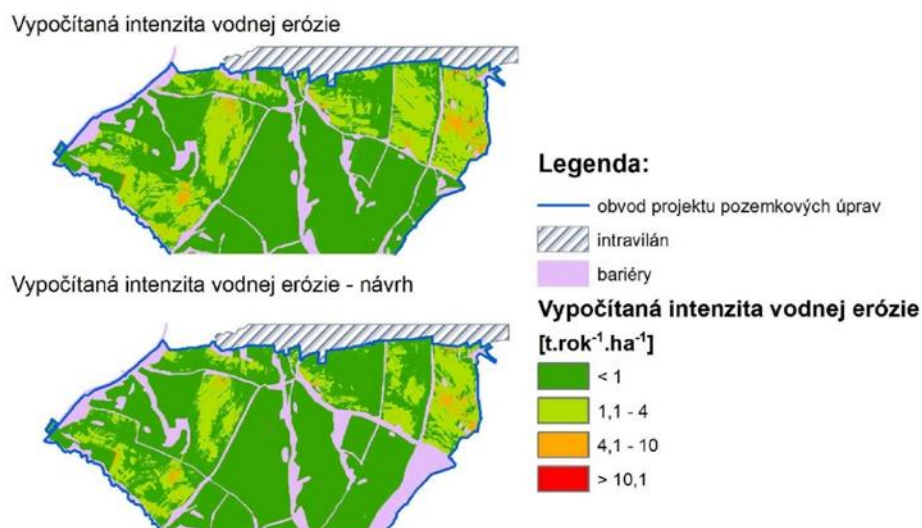
Podkladom pre zhodnotenie erózneho rizika je určenie intenzity odnosu pôdy (straty pôdy) v t na hektár za rok. Vodná erózia sa stanovuje na základe univerzálnej rovnice straty pôdy (Wischmeier – Smith, 1978). Pri posudzovaní potreby realizácie (návrhu protieróznych opatrení) sa vychádzalo z výpočtu stupňa erózneho ohrozenia pôdy a z prípustných hodnôt ročnej straty pôdy stanovenej podľa STN 75 4501 (Šinka - Konc, 2014).

Súčasný stav: Na základe vypočítanej intenzity vodnej erózie pôdy sme zistili územia, kde bola prekročená prípustná strata pôdy podľa STN. Jednalo sa o územia, kde sa nachádzala najmä veľkoblková orná pôda. Na týchto územiach sa začína tvoriť plošná vodná erózia z dôvodu výraznej svahovitosti a veľkej dĺžky svahu. Vypočítaná plocha prípustnej intenzity vodnej erózie v riešenom území pre kategóriu do 1 t. ha⁻¹. rok⁻¹ je 437,29 ha, od 1,1 do 4 t. ha⁻¹. rok⁻¹ 100,8 ha, pre kategóriu od 4,1 do 10 t. ha⁻¹. rok⁻¹ to je 7,4 ha. Zhruba na 0,15 ha

z celkovej výmera bola vypočítaná vyššia intenzita vodnej erózie viac ako $10 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (obr. 2).

Navrhovaný stav: Z výpočtu eróznej ohrozenosti územia vyplynuli závery týkajúce sa návrhu protieróznych opatrení. Na jednotlivé veľkoblokové orné pôdy, kde bola stanovená intenzita odnosu nižšia ako $4 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ je potrebné aplikovať najmä organizačné a agrotechnické zásahy. Odporúčame napr. obrábanie v smere vrstevníc, chrániť pôdu vylúčením pestovania všetkých erózne náchylných plodín. Vlastná protierózna agrotechnika, predovšetkým smer sejby, orby a všetky kultivačné a zberové operácie (aj na plochách TTP), by mali byť realizované, pokiaľ to mechanizačné prostriedky vzhľadom na sklon dovoľia, v smere vrstevníc resp. s minimálnou odchýlkou od neho. Pri pôdnych celkoch vo vyšších hodnotách intenzity vodnej erózie nad $4 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ sme sa novou organizáciou územia (ako napr. protierózne umiestnenie poľnej cesty s priekopou, správne situovanie biokoridorov) pokúsili prerušiť dĺžku svahu a tým situovať do územia bariéru povrchového odtoku.

Po návrhu protieróznych, komunikačných a ekologických zariadení a opatrení sme realizovali opätovný výpočet plôch jednotlivých kategórií intenzity vodnej erózie. Plochy so stratou pôdy do $1 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ sa navýšili cca o 70 ha. Pre intenzitu od 1,1 do $4 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ sa znížili o 40 ha, pri intenzite od 4,1 do $10 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ o 2 ha a výmera intenzity vodnej erózie nad $10 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ sa znížila o 0,5 ha (obr. 2).



Obr. 2 Porovnanie intenzity vodnej erózie pred a po návrhu protieróznych, komunikačných a ekologických zariadení

Návrh ekologických a krajinotvorných zariadení a opatrení



Pri návrhu ekologických a krajinotvorných opatrení sa vychádzalo z vypracovaného Miestneho územného systému ekologickej stability (Stred'anský a kol., 2006).

Súčasný stav: Podľa zistenia v dokumente NATURA 2000 priamo do k. ú. Turie zasahuje chránené vtáčie územie Malá Fatra (SKCHVU013). Celková výmera danej lokality je 71 481 ha, z toho v k. ú. Turie je 2072,18 ha a 208,04 ha spadá do obvodu projektu pozemkových úprav. Na celom území platí 1. stupeň ochrany. V území sa nenachádza žiadna chránená ani významná genofondová lokalita.

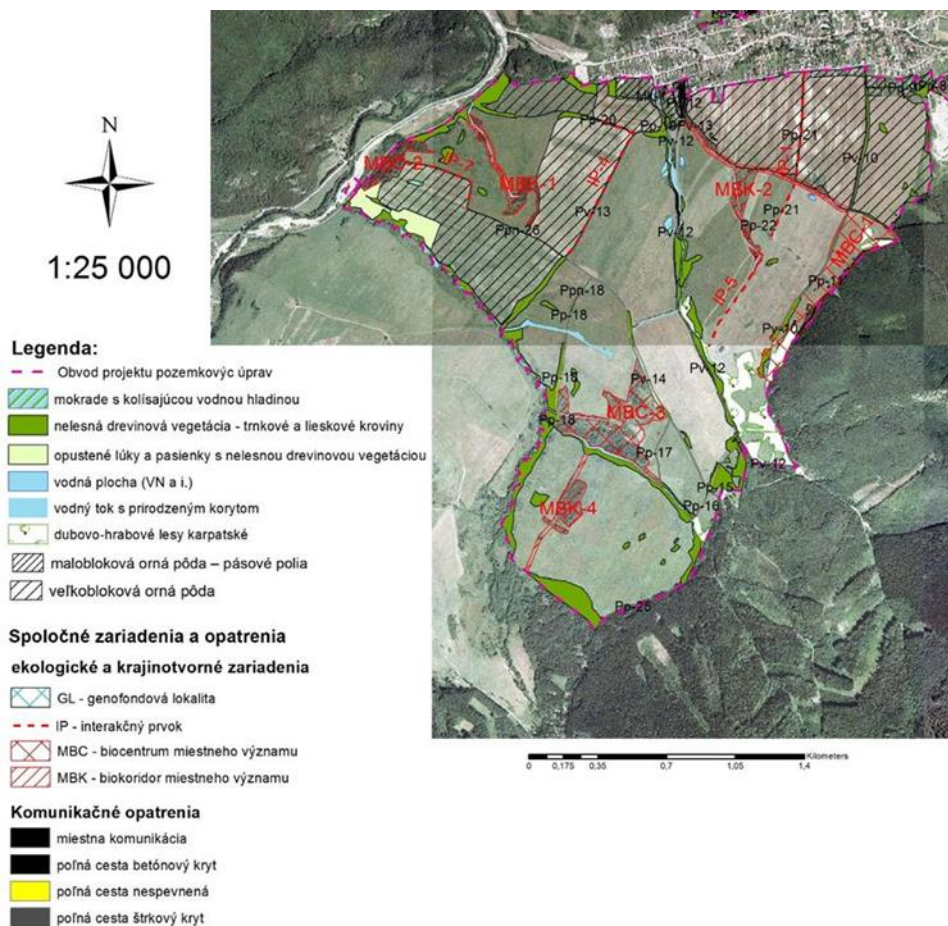
Navrhovaný stav: Vzhľadom k tomu, že v území je vysoký podiel lesných porastov (2,16%), trvalých trávnych porastov (54,12%) a nelesnej drevinovej vegetácie (8,69%), návrh sa zúžil predovšetkým na vytipovanie hodnotnejších existujúcich ekologických segmentov

krajiny. Nové návrhy spočívali predovšetkým v dotvorení krajinných scenérií formou návrhu maloplošných krajinotvorných prvkov (stromoradie, solitérne stromy a pod.). V rámci ekologických opatrení, na miestnej úrovni, v návrhu VZFU územia boli navrhnuté biocentrá o výmere 27,52 ha, biokoridory o výmere 15,28 ha, interakčné prvky o výmere 0,93 ha a genofondová lokalita s výmerou 5,07 ha. Celkový záber pôdy pre ekologické opatrenia na miestnej úrovni je 488027,23 m². Ako príklad spracovania ekologických úprav v príspevku prezentujeme nový interakčný prvok IP – 1 (evidenčná karta, tab. 1).

Tab. 1 Evidenčná karta ekologického zariadenia a opatrenia

NÁZOV A ČÍSLO: IP – 1 Sprievodná vegetácia pozdĺž poľnej cesty	Súčasný stav
TYP A VÝZNAM: návrh – dotvorenie	
KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Turie	
VÝMERA: 1638 m ² , DĹŽKA: 560 m, ŠÍRKA: 3 m	
TYP: líniový interakčný prvok	
LOKALIZÁCIA: Vegetácia pozdĺž poľnej cesty Pp - 21 od strany pôdneho celku	Po návrhu
FUNKCIA PRVKU V SIETI ÚSES: Interakčný prvok má funkciu ekologickú a estetickú. Plní aj funkciu protieróziu.	
NÁVRH OPATRENÍ: Navrhujeme výsadbu dreviny slivky domácej v šírke min. 3 m jednostranne (zo strany pôdneho celku). Z krajinárskeho hľadiska sú vhodnejšie stromy nižšieho vzrastu. Líniové výsadby pozdĺž ciest a medzi je možné podľa potreby prerušiť pre možnosť prejazdu mechanizácie (hospodárskych zjazdov).	

Na obr. 3 sú súborne zobrazené prezentované návrhy. Plán VZFU predstavuje základný podklad pre následné etapy projektu pozemkových úprav.



Obr. 3 Návrh plánu VZFU územia v obvode projektu pozemkových úprav v k. ú. Turie (výrez)

ZÁVER

Cieľom príspevku bolo odprezentovať výsledky, ktoré boli dosiahnuté pri tvorbe plánu VZFU územia v obvode projektu pozemkových úprav v katastrálnom území Turie. Nakoľko sa jedná o horskú krajinu, prioritou návrhov bola smerovaná predovšetkým na analýzy dopravných a protierózných zariadení a opatrení. Z prieskumu súčasného stavu dopravných pomerov bolo zrejmé, že existujúca cestná sieť nebude postačovať novému funkčnému usporiadaniu územia. Preto sme navrhli nové cesty v dĺžke cca 700 m a z existujúcich sme na rekonštrukciu odporučili cesty v dĺžke viac ako 7700 m. Na podklade výpočtu intenzity vodnej erózie sme odporučili najmä systém organizačných a agrotechnických opatrení. Z ekologických a krajinotvorných návrhov sme vytipovali cca na 48 ha významné biocentra, biokoridory a interakčné prvky. Celkový návrh, ktorý sme graficky zobrazili na mape VZFU zabezpečuje optimálne funkčné usporiadanie krajiny k. ú. Turie a ponúka dopravne prístupný, erózne a ekologicky stabilný vidiek najmä pre domáce obyvateľstvo.

ABSTRAKT

Cieľom príspevku je prezentovať návrh všeobecných zásad funkčného usporiadania územia v rámci procesu pozemkových úprav. Objektom skúmania je prieskum dopravných, ekologických a protierózných pomerov. Modelovým územím je obec Turie. Obvod projektu má výmeru 652,93 ha. Z analýzy dopravných pomerov vyplynulo, že v riešenom území sa, v súčasnom stave, nachádza 17,647 km poľných ciest na ploche 6,63 ha. Vypracovali sme návrh cestnej siete, ktorý počítá s vybudovaním 701 m nových spevnených ciest

a na rekonštrukciu je navrhnutých 7713 m poľných ciest. Overili sme, že prezentovaný návrh zabezpečí dostatočnú hustotu cestnej siete a sprístupnenie všetkých pozemkov. Následne sme riešili eróznú ohrozenosť územia v súčasnom stave. Aplikáciou univerzálnej rovnice straty pôdy sme zistili, že po novom návrhu protieróznych opatrení sa zníži intenzita erózie pre plytké pôdy o cca 35 %, pre stredne hlboké pôdy o cca 42 % a pre hlboké pôdy o cca 20 %. V návrhu ekologických opatrení uvažujeme s vymedzením miestnych biocentier o výmere 27,52 ha, biokoridorov o výmere 15,28 ha, interakčných prvkov o výmere 0,93 ha a genofondovej lokality o výmere 5,07 ha. Záverom komplexne hodnotíme a porovnávame súčasný a návrhový stav modelového územia číselným aj grafickým spôsobom.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Všeobecné zásady funkčného využívania územia, protierózne opatrenia, ekologické opatrenia, dopravné pomery

LITERATÚRA

- ANTAL, J. – FÍDLER, J. a kol. 1989. *Poľnohospodárske meliorácie*. Bratislava: Príroda, 1989. 472s. ISBN: 80-07-00011-9
- ATLAS KRAJINY SLOVENSKO, 2002. Ministerstvo životného prostredia SR a Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica, 2002. ISBN 80-88833-27-2.
- DUMBROVSKÝ M. a kol., 2004. *Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav*. Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, Brno, 190 s.
- GEISSE, E. – VANEK, J. a kol. 2006. *Metodické návody na tvorbu pozemkových úprav*. In Aktuálne problémy kartografie, katastra nehnuteľností a pozemkových úprav. Bratislava : STU, 2006. 197 s. ISBN 80-227-2480-7.
- HARTVIGSEN, M. 2015. *Experiences with land consolidation and land banking in central and eastern Europe after 1989*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 138.
- KAVECKÝ, J. 2015. *Všeobecné zásady funkčného usporiadania územia na príklade k. ú. Turie* : diplomová práca. Nitra : SPU, 2015.
- LEITMANOVÁ, M. 2011. *Vybrané aspekty využitia geografických informačných systémov v projektoch pozemkových úprav*. In Interaktívna konferencia mladých vedcov 2011. Banská Bystrica : Preveda, 2011. ISBN 978-80-970712-1-9. , s. 102.
- MUCHOVÁ, Z. – ANTAL, J., 2013, *Pozemkové úpravy*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 336 s., ISBN 978-80-552-1130-5
- MUCHOVÁ a kol. 2009. *Metodické štandardy projektovania pozemkových úprav*. Nitra : SPU v Nitre v spolupráci s MP SR. 397 s. ISBN 978-8-552-0267-9.
- PETROVIČ, F. 2006. The changes of the landscape with dispersed settlement, 2006. In. *Ekológia* (Bratislava). ISSN 1335-342X, Roč. 25, č. 1 (2.2006), s. 65-89.
- STREDANSKÝ, J. a kol. 2006. *Miestny územný systém ekologickej stability v katastrálnom území Turie*. Nitra. 124s.
- STN 75 4501: Hydromeliorácie. Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy. Základné ustanovenia (2000)
- ŠINKA, Karol - KONC, Ľubomír. 2014. *Výpočet topografického faktora s využitím USLE2D a GIS*. In Veda mladých 2014. 1. vyd. 1 CD-ROM (346 s.). Veda mladých. Nitra : SPU, 2014, s. 208-219. ISBN 978-80-552-1189-3.
- ARCDATA, 2007, s. 22.
- THOMAS, J. 2004. *Modern land Consolidation - recent trends on land consolidation in Germany*. Dostupné na internete: https://www.fig.net/commission7/france_2004/papers_symp/ts_03_thomas.pdf

VITIKAINEN, A. 2004. *An Overview of Land Consolidation in Europe*. In: Nordic journal of surveying and real estate research. Vol 1, No 1. ISSN: 1459-5877
WISHMEIER, W. H. – SMITH, D. D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses*. Hystaville MD : SEA USDA. 58 p.

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Juraj Kavecký, KKPPU FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.: +421 949 422 955 e-mail: juraj.kavecky@gmail.com
doc. Ing. Zlatica Muchová, PhD., KKPPU FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovakia, tel.: +421 (37) 641 5216

HODNOTENIE REÁLNYCH A PREVÁDZKOVÝCH PARAMETROV ČISTIARNE ODPADOVÝCH VÔD GALANTA

EVALUATION OF OPERATIONAL PARAMETERS OF WASTEWATER TREATMENT PLANT IN GALANTA

Petra BALÁŽOVÁ, (SR) –Luboš JURÍK, (SR)

ABSTRACT

Water is an important part of our lives. It is up to us humans, at which stage it will be left to the generation. Therefore, it is important to take care of its actual quality and to control WWTP running according to the operating parameters. Based on the data (flow rates of WWTP and WWTP) provided by ZsVS Nitra Company, Mark Galanta. Daily inflow changes the material and volume load of technologies and processes. It is necessary to return to the default draft and calculate some objects according to the actual data, when the amount of documentation is sufficient, after some time. Hydraulic system of flow rates of sedimentation tanks was evaluated according to that in the work. The actual inflow of water is different than the planned inflow and it is changing constantly.

KEY WORDS

Wastewater treatment plant, material load, hydraulic load, flow, finally settlement tanks.

ÚVOD

Životné prostredie sa skladá z určitých zložiek, a to napríklad zo vzduchu, ktorý dýchame. Z pôdy a v neposlednom rade patrí k zložkám životného prostredia aj voda. Voda tvorí 70 % našej planéty. Vodu predstavujú oceány, moria, rieky a jazerá. Voda je tiež dôležitá súčasť ľudského tela, v ktorom tvorí približne 2/3. Voda je za normálnych okolností bezfarebná, priesvitná kvapalina (tekutina), ktorá nemá ani žiadny zápach. Zápach, tiež aj „sfarbenie“ vody spôsobujú škodliviny, ktoré sú do nej vypúšťané. Najväčším problémom je teda problém znečisťovania. Znečisťovanie je spôsobené rôznymi príčinami, medzi ktoré môžeme zaradiť najmä chemikálie, a vypúšťanie odpadových vôd do vodných tokov z priemyselných a poľnohospodárskych podnikov. Práca sa bude zaoberať zhodnotením hydrauliky prietokov dosadzovacích nádrží na reálnom stave prevádzky čistiarne odpadových vôd v Galante.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika územia

Na riešenie problematiky sme použili podklady z prevádzkovej ČOV v Galante. Mesto Galanta sa nachádza v Trnavskom samosprávnom kraji v rovnomennom okrese a leží v strednej časti juhozápadného Slovenska. Mesto je jedným z kultúrnych, správnych a hospodárskych centier podunajského regiónu. Okres Galanta susedí s okresmi Trnava, Hlohovec, Nitra, Komárno, Šaľa, Dunajská Streda a Senec. Galanta leží v strednej časti juhozápadného Slovenska v strede Podunajskej nížiny. Pre oblasť sú charakteristické veľmi dobré klimatické podmienky, patrí medzi oblasti s najvyššou priemernou teplotou vzduchu na Slovensku. Galanta je obklopená viacerými väčšími a menšími vodnými tokmi a to: Šárd, Derňa, Malý Dunaj, Dudváh, Čierna Voda a rad menších tokov (*Mesto Galanta*).

Čistiareň odpadových vôd Galanta

Čistiareň odpadových vôd je súbor objektov a zariadení na čistenie odpadových vôd a osobitných vôd pred ich vypúšťaním do povrchových vôd alebo do podzemných vôd alebo

pred ich iným použitím (ZÁKON č. 364/2004 Z. z.).

Projektovaná kapacita ČOV Galanta je 45 000 EO. Podľa údajov prevádzkovateľa je v súčasnosti napojených na verejnú kanalizáciu 33 863 obyvateľov. Členenie privádzaného zaťaženia je teda odhadnuté nasledovne:

Obyvateľstvo: 32 951 EO, Ostatní producenti: 912 EO, **Spolu: 33 863 EO (PP, 2010).**

ČOV Galanta má recipient tok Šárd. Potok Šárd je melioračný kanál, ktorého prietok je do značnej miery ovplyvňovaný reguláciou odtokového množstva vody z vodnej nádrže, ktorá je vybudovaná do 1 km nad výustným objektom z čistiarne. Šárd býva málo vodnatý, najmä počas suchého obdobia, často s minimálnym prietokom a preto odtok z čistiarne nadlepšuje prietoky v kanáli tak, aby úplne nevyschol (PHSR).

V roku 2010 bola čistiareň odpadových vôd Galanta rekonštruovaná a v súčasnosti pozostáva z:

- **Mechanického čistenia a čerpania odpadových vôd** (sútoková šachta, vypínacia šachta, hrubé hrablice, vstupná čerpacia stanica, stanica zväzaných fekálnych vôd, kompaktné mechanické predčistenie, primárna sedimentácia, prečerpávacía stanica, stanica čerpania kalov a zväzaných priemyselných vôd, čistenie dažďových vôd)
- **Biologického čistenia** (anaeróbny reaktor, aktivačné {biologické} nádrže, dúchareň, chemické zrážanie fosforu, dosadzovacie nádrže, čerpacia stanica vratného a prebytočného kalu, AT stanica úžitkovej vody, Dávkovanie externého substrátu)
- **Terciárneho dočistenia** (Mikrositový bubnový filter, Parshallov žľab)
- **Kalového hospodárstva** (zahusťovanie sekundárneho kalu, vyhnívacia nádrž a strojovňa vyhnívacej nádrže, uskladňovacie nádrže, mechanické odvodnenie kalu)
- **Plynového hospodárstva** (plynojem a strojovňa plynojemu, plynová kompresorovňa, plynový horák prebytočného plynojemu, strojovňa kotolne, strojovňa kogeneračnej jednotky) (PP, 2010).

Dosadzovacie nádrže majú kruhový pôdorys s horizontálnym prietokom. Priemer dosadzovacej nádrže je 23,4 m, hĺbka pri stene nádrži je 4,8 m, účinná plocha je 430 m², účinný objem je 1900 m³. Prívodné potrubie je vedené cez stredový betónový stĺp a pod hladinou v nádrži sú v potrubí vyhotovené vertikálne obdĺžnikové otvory, cez ktoré vyteká aktivačná zmes do priestoru disipačného vtokového valca (PP, 2010).

Prepady - predpokladajme prietok kvapaliny cez prekážku. Definujme vlákno prúdu s elementárnou hrúbkou. Tlak p , ktorý pôsobí na vlákno prúdu dy a ktorý následne spôsobuje pohyb kvapaliny, sa dá vyjadriť pomocou vzdialenosti hladiny kvapaliny y ako:

$$p = y \cdot \rho \cdot g$$

kde: ρ je hustota kvapaliny, g je miestne tiažové zrýchlenie.

V prípade prepádov aj žľabov sa tlak, spôsobujúci prúdenie, meria výškou voľného povrchu proti prúdu prepádovej hrany konštrukcie (nazýva sa *koruna*). Teda meranie *spádu* v prípade prepádu alebo žľabu vyústi do merania jedného tlaku. Spádom sa pritom myslí zvislá vzdialenosť medzi úrovňou koruny a hladinou kvapaliny. Merania spádu by sa mali vykonávať proti prúdu vo vzdialenosti od prepádovej hrany najmenej štyrikrát väčšej ako očakávaný maximálny spád kvapaliny. Objemový prietok q_m môžeme vyjadriť v tvare:

$$q_m = \frac{2}{3} \cdot \varepsilon \cdot L \cdot \sqrt{2gh^3}$$

kde: ε – koeficient stlačiteľnosti, L – šírka priehrady, h – nameraný spád kvapaliny

Najpoužívanejšie tvary výrezov sú:

- a) *Cippolettiho* alebo *lichobežníkový* výrez,
- b) *pravouhlý* výrez,
- c) *trojuholníkový* výrez, napr. *Thomsonov*.

Vo všeobecnosti sa obmedzuje maximálna výška spádu najviac na 1/3 šírky koruny. Rýchlosť prúdenia kvapaliny pred prepacom nemá prekročiť 0,3 m/s. Kvapalina musí voľne odtekať a nesmie stekať po stene priepadu, inak sa do merania vnesie značná chyba. Priepady sa nepovažujú za veľmi presné meradlá prietoku. Všeobecne sa uvádza relatívna chyba merania 0,5 % až 4 % pri konfidenčnej hladine 75 % a 1 % až 9 % pri konfidenčnej hladine 95 %. (*Jurík, 2011*).

Žľaby - dá sa povedať, že *žľab* je prispôbenie Venturiho koncepcie merania prietoku na meranie prietoku kvapaliny v otvorenom kanále. Žľab vznikne priblížením bočných stien a zvýšením prierezu spodnej steny, takže sa vytvorí plytký kanál so širokou korunou. Na rozdiel od prepádov môžu žľaby pracovať s malým celkovým spádom.

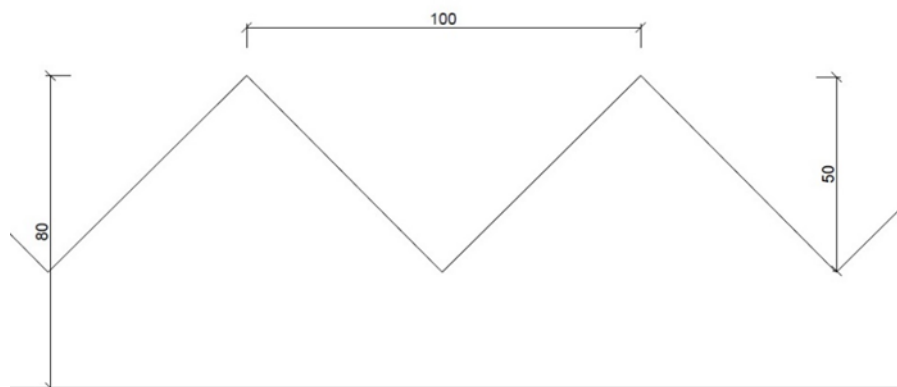
Najčastejšie sa používajú tri základné typy:

- a) Parshallov žľab,
- b) Palmer-Bowlusov žľab,
- c) parabolický výtlačný žľab.

Len Parshallov žľab sa používa v pravouhlom, otvorenom kanále, ostatné dva typy sa používajú v čiastočne naplnenom kruhovom potrubí. Neistota merania prietoku pomocou žľabov je o niečo väčšia ako neistota merania pomocou prepádov (*Jurík, 2011*).

VÝSLEDKY

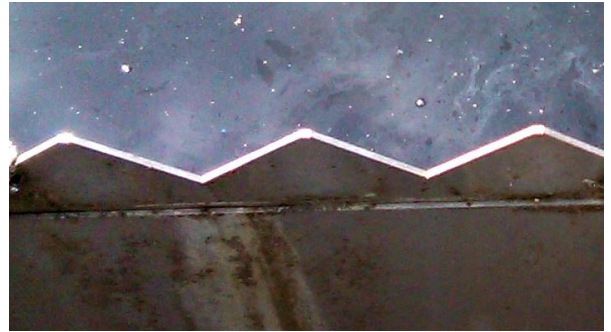
Zaujímavým problémom pri riešení ČOV je návrh odtoku z dosadzovacích nádrží. Ich riešenie je založené na zvolenom tvare, ktorý je buď kruhový alebo obdĺžnikový. Na okraji kde voda prepadá do odtoku a následne do recipientu sú prepádové hrany vytvorené z oceľového plechu a samotný prepád vody je cez trojuholníkové výrezy. Ich prietoková kapacita je navrhnutá na projektovanú kapacitu prítoku, resp. odtoku odpadovej vody na ČOV. Cez trojuholníkové otvory musí prepadať práve toľko vody, koľko priteká. Regulácia odtoku je nastavením potrebnej hladiny vody v dosadzovacej nádrži. Tá vytvorí potrebnú prepádovú výšku, a tým aj prietok cez otvor so známou plošnou a prietokovou charakteristikou. V čistiarni odpadových vôd v Galante sme si zmerali tvar vyhotovených otvorov a overili rozmery dosadzovacích nádrží. Priepad v našom prípade je pravouhlý trojuholníkový otvor (obrázok 1).



Obrázok 8: Detail priepadu dosadzovacej nádrže ČOV Galanta s rozmermi



Obrázok 10: Detail prepadu – pohľad z bok



Obrázok 9: Detail prepadu ČOV Galanta - pohľad zvrchu

Z geometrie nádrže sme vypočítali počet otvorov (priepadov):

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot r}{0,1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 11,7}{0,1} = 735$$

Pre jeden daný otvor sme vypočítali prepadovú charakteristiku pre celý profil otvoru.

$$Q = 1,4 \cdot h^{2,5} \cdot 1000 \text{ [l/s]}$$

Tabuľka 2: Vypočítané prietoky Q podľa Thomsona

h [m]	Thomson [l/s]	h [m]	Thomson [l/s]
0,005	0,002	0,055	0,993
0,01	0,014	0,06	1,235
0,015	0,039	0,065	1,508
0,02	0,079	0,07	1,815
0,025	0,138	0,075	2,157
0,03	0,218	0,08	2,534
0,035	0,321	0,085	2,949
0,04	0,448	0,09	3,402
0,045	0,601	0,095	3,894
0,05	0,783	0,1	4,427

Skutočný prítok vody je iný, ako projektovaný a neustále sa mení. Preto je odtekané množstvo vody neustále menené a z prevádzky ČOV sme získali údaje o odtoku za obdobie rokov 2010-2013. Z údajov sme vyhodnotili minimálny (18,98 l/s), maximálny (162,62 l/s) a priemerný prietok (43,95 l/s) cez čistiareň odpadových vôd v Galante a pre jednotlivé údaje sme urobili výpočty. Čistiareň odpadových vôd v Galante je navrhnutá na priemerný denný prietok - 100 l/s a na maximálny - 112 l/s.

$$Q_{\text{priem na 1 prepad}} = \frac{Q_{\text{priem na výusti}}}{\text{počet priepadov}} = \frac{43,95}{735} = 0,0598 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{min na 1 prepad}} = \frac{Q_{\text{min na výusti}}}{\text{počet priepadov}} = \frac{18,98}{735} = 0,0258 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{max na 1 prepad}} = \frac{Q_{\text{max na výusti}}}{\text{počet priepadov}} = \frac{162,62}{735} = 0,2212 \text{ l/s}$$

Následne sme prepad cez jeden otvor násobili počtom. Preverili sme prietokovú kapacitu pre návrhový prietok. Z našich výpočtov vyplýva, že navrhnuté parametre ČOV Galanta na priemerný prietok sú postačujúce, a však pri maximálnom prietoku je reálny prítok väčší ako navrhovaný.

ZÁVER

Riešenie ČOV má niekoľko aspektov. Prvá úloha je navrhnutie technológie na postupné odstránenie znečisťujúcich látok. Preto sú navrhnuté na projektované hodnoty objekty mechanického a biologického stupňa čistiare. Ďalej je potrebné riešiť likvidáciu zachytených látok. Všetky riešenia musia byť efektívne a zároveň s minimálnymi prevádzkovými nákladmi. Samostatným riešením je hydraulika jednotlivých objektov, kde sa riešia prietokové rýchlosti a aj prietokové množstvá. Projektant rieši celý funkčný komplex na jeden teoretický stav prítoku vody a znečistenia. Každodenný prítok však mení látkové i objemové zaťaženie technológií a procesov, preto je potrebné sa po čase, keď je dostatok podkladov, vrátiť ku návrhu a prepočítať niektoré objekty na základe aktuálnych údajov. Práca sa zaoberala zhodnotením hydrauliky prietokov dosadzovacích nádrží na reálnom stave prevádzky čistiare odpadových vôd v Galante. Z hľadiska priemerného prietoku navrhnuté parametre vyhovujú, avšak pri maximálnom prietoku sú návrhové parametre nižšie, ako je reálny prítok na ČOV Galanta.

ABSTRAKT

Voda je dôležitá súčasť nášho života. Je na nás ľuďoch, v akom štádiu ju zanecháme svojim ďalším generáciám. Dôležité je preto starať sa o jej skutočnú kvalitu a kontrolovať reálne fungovanie ČOV v porovnaní z prevádzkovými parametrami. Na základe údajov (prietokov z ČOV a na ČOV) za roky 2010-2013, ktoré boli poskytnuté od ZsVS Nitra, a.s., OZ Galanta. Každodenný prítok mení látkové i objemové zaťaženie technológií a procesov. Po čase je potrebné, keď je dostatok podkladov, vrátiť sa ku návrhu a prepočítať niektoré objekty na základe aktuálnych údajov a na základe toho, sa v práci zhodnotila hydraulika prietokov dosadzovacích nádrží. Skutočný prítok vody je iný, ako projektovaný a neustále sa mení.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Čistiareň odpadových vôd, látkové zaťaženie, hydraulické zaťaženie, prietok, dosadzovacie nádrže

LITERATÚRA

JURÍK, Ľuboš 2007. Vodné stavby. Nitra SPU.

JURÍK, Ľuboš 2011. Vodovody a kanalizácia na vidieku. Nitra SPU. Nepublikovaný text pre výuku na SPU v Nitre.

Mesto Galanta 2011, dostupné online na: <http://www.galanta.sk/galanta/informacie-o-meste>

PHSR, Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Galanta, dostupný online na:
http://www.galanta.sk/files/PHSR_galanta_0.pdf

PP, 2010. Prevádzkový poriadok verejnej kanalizácie pre trvalú prevádzku II. ČOVSPOL a.s., Bratislava.

STREĎANSKÝ, Jozef 2010. Hodnotenie kvality životného prostredia. Nitra SPU. ISBN 978-80-552-0423-9

ZÁKON č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)

KONTAKTNÁ ADRESA

Petra Balážová, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Hospodárska 7, 949 76, Nitra, Slovensko. e-mail: xbalazovap@is.uniag.sk

III. sekcia
Záhradníctvo

MONITORING ŠKODCOV ZO SKUPINY OBAĽOVAČOV NA JABLONIACH MONITORING THE PESTS OF MOTH GROUP IN APPLE TREES

Radoslav KOBOLKA, (SR) – Oleg PAULEN, (SR)

ABSTRACT

The work shows importance of monitoring of Apple tree pests from moth group in concrete growing conditions. In 2014 there was observed occurrence of moths in Apple tree orchard located in Botanical Garden of SUA in Nitra with help of pheromone traps e.g. Codling moth (*Cydia pomonella* L.), Appleseed moth (*Grapholita lobarzewskii* Now.), Hawthorn berry moth (*G. janthinana* Dup.), and Summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana* Fish. v. Roesl.). The date of first generation occurrence of Codling moth, Appleseed moth and Summer fruit tortrix moth was recorded on April 23rd. All the pests showed two major periods of flying activity, but with Hawthorn berry moth three periods of higher occurrence were recorded. Course of temperatures influenced number of pests trapped in traps remarkably. The number of pests was highly influenced by rainy weather and lower temperatures in months when there was expected the most intensive harmfulness of them. The recorded values may be influenced by species diversity of the Botanical garden orchard as well as that of surrounding area.

KEY WORDS

Moths, apple tree, integrated pest management, automated meteorological station, pheromone traps

ÚVOD

Na území SR sa v ovocných sadoch vyskytuje množstvo hmyzích škodcov, ktoré spôsobujú každoročne významné straty ako z hľadiska kvantity ovocia, tak i z hľadiska jeho kvality. Okrem toho negatívne ovplyvňujú kondíciu ovocných stromov a životnosť výsadiieb. K najdôležitejším ovocným druhom pestovaným na území SR patria jablone. Ich produkčná výmera v roku 2013 bola 3448,2 ha, čo činilo 52,5% zo všetkých ovocných sádov na území Slovenska (Meravá, 2014). Najvýznamnejšími škodcami jabloní sú obaľovače. Jedná sa o škodcov zo skupiny motýľov, ktorých škodlivé štádium sú húsenice. Škody spôsobujú požerom a vžieraním sa do plodov. Ich vývoj začína od polovice mája a škody spôsobujú až do zberu plodov (Tancik, 2013). Na sklonku dvadsiateho storočia sme začali zaznamenávať výskyt a rozširovanie sa druhov hmyzu, ktoré do toho obdobia nepredstavovali pre ovocinárstvo zásadnejší alebo žiadny problém, kým pri iných došlo k nárastu počtu generácií v priebehu roka. Tieto javy sa spravidla dávajú do súvislosti s nástupom klimatickej zmeny. Otepľovanie prispelo k úspešnému rozširovaniu nových druhov škodcov z teplejších oblastí a umožnilo ich aklimatizáciu na našom území. Táto situácia vyvoláva potrebu zmien v systéme ochrany ovocných drevín proti škodcom, rastie jeho zložitosť, mení sa dĺžka obdobia kedy sú aplikované pesticídy, rastie význam signalizácie škodcov a použitie nechemických metód boja proti nim.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol riešený v ovocnom sade v lokalite Botanickej záhrady SPU v Nitre v roku 2014. Na pokusnom mieste bol sledovaný výskyt škodcov v ovocných sadoch jabloní. Sledovaní škodcovia patria do skupiny obaľovačov. Ide o sady s nižšou intenzitou pestovania.

Charakteristika lokality

BZSPU v Nitre:

Priemerná ročná teplota: 9,6 °C, suma aktívnych denných teplôt 2880°C, úhrn zrážok za rok: 595 mm, nadmorská výška 130 m.n.m., dĺžka slnečného svitu za rok: 1550 hodín, počet dní so snehovou pokrývkou v zime: 50-70 mm (Zborník prác SHMÚ; priemer rokov 1951-1980)

Ide o sady demonštračných, výukových a pomologických zbierok z malej časti určené na komerčné využitie. Jedná sa o sady zmiešaných výsadiet. Celková plocha obhospodávaných sadov je cca 4 ha. Nakoľko sa jedná o sady s malou intenzitou obhospodarovania aj chemická ochrana je tomu primeraná. Chemická ochrana sa vykonáva len v určitých častiach sadu. Vekové zloženie ovocných stromov v sade je rôzne. Nachádzajú sa to mladé výsadby do 8 rokov veku, ale aj staršie 25 ročné výsadby. V sade na celej ploche je zvolené zatrávenie prirodzeným bylinným pokryvom, ktorý sa kosí cca 4x do roka. Odrodové zloženie v prípade jabloní je v mladšej výsadbe prevažne odroda Braeburn a iné v rôznom zastúpení. V starších výsadbách dominuje odroda Golden Delicious, Šampión ai. Vo výsadbe boli použité rôzne podpníky, od slabo rastúcich podpníkov (prevažne M9) pri stromoch v tvare štíhle vreteno na drôtenke až po rôzne stredne a silnejšie rastúce podpníky pri stromoch v tvare zákrpkov a štvrtkmeňov s voľne rastúcou korunou.

Skupiny škodcov

V pokuse sme sledovali výskyt škodcov zo skupiny obalovačov - *Cydia pomonella* L., *Grapholita lobarzewskii* Now., *G. janthinana* Dup., *Adoxophyes orana* Fish. v. Roestl., ktorý sme zaznamenávali na základe ich zachytenia vo feromonových lapačoch rozmiestnených v sade jabloní.

Postup odchyty škodcov

Teoretická príprava

Pokus bol realizovaný počas vegetačného obdobia v roku 2014.

Rozvešaniu feromónových lapačov na škodcov predchádzalo dôkladné naštudovanie bionómie škodcov. Taktiež bolo potrebné oboznámiť sa s používaním feromónových lapačov s ich princípom a spôsobom použitia. Následne bolo potrebné zostaviť si špeciálny záznamník na zaznamenávanie počtov škodcov v lapáčkoch. V rámci prípravnej fázy sme sa zvládli metodiku práce s AMS a spracovania získaných výsledkov, čo následne umožní získať výstupy a získanie celkových výsledkov, ktoré budú publikované formou dizertačnej práce.

Rozvešanie lapačov

Lapače boli rozmiestnené v ovocnom sade vo fenofáze zelenej špičky listov (BBCH 09). V lokalite BZ SPU v Nitre to pripadalo na dátum 9.4.2014. Ich rozmiestnenie v sadoch bolo podľa návodu pre každý lapač individuálne, avšak minimálne 1,5 m nad zemou zavesením na kmeň alebo konár stromu. V prípade, že to nebolo možné, ako miesto pre zavesenie sme zvolili vodiaci drôt opory. Počet lapačov bol zvolený 3 ks, a to z dôvodu potreby počítačového softwaru, ktorý vyhodnocuje priemer náletov škodcov.

Vyhodnocovanie lapačov

Počet zachytených škodcov v jednotlivých lapačoch sa sledoval a zaznamenával pravidelne od rozmiestnenia až do konca vegetačného obdobia 3x týždenne (pondelok, streda, piatok).

Zistené počty škodcov sa zaznamenávali do špeciálneho zošita na zaznamenávanie počtu odchytených škodcov. Po zaznamenaní a zapísaní hodnôt sa lepové dosky od škodcov vyčistili, tak aby ostali bez akýchkoľvek častí imág, ktoré by mohli skresľovať výsledky pri ďalšom odčítavaní. Po ukončení pozorovania vo vegetačnom období bolo potrebné spracovať výsledky do podoby letovej krivky a následne určiť vrcholy letovej aktivity škodcu.

Zaznamenávanie meteorologických parametrov

V období pozorovania škodcov sa zaznamenávali pomocou AMS inštalovanej v demonštračnej záhrade BZ SPU teploty vzduchu, ktoré sme využili na zistenie súm efektívnych teplôt potrebných pre nástup vrcholov letovej krivky a periódy medzi jednotlivými vrcholmi letovej aktivity.

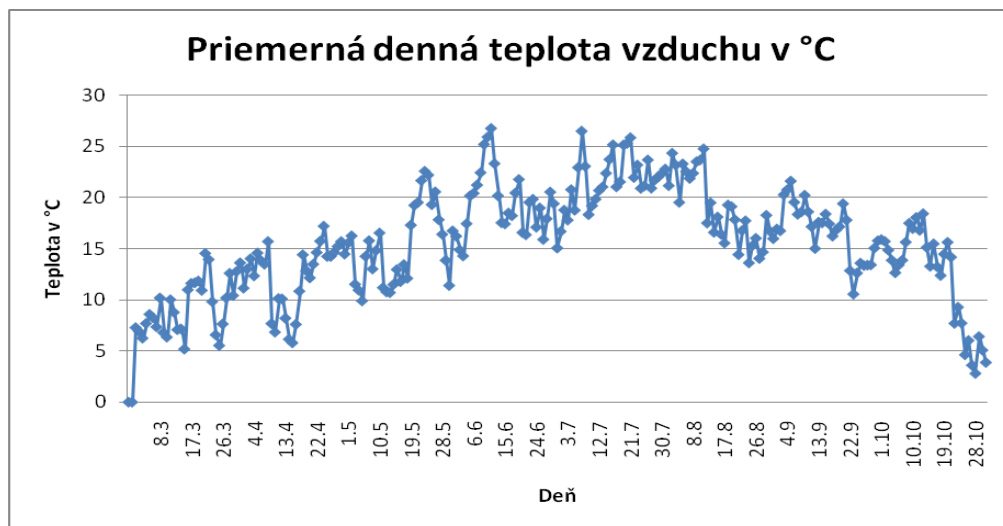
Údaje o sumách efektívnych teplôt budú porovnané a využité pri tvorbe modelov letovej aktivity jednotlivých škodcov využiteľných pre predpovedanie ich výskytu v ďalších rokoch, čo bude súčasťou výstupou dizertačnej práce..

VÝSLEDKY

Vo výsledkoch sú zhrnuté hodnoty zaznamenané v lokalite BZ SPU v Nitre za rok 2014.

Agroklimatické hodnotenie roku 2014

Graf č. 1 Priemerná denná teplota vzduchu za obdobie marec – október roku 2014



Graph 1 Mean daily temperatures in March – October 2014 period

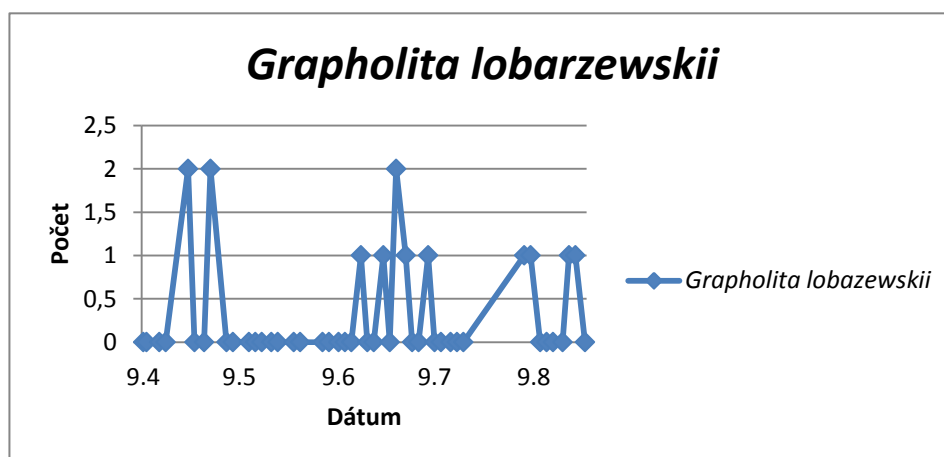
Na grafe je možné sledovať priebeh priemerných denných teplôt zistených počas sledovania náletu škodcov počas vegetácie. Priemerná denná teplota za sledované obdobie (marec – október) bola 14.9 °C.

Hodnotené obdobie roku 2014 bolo charakteristické častým výskytom zrážok. Za obdobie marec – október bolo až 52 dní s úhrnom zrážok väčším ako 1mm a 22 dní so zrážkami nad 5 mm. Tento fakt mal významný vplyv aj na letovú aktivitu škodcov.

Signalizácia náletu obal'ovačov na jabloniach

Na grafoch 2 až 5 sú znázornené počty škodcov jabloní zachytených v lapačoch počas hodnoteného obdobia. Grafy sú z dôvodu lepšej prehľadnosti upravené a obsahujú hodnoty meraní len v prípade, že bol daný škodca chytený v lapačoch. Merania však prebiehali v dlhšom období, od 9.4. do 31.10.2014.

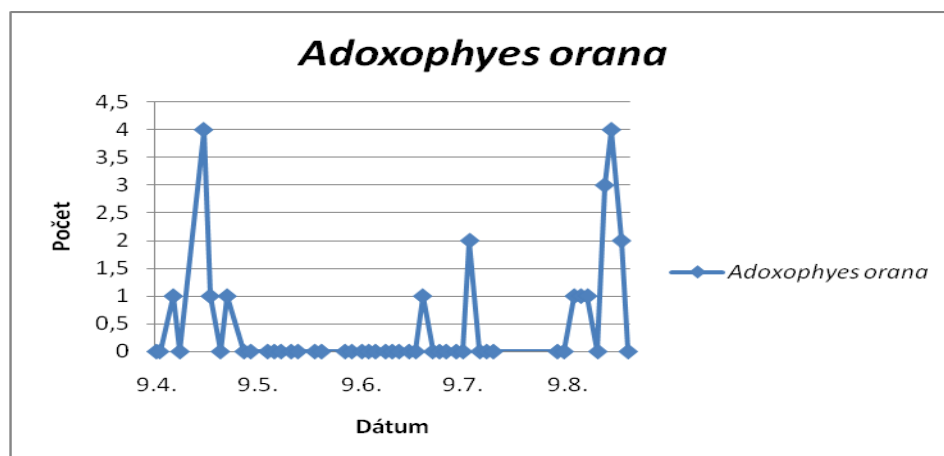
Graf č.4 Letová krivka obal'ovača višňového (*Grapholita lobarzewskii* Now.)



Graph 4 Flight curve of Appleseed moth (*Grapholita lobarzewskii* Now.)

Sledovaný škodca mal v danom roku na tejto lokalite nízky výskyt, čo je zrejmé z grafu. Vo feromónových lapačoch sme zaznamenali vyšší výskyt imág 23.4., 30.4. a 27.6. (po 2 kusy).

Graf č.5 Letová krivka obal'ovača zemlezoového (*Adoxophyes orana* Fish. v. Roesl.)



Graph 5 Flight curve of Summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana* Fish. v. Roesl.)

Škodca v danom roku mal dve generácie. Vrchol náletu prvej generácie bol 23.4., druhej 22.8. Obe s počtom 4 ks imág chytených v lapači.

DISKUSIA

Namerané a zistené hodnoty sa vzťahujú na danú klimatickú polohu lokality botanickej záhrady SPU v Nitre. Namerané výsledky môžu byť ovplyvnené zložením a rozložením sádov.

Nálet obal'ovača jablčného ako tvrdí Praslička (1997) začína v koncom mája a maximum náletu je v júni. Maximum kladenia vajíčok je v druhej polovici júna. Z našich meraní vyplýva že začiatok náletu škodcu bol 23.4 a maximum kladenia vajíčok pripadalo na druhú polovicu mája. Išlo však o pestovateľský rok so skorým nástupom jari. Cigániková (2011) uvádza, že obal'ovač višňový v roku 2008 začal nálet 18.6 pri SET °C 424, a vrchol náletu

prvej generácie bol 25.6. Z našich meraní vyplýva, že sme vo feromónových lapačoch zaznamenali vyšší výskyt imág 23.4, 30.4 a 27.6 avšak s nižšou početnosťou.

ZÁVER

Cieľom práce bolo získanie poznatkov o letovej aktivite vybraných významných škodcov jabloní zo skupiny obalovačov, ktoré budú využité pri tvorbe modelov aktivity sledovaných škodcov a predpovedanie ich výskytu v závislosti od meteorologických faktorov v konkrétnej oblasti pestovania. Na pokusnom stanovišti sme sledovali priebeh meteorologických prvkov – teploty, zrážky pomocou automatických meteorologických staníc umiestnených priamo v ovocnom sade. Ďalej sme sledovali výskyt vybraných škodcov - obalovač jablčný (*Cydia pomonella*), obalovač višňový (*G. lobarzewskii* Now.), obalovač trnkový (*G. janthinana* Dup.), obalovač zemolezový (*Adoxophyes orana* Fish. v. Roesl.), psota a to pomocou feromónových lapačov. Zostavili sme letové krivky jednotlivých škodcov, ktoré poukazujú na rozdielnu letovú aktivitu. Pri viacerých škodcoch sme pozorovali rovnaký dátum výskytu prvej generácie týchto škodcov a to 23.4. Išlo o obalovača zemolezového, jablčného a višňového. Zaznamenali sme pri nich dve obdobia s výraznou letovou aktivitou. V prípade obalovača trnkového sme zaznamenali výskyt až troch období s vyššou početnosťou škodcu. Priebeh teplôt naznačuje ich vplyv na početnosť druhej generácie škodcu (nízke teploty spôsobili nižšiu početnosť škodcu, ale počas dlhšej periódy). Veľký vplyv na letovú aktivitu škodcov mal aj častejší výskyt zrážok a nízke teploty v mesiacoch jún a august t.j. v období škodlivosti. Skreslenie výsledkov môže byť ovplyvnené rôznym druhovým zložením sadu ale i blízkosťou záhrad s pestrým druhovým zložením rastlín.

ABSTRAKT

Práca poukazuje na dôležitosť monitoringu škodcov jabloní zo skupiny obalovačov v konkrétnych pestovateľských podmienkach. V roku 2014 sme na pokusnej lokalite Botanickej záhrady SPU v Nitre sledovali pomocou feromónových lapačov výskyt škodcov na jabloniach a to obalovača jablčného (*Cydia pomonella* L.), obalovača višňového (*Grapholita lobarzewskii* Now.), obalovača trnkového (*G. janthinana* Dup.) a obalovača zemolezového (*Adoxophyes orana* Fish. v. Roesl.). Dátum výskytu prvej generácie škodcov obalovača zemolezového, jablčného a višňového bol 23.04. Všetci škodcovia mali dve významné obdobia letovej aktivity. Obalovač trnkový mal tri obdobia s vyššou početnosťou. Priebeh teplôt mal významný vplyv na početnosť škodcov. Veľký vplyv na letovú aktivitu škodcov malo daždivé počasie a nižšie teploty v mesiacoch s najväčšou mierou škodlivosti škodcov. Na merané hodnoty mohlo mať vplyv rôznorodé druhové zloženie sadu Botanickej záhrady, ako aj jeho okolia.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Obalovače, jablňoň, integrovaná ochrana, automatická meteorologická stanica, feromónové lapače

LITERATÚRA

- CIGÁNIKOVÁ, Marianna. 2011. *Identifikácia hospodársky najvýznamnejších škodcov jabloní z rodu torticidae v súčasnosti a možnosti uplatnenia digitálnej signalizačnej techniky v boji proti nim*: diplomová práca. Nitra : SPU. 90 s.
- HLUCHÝ, M. et al. 2008. *Ochrana ovocných drevín a révy v ekologické a integrované produkci*. Brno: Biocont Laboratory spol. s r. o., 2008. 498 s. ISBN 978-80-901874-7-4
- HURŇÁK, A. et al. 1974. *Ochrana rastlín*. Bratislava: Vydavateľstvo Príroda, 1974. 263 s. 64-007-74

CHEN HONG - LIN WEI 1995. Sex pheromones of *Laspeyresia pomonella* L. and the application. In *Plant Quarantine* [online], 1995, vol. 9, no. 1 [cit. 2014-09-30], p. 15-16. ISSN 1005-2755

KOLEKTIV, 1996; *Zahradnický slovník naučný díl 2.*, ÚZPI – Praha, 541s. ISBN 80-85120-51-8

KOLEKTIV, 1997; *Zahradnický slovník naučný díl 3.*, ÚZPI – Praha, 556s. ISBN 80-85120-62-3

MERAVÁ, E. 2014. *Ovocie - Situačná a výhľadová správa k 31.12.2013*. Bratislava: VÚEPP. 48s. ISSN 1338-8002

SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015. *Sieť fenologických staníc. Ciele monitorovacieho subsystému*, Bratislava, c2015. [cit. 2015-04-04] Dostupné na: <http://www.shmu.sk/sk/?page=353>

TAMAŠEK, Z. 2014, *Informácie o feromónoch*. [cit. 2015-04-12] Dostupné na: <biotomal.sk/informacieoferomonoch.doc>

TANCIK, J. 2013. *Škodcovia jadrovin*, In *Sady a vinice*, 2013, vol. 8, no. 3, p. 12-14. ISSN 1336-7684

ZBORNÍK PRÁC. Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave. Zväzok 33/I. 1991. ALFA Bratislava. 1991. prvé vydanie. ISBN 80-05-00888-0

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Radoslav Kobilka, Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tulipánová 7, 949 01 Nitra, Slovenská republika, 0904 228 862, rado.kobilka@gmail.com

**VPLYV TERMÍNU VÝSEVU A ZBERU NA OBSAH BIOAKTÍVNYCH
KOMPONENTOV V BAZALKE PRAVEJ**
EFFECT OF DIFFERENT SOWING AND HARVESTING DATES ON BIOACTIVE
COMPOUNDS CONTENT OF SWEET BASIL

Andrea MURÁRIKOVÁ, (ČR) – Jarmila NEUGEBAUEROVÁ, (ČR)

ABSTRACT

The objective of this study was conducted to evaluate effect of sowing date on total antioxidant capacity (TAC), total phenolic (TPC) and total flavonoid content (TFC) in 7 cultivars of sweet basil. This plants were grown in greenhouse of Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno during season 2014. The trial consists of 3 different sowing dates and harvest dates of sweet basil see: 1st pot culture (from 11th February to 9th April), 2nd pot culture (from 23rd April to 23rd June), 3rd pot culture (from 26th August to 15th October). The experiment was established in blocks with 4 replications. Aerial parts were evaluated on the day of harvesting. TPC and TFC of the sweet basil methanol extracts was determined by using the Folin Ciocalteu reagent and aluminum chloride (AlCl₃) method, respectively. In addition, the antioxidant activity was tested by the method DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). The best results in the content of TPC, TFC and TAC were obtained with 2nd pot culture. A linear positive relationship existed between the antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of the tested sweet basil samples.

KEY WORDS

Sowing date and harvesting time, TAC, TPC, TFC, *Ocimum basilicum* L.

ÚVOD

Bazalka pravá (*Ocimum basilicum* L.) je veľmi obľúbenou koreninovou a aromatickou rastlinou používanou v čerstvom a sušenom stave. Má uplatnenie najmä v potravinárstve, v kozmetickom priemysle a farmácii. Droga (*Herba basilici*) sa používa v tradičnej medicíne ako stomachikum, karminatívum, spazmolytikum a laktagogum (Kóňa et al., 2013).

V súčasnosti sa pozornosť upriamuje najmä na prírodné antioxidanty, ktoré sa do ľudského organizmu dostávajú prostredníctvom potravy, konkrétne ovocia, zeleniny, orechov, čajov, prípadne rôznymi rastlinnými extraktmi (Holst a Williamson, 2008; Konczak et al., 2010; Wojdylo et al., 2007; Zheng a Wang, 2001). Koreninové a aromatické rastliny sa vyznačujú vysokým obsahom bioaktívnych látok prospešných ľudskému zdraviu. Tieto účinky sú, okrem iného, pripisované antioxidačným komponentom, ako sú rastlinné fenoly, flavonoidy a fenyylpropanoidy (Rice-Evans et al., 1996). Množstvo fenolov a flavonoidov je závislé od podmienok pestovania, ale tiež od analyzovanej časti rastliny či od podmienok extrakcie (Jayasinghe et al., 2003; Javanmardi et al., 2003; Grayer et al., 1996). Chemická a biologická rozmanitosť závisí na mnohých faktoroch, akými sú napr. kultivačný priestor, termín zberu, vegetačná fáza, podmienky skladovania a faktory životného prostredia, ako sú teplota, pôda, svetlo a živiny (Yi a Wetzstein, 2010). Rastúca popularita čerstvého zeleného korenia vedie k potrebe optimalizácie produktu a k ich dostupnosti.

Cieľom práce bolo zistiť vplyv výsevu a zberu na obsah bioaktívnych komponentov, konkrétne na obsah celkových fenolov a flavonoidov a antioxidačnej kapacity v 7 odrodách bazalky pestovaných ako skleníková kultúra.

MATERIÁL A METÓDY

Rastlinný materiál

Pre experiment bolo vybraných 7 kultivarov bazalky pravej: 'Ohře' (K-kontrola), 'Lettuce Leaf', 'Purple Opaal', 'Dark Green', 'Mammolo Genovese', 'Mánes' and 'Red Rubin'. Osivo bolo zadovážené z českých semenárskych firiem SEVA-SEED spol. s r.o. Valtice a SEMO a.s. Smržice.

Rastliny pre analýzu boli vypestované v skleníku Zahradnícké fakulty Mendelovy univerzity v Lednici ako skleníková kultúra. Experiment bol založený v roku 2014 v troch termínoch výsevu (11.2.2014, 23.4.2014, 26.8.2014) do kvetináčov o objeme 0,28 l za použitia pestovateľského substrátu (Záhradnícky substrát B s aktívnym humusom, Rašelina Soběslav) v blokovom usporiadaní so 4 opakovaniami, kde každé bolo tvorené 210 kvetináčmi s vysiatym rastlinným materiálom. Plocha pohyblivého pestovateľského stola bola 13,44 m² (1,6 x 8,4 m). Zber jednotlivých skleníkových kultúr bol po 8 týždňoch od výsevu (9.4.2014, 23.6.2014, 15.10.2014). Čerstvo zozbieraná vňať bola prevedená v deň zberu a tým pripravená pre ďalšie laboratórne hodnotenie.

Chemikálie

Chemikálie Folin Ciocalteuové skúmadlo, uhličitan sodný, dusitan sodný, chlorid hlinitý, chlorid železitý, kyselina chlorovodíková, acetátový pufr, metanol boli zakúpené vo firme PENTA s.r.o. (Praha). Štandardy DPPH (2,2-difenyl-1-picrylhydrazyl), Trolox (kyselina 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová), TPTZ (2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazin) boli zakúpené vo firme SIGMA-ALDRICH spol. s r.o. (Praha). Všetky chemikálie a činidlá pre laboratórne analýzy mali p.a. čistotu.

Extrakcia

5 g čerstvého rastlinného materiálu bolo extrahované 75% metanolom po dobu 24 hodín za občasného premiešania. Následne bol extrakt filtrovaný a doplnený 75% metanolom na objem 50 ml, prevedený do PE fľašiek s objemom 20 ml a zamrazený do doby samotného stanovovania (Shan et al., 2005).

Stanovenie množstva celkových fenolov

Na stanovenie bola použitá metóda s Folin Ciocalteuovým skúmadlom (Lachman et al., 2006). Pre stanovenie bolo použité 0,5 ml extraktu, ktorý bol napipetovaný do 50 ml odmernej banky, v ktorej bolo 9,0 ml destilovanej vody a následne pridané 1,0 ml Folin-Ciocalteuova skúmadla. Po 5 minútach bolo pridané 10,0 ml 7 % Na₂CO₃ a doplnené po rýsku destilovanou vodou. Vzorky boli stanovené paralelne. Absorbancia takto pripraveného roztoku bola po 90 minútach meraná spektrofotometricky (spektrofotometer Specord PLUS 50 firmy Analytik Jena) pri vlnovej dĺžke 765 nm. Výsledné hodnoty boli vyjadrené v mg ekvivalentu kyseliny gallovej (Gallic acid equivalent) na 100 g sušiny (mg GAE.100g⁻¹).

Stanovenie flavonoidov

Na stanovenie bola použitá metóda s hlinitou soľou a dusitanom sodným (Zloch et al., 2004), kde bol ako štandard použitý katechín. K 0,5 ml štandardného roztoku katechínu bolo napipetované 1,5 ml destilovanej vody, do všetkých pripravených vzorkov bolo pridané 0,2 ml dusitanu, roztok bol premiešaný a po 5 minútach sa pridalo 0,2 ml roztoku chloridu hlinitého a 1,0 ml destilovanej vody. Vzorky boli stanovené paralelne. Absorbancia bola meraná spektrofotometricky po 15 minútach od začiatku reakcie pri vlnovej dĺžke 510 nm. Výsledky boli vyjadrené v mg ekvivalentu katechínu (Catechin equivalent) na 100 g sušiny (mg CE.100 g⁻¹).

Stanovenie celkovej antioxidačnej kapacity

Metóda DPPH (Brand - Williams et al., 1995) je založená na zhasnutí radikálového kationu DPPH⁺ (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl). Ten je fialový a po redukcii vytvára žlté zafarbenie, ktoré sa hodnotí spektrofotometricky. Ako reakčný roztok bol použitý 100 mM.l⁻¹ roztok DPPH. K 3,8 ml roztoku bolo napipetované 200 µl vhodne zriedeného extraktu. Vzorky boli stanovené paralelne. Absorbancia bola meraná po 30 minútach od začiatku reakcie pri vlnovej dĺžke 515 nm. Ako štandard bol použitý Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2karboxylová kyselina).

Metóda FRAP (Benzie - Strain, 1996) je založená na redukcii železitých komplexov, ktoré sú takmer bezfarebné a po redukcii s ďalším činidlom vytvárajú intenzívne modré zafarbenie, ktoré je lineárne závislé na množstve prítomného antioxidantu. Meranie prebiehalo v prostredí octanového pufru (pH 3,6). Reakčná zmes bola pripravená zmiešaním roztokov FeCl₃, TPTZ (2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazin) vo vode v prídavkom HCl a pufru v pomere 1:1:10. Do 4 ml pripravenej reakčnej zmesi bolo pridané 50 µl extraktu. Vzorky boli stanovené paralelne. Reakcia bola meraná spektrofotometricky po 10 minútach od začiatku reakcie pri vlnovej dĺžke 593 nm.

Výsledná celková antioxidačná kapacita bola v oboch metódach (DPPH, FRAP) vyjadrená v mM ekvivalentu Troloxu (Trolox equivalent) na 100 g sušiny (mM TE.100 g⁻¹).

Štatistická analýza

Pre štatistické vyhodnotenie výsledkov bol použitý počítačový program Statistica Cz. 12 (StatSoft). Vypočítané boli základné štatistické parametre, korelácie, bol aplikovaný test homogenity, analýza rozptylu a Tukeyov HSD test.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Celkový obsah fenolov

Výsledky hodnotenia obsahu celkových fenolov sú zobrazené v tabuľke č. 1. Obsah celkových fenolov sa v 7 odrodách bazalky pohyboval v rozmedzí od 947,41 do 6158,29 mg GAE.100 g⁻¹ sušiny, pričom najvyšší obsah sme zistili v odrode 'Mánes', a to v 2. skleníkovej kultúre. Vo všetkých odrodách bol zistený vyšší obsah celkových fenolov v prospech 2. skleníkovej kultúry. Na základe štatistického vyhodnotenia získaných údajov metódou analýza rozptylu môžeme konštatovať, že termín výsevu a zberu mal štatisticky preukazný vplyv na celkový obsah fenolov v odrodách bazalky.

Tab. 1 Celkový obsah fenolov v odrodách bazalky v závislosti od termínu výsevu a zberu [mg GAE.100 g⁻¹] sušiny

	skleníková kultúra 1	skleníková kultúra 2	skleníková kultúra 3
'Ohře' (K)	3124,24 a	4767,35 b	1753,21 a
'Lettuce Leaf'	2123,18 a	4506,90 b	1677,94 a
'Purple Opaal'	1731,09 a	3293,83 b	947,41 a
'Dark Green'	1614,76 a	4109,90 b	1716,03 a
'Mammollo Genovese'	1522,15 a	4331,04 b	1653,85 a
'Mánes'	3007,53 a	6158,29 b	2775,76 a
'Red Rubin'	2042,17 a	4430,70 b	1611,67 a

Hodnoty v rámci jednej odrody nasledované rovnakým malým písmenom nie sú štatisticky preukazne rozdielne ($\alpha = 0,05$)

Shan et al. (2005) uvádza priemerný obsah celkových fenolov v bazalke (3640 mg GAE.100 g⁻¹ sušiny. Podobné výsledky uvádzajú Surveswaran et al.,2007 (2630 mg GAE.100 g⁻¹

sušiny) i Vábková a Neugebauerová, 2012 (4430 - 6490 mg GAE.100 g⁻¹ sušiny). Priemerné hodnoty nami testovaných odrôd bazalky boli porovnateľné v výsledkami autorov.

Celkový obsah flavonoidov

Výsledky hodnotenia celkových flavonoidov sú zobrazené v tabuľke č. 2. Pri zrovnávaní obsahu celkových flavonoidov boli namerané hodnoty od 468,59 do 3148,15 mg CE.100 g⁻¹ sušiny. Najvyššie hodnoty boli opätovne namerané v 2. skleníkovej kultúre, tentokrát v odrode 'Lettuce Leaf'. Bol štatisticky preukázaný rozdiel v celkovom obsahu flavonoidov v odrode 'Red Rubin' medzi 2. a 3. skleníkovou kultúrou. V odrodách 'Lettuce Leaf', 'Dark Green' a 'Mammollo Genovese' bol zistený preukazný rozdiel medzi 2 skleníkovou kultúrou a kultúrami 1 a 3. V odrode 'Purple Opaal' bol zistený štatisticky preukázateľný rozdiel medzi jednotlivými kultúrami. Na základe štatistického vyhodnotenia môžeme konštatovať, že termín výsevu a zberu mal štatisticky preukazný vplyv na celkový obsah flavonoidov v bazalke.

Tab. 2 Celkový obsah flavonoidov v odrodách bazalky v závislosti od termínu výsevu a zberu [mg CE.100 g⁻¹] sušiny

	skleníková kultúra 1	skleníková kultúra 2	skleníková kultúra 3
'Ohře' (K)	2273,36 b	2484,10 b	1077,10 a
'Lettuce Leaf'	1616,88 a	3148,15 b	1067,05 a
'Purple Opaal'	1021,03 b	2199,25 c	468,59 a
'Dark Green'	1236,82 a	2675,39 b	1089,36 a
'Mammollo Genovese'	1040,99 a	2388,07 b	969,78 a
'Mánes'	2085,13 a	2731,23 b	1706,69 a
'Red Rubin'	1098,91 ab	1527,33 b	760,33 a

Hodnoty v rámci jednej odrody nasledované rovnakým malým písmenom nie sú štatisticky preukazne rozdielne ($\alpha = 0,05$)

Podľa Kalača (2003) je syntéza flavonoidov podmienená dostatočnou intenzitou slnečného žiarenia. Preto je v skleníkovej zelenine ich obsah nižší ako v rovnakých druhoch pestovaných v poľných podmienkach. Napriek tomuto tvrdeniu Vábková a Neugebauerová (2012) hodnotili obsah flavonoidov v 4 odrodách bazalky pestovaných ako skleníková kultúra. Vysoký obsah detegovali v odrode 'Lettuce Leaf' z 3. kultúry (termín výsevu 23.septembra, termín zberu 17.decembra 2009) 7244 mg CE.100 g⁻¹ sušiny a najnižší obsah v odrode 'Kompakt' v 1. kultúre (termín výsevu 10.februára, termín zberu 21. apríla 2009) 2152 mg CE.100 g⁻¹ sušiny.

Antioxidačná kapacita

Výsledky hodnotenia celkovej antioxidačnej kapacity sú zobrazené v tabuľkách č. 3 (DPPH) a 4 (FRAP). V prípade hodnotenia celkovej antioxidačnej kapacity metódou DPPH boli v odrodách bazalky namerané hodnoty od 6,39 do 32,29 mM TE.100 g⁻¹ sušiny. Najvyššie hodnoty boli namerané v odrode 'Dark Green' v 2. skleníkovej kultúre.

Autorky Vábková a Neugebauerová (2014) hodnotili celkovú antioxidačnú kapacitu metódou DPPH u vybraných odrôd bazalky. Namerané hodnoty boli od 9,33 do 47,49 mM TE.100 g⁻¹ sušiny. V odrode 'Lettuce Leaf' zistili štatisticky preukazný rozdiel medzi skleníkovými kultúrami 2 (17,66 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) a 3 (34,71 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) v roku 2009 a skleníkovými kultúrami 1 (36,45 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) a 2 (13,29 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) v roku 2010. V prípade odrody 'Ohře' preukazne vyššie hodnoty celkovej antioxidačnej kapacity u skleníkovej kultúry č. 3 (27,51 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) oproti kultúram 1 (12,52

mM TE.100 g⁻¹ sušiny) a 2 (16,01 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) v roku 2009. Surveswaran et al. (2007) uvádza hodnoty v listoch bazalky pravej 23,45 mM TE.100 g⁻¹ sušiny a v bazalke svätej 7,18 mM TE.100 g⁻¹ sušiny.

Tab. 3 Celková antioxidačná kapacita (DPPH) v odrodách bazalky v závislosti od termínu výsevu a zberu [mM TE.100 g⁻¹] sušiny

	skleníková kultúra 1	skleníková kultúra 2	skleníková kultúra 3
'Ohře' (K)	19,15 a	20,93 a	14,13 a
'Lettuce Leaf'	10,62 a	25,28 b	14,20 ab
'Purple Opaal'	8,42 a	17,29 b	6,39 a
'Dark Green'	8,38 a	32,29 b	11,42 a
'Mammollo Genovese'	7,54 a	19,75 b	10,56 a
'Mánes'	18,03 a	20,67 a	17,64 a
'Red Rubin'	11,83 a	14,55 a	8,39 a

Hodnoty v rámci jednej odrody nasledované rovnakým malým písmenom nie sú štatisticky preukazne rozdielne ($\alpha = 0,05$)

Pri zrovnávaní celkovej antioxidačnej kapacity metódou FRAP boli namerané hodnoty od 11,55 do 68,26 mM TE.100 g⁻¹ sušiny. Najvyššie hodnoty boli namerané v 2. skleníkovvej kultúre v odrode 'Mammollo Genovese'. V odrodách 'Lettuce Leaf', 'Purple Opaal', 'Dark Green' a 'Mammollo Genovese' bol zistený štatisticky pozitívny rozdiel medzi 2. skleníkovou kultúrou a skleníkovými kultúrami 1 a 3., a v odrode 'Red Rubin' medzi 3. skleníkovou kultúrou a kultúrami 1 a 2.

Tab. 4 Celková antioxidačná kapacita (FRAP) v odrodách bazalky v závislosti od termínu výsevu a zberu [mM TE.100 g⁻¹] sušiny

	skleníková kultúra 1	skleníková kultúra 2	skleníková kultúra 3
'Ohře' (K)	44,93 a	52,58 a	27,69 a
'Lettuce Leaf'	30,71 a	64,77 b	23,55 a
'Purple Opaal'	23,31 a	53,50 b	11,55 a
'Dark Green'	26,09 a	56,02 b	28,25 a
'Mammollo Genovese'	24,57 a	68,26 b	23,78 a
'Mánes'	40,56 a	55,86 a	33,31 a
'Red Rubin'	29,82 b	36,29 b	19,50 a

Hodnoty v rámci jednej odrody nasledované rovnakým malým písmenom nie sú štatisticky preukazne rozdielne ($\alpha = 0,05$)

Korelácie boli pozorované medzi celkovým obsahom fenolov, flavonoidov a antioxidačnou kapacitou (tab. 5) na hladine významnosti $p < 0,05$.

Tab. 5 Korelácie (R) medzi celkovým obsahom fenolov (TPC) a flavonoidov (TFC) a rozdielnymi parametrami antioxidačnej kapacity (DPPH a FRAP metódy) v odrodách bazalky

R	TPC	TFC	DPPH	FRAP
TPC	1,000000	0,760202	0,614279	0,711952
TFC		1,000000	0,854943	0,902946
DPPH			1,000000	0,812725
FRAP				1,000000

Yakubu et al. (2014) pozorovali pozitívnu koreláciu medzi obsahom flavonoidov a antioxidačnou kapacitou meranou DPPH metódou. Autori (Shan et al., 2005; Zheng a Wang, 2001; Vábková a Neugebauerová, 2011; Javanmardi et al., 2003; Wojdylo et al., 2007) uvádzajú vysokú koreláciu medzi obsahom celkových fenolov a antioxidačnou kapacitou. Tieto výsledky naznačujú, že fenoly a flavonoidy prispievajú k vysokej antioxidačnej kapacite.

ZÁVER

Zelené korenie je významnou zložkou v ľudskej potrave a má nezastupiteľné miesto vo výžive. Pestovanie rôznych koreninových rastlín v nádobách si získava obľubu najmä v mestskom prostredí. Z tohto dôvodu je dôležité brať zreteľ na jeho kvalitu a obsahové látky. Čerstvá vňať bazalky je zdrojom mnohých bioaktívnych látok.

Na základe výsledkov môžeme konštatovať, že:

- termín výsevu a zberu mal vplyv na obsah bioaktívnych komponentov v bazalke pravej
- najlepšie výsledky v obsahu TPC, TFC a TAC boli zaznamenané v 2. skleníkovej kultúre vo všetkých odrodách
- najvyššie hodnoty TPC (6158,29 mg GAE.100 g⁻¹ sušiny) boli namerané v odrode 'Mánes' v 2. skleníkovej kultúre
- najvyššie hodnoty TFC (3148,10 mg CE.100 g⁻¹ sušiny) boli namerané v odrode 'Lettuce Leaf'
- najvyššie hodnoty TAC v metóde DPPH (32,29 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) v odrode 'Dark Green' a v metóde FRAP (68,26 mM TE.100 g⁻¹ sušiny) v odrode 'Mammolo Genovese' v 2. skleníkovej kultúre

ABSTRAKT

Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotenie vplyvu termínu výsevu a zberu na celkovú antioxidačnú kapacitu (TAC), celkový obsah fenolov (TPC) a flavonoidov (TFC) v 7 kultivaroch bazalky pravej. Rastliny boli pestované v skleníku Zahradnícké fakulty Mendelovy univerzity v Brně v roku 2014. Pokus bol založený v 3 rôznych termínoch výsevu a zberu 1. skleníková kultúra (od 11. februára do 9.4 apríla), 2. skleníková kultúra (od 23. apríla do 23. júna) a 3. skleníková kultúra (od 26. augusta do 15. októbra). Experiment bol založený v blokovom usporiadaní so 4 opakovaniami. Vňať bazalky bola analyzovaná v deň zberu. TPC a TFC v metanolovom extrakte z bazalky bola stanovená pomocou Folin-Ciocalteuova skúmadla a chloridu hlinitého (AlCl₃). Antioxidačná kapacita bola testovaná pomocou metód DPPH a FRAP. Najlepšie výsledky v obsahu TPC, TFC a TAC boli zaznamenané v 2. skleníkovej kultúre. Existuje pozitívna lineárna korelácia medzi obsahmi TAC, TPC a TFC u testovaných vzoriek bazalky pravej.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Termín výsevu a zberu, TAC, TPC, TFC, *Ocimum basilicum* L.

LITERATÚRA

- BENZIE, Iris F.F., STRAIN, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay. In *Analytical Biochemistry*, 1996, č. 239, s. 70-76.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E., BERSET, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. In *LWT Food Science and Technology*, roč. 28, 1995, č. 1, s. 25-30.

- GRAYER, R.J., KITE, G.C., GOLDSTONE, F.J., BRYAN, S.E., PATON, A., PUTIEVSKY, E. 1996. Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. In *Phytochemistry*, roč. 43, 1996, č. 5, s. 1033–1039.
- HOLST, B., WILLIAMSON, G. 2008. Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. In *Current Opinion in Biotechnology*, roč. 19, 2008, č. 2, s. 73-82.
- JAVANMARDI, J., STUSHNOFF, C., LOCKE, E., VIVANCO, J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. In *Food Chemistry*, roč. 83, 2003, č. 4, s. 547-550.
- JAYASINGHE, C., GOTON, N., AOKI, T., WADA, S. 2003. Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L). In *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, roč. 51, 2003, č. 15, s. 4442-4449.
- KALAČ, P. 2003. *Funkční potraviny – kroky ke zdraví*. 1. vyd. České Budejovice: DONA, 2003. 132 s. ISBN 80-7322-029-6.
- KÓŇA, J., BARÁTOVÁ, S., KÓŇOVÁ, E. 2013. *Kořeninové a aromatické rostliny*. 1. vyd. Nitra: Garmond, 2013. 186 s. ISBN 978-80-552-1042-1.
- KONCZAK, I., ZABARAS, D., DUNSTAN, M., AGUAS, P. 2010. Antioxidant capacity and phenolic compounds in commercially grown native Australian herbs and spices. In *Food Chemistry*, roč. 122, 2010, č. 1, s. 260-266.
- LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ČEPL, J., PIVEC, V., ŠULC, M., DVOŘÁK, P. 2006. Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor. In *Chemické listy*, roč. 100, 2006, č. 7, s. 522-527. ISSN 1213-7103.
- SHAN, B., CAJ, Y.Z., SUN, M., CORKE, H. 2005. Antioxidant Capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. In *Journal Agric. Food Chem.*, roč. 53, 2005, č. 20, s. 7749-7759. ISSN 0021-8561.
- SURVESWARAN, S., CAI, Y.Z., CORKE, H., SUN, M. 2007. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. In *Food Chemistry*, roč. 102, 2007, č. 3, s. 938-953.
- RICE-EVANS, C.A., MILLER, N.J., PAGANGA, G. 1996. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. In *Free Radical Biology and Medicine*, roč. 20, 1996, č. 7, s. 933–956.
- VÁBKOVÁ, J., NEUGEBAUEROVÁ, J. 2011. Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity Determination of Basil, Dill and Marjoram in Dependence on Processing. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 14, 2001, č. special, s. 5-7. ISSN 1335-258X.
- VÁBKOVÁ, J., NEUGEBAUEROVÁ, J. 2012. Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content and Total Antioxidant Capacity of 4 Basil Cultivars grown under greenhouse conditions. In *III International Symposium on Medicinal and Nutraceutical Plants (3ISMNP) & III Conference of National Institute of Science & Technology for Tropical Fruits [CD-ROM]*. 1. vyd. 2012, s. 29-32. ISBN 978-85-63641-01-4.
- VÁBKOVÁ, J., NEUGEBAUEROVÁ, J. 2014. Biologicky aktivní látky zeleného koření. In *Aktuální otázky pěstování léčivých, aromatických a kořeninových rostlin*. Brno: Ediční středisko Mendelovy univerzity v Brně, 2014, s. 83-91. ISBN 978-80-7375-933-9.
- WOJDYLO, A., OSZMIANSKI, J., CZEMERYS, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. In *Food Chemistry*, roč. 105, 2007, č. 1, s. 940-949.
- YAKUBU, O.E., NWODO, O.F.C., JOSHUA, P.E., UGWU, M.N., ODU, A.D., OKWO, F. 2014. Fractionation and determination of total antioxidant capacity, total phenolic and total flavonoids contents of aqueous, ethanol and n-hexane extracts of *Vitex doniana* leaves. In *Academic Journals of Biotechnology*, roč. 13, 2014, č. 5, s. 693-698.

Yi, W., WETZTEIN, H.Y. 2010. Biochemical, biological and historical evaluation of some culinary and medicinal herbs grown under greenhouse and fiels conditions. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, roč. 90, 2010, č. 6, s. 1063-1070. ISSN 1097-0010.

ZHENG, W., WANG, S.Y. 2001. Antioxidant Capacity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. In *Journal Agric. Food Chem.*, roč. 49, 2001, č. 11, s. 5165-5170.

ZLOCH, Z., ČELAKOVSKÝ, J., AUJEZDSKÁ, A. 2004. Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu. Závěrečná zpráva o plnění výzkumného projektu Danone.

KONTAKTNÁ ADRESA

Ing. Andrea Muráriková, Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Ústav zelinářství a květinářství, Valtická 337, 691 44 Lednice, Česká republika, (+420) 733 302 287, e-mail: xmurarik@node.mendelu.cz

Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D., Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Ústav zelinářství a květinářství, Valtická 337, 691 44 Lednice, Česká republika, (+420) 722 902 169, e-mail: jarmila.neugebauerova@mendelu.cz

**OBSAH VYBRANÝCH BIOLOGICKY AKTÍVNYCH LÁTOK V HRACHU
ZÁHRADNOM (*PISUM SATIVUM L.*) PO JEHO BIOFORTIFIKÁCII SELÉNOM
CONTENT OF CHOSEN BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS OF GARDEN PEA
(*PISUM SATIVUM L.*) AFTER SELENIUM BIOFORTIFICATION**

Peter BERNÁTH, (SR) – Alžbeta HEGEDŮSOVÁ, (SR) – Ivana MEZEYOVÁ, (SR)

ABSTRACT

Vegetables have irreplaceable position in the plant nature food as a significant source of chemoprotective compounds. The aim of scientific work was to influence the content of selected biologically active substances in two varieties of garden pea (Ambassador, Premium) through foliar selenium biofortification (50 g Se.ha⁻¹ and 100 g Se.ha⁻¹), as well as to increase its content in consumed parts. A garden pea grown in field conditions was harvested in a stage of maturity. The chlorophyll content was determined and assessed by spectrophotometric methods, content of ascorbic acid by chromatography on HPLC, protein content by the Kjeldahl method in fresh garden pea seeds in dependence on variety and on selenium doses. Total polyphenols content (TPC) in the lyophilized sample was estimated by standard photometric method by using the Folin-Ciocalteu reagent. The statistically significant increase of TPC was confirmed in a variety Ambassador after application of 100 g Se.ha⁻¹. Ascorbic acid content and proteins in peas were not significantly affected by selenium biofortification, but chlorophyll a content was high significantly increased in both varieties and chlorophyll b in case of variety Premium. An important result is increasing of selenium content in seeds after biofortification in flowering stage. Its content increased to 400 µg.kg⁻¹ and 100 µg.kg⁻¹ in the fresh seeds (depending on the applied dose), which means that the consumption of the garden pea (approximately 100 g) can cover a whole-day dose of this important mineral with antioxidant ability.

KEY WORDS

garden peas, selenium content, biofortification, bioactive substances

ÚVOD

Pre optimálny zdravotný stav ľudského organizmu je potrebných 22 základných minerálnych látok (Welch and Graham, 2004; Koplík et al., 2004; Pilon - Smits, et al., 2009; Thavarajah et al., 2010; Williams and Salt, 2009). Predpokladom optimálneho množstva týchto látok v ľudskom organizme je predovšetkým správna výživa, pričom viac ako 60 % svetovej populácie trpí nedostatkom železa, vyše 30 % nedostatkom zinku a jódu, a 15 % nedostatkom selénu. Okrem uvedených prvkov nedostatky vápnika, horčíka a medi sú bežné tak v rozvinutých ako aj v rozvojových krajinách (Frossard et al., 2000). Táto situácia sa týka hlavne tých lokalít, kde je nízka koncentrácia minerálnych látok v konzumných častiach rastlinných produktov, je ich nízka prístupnosť v pôde a kde je nedostatočná konzumácia rýb a živočíšnych produktov v strave. Momentálne riešenie minerálnej podvýživenosti je jedna z kľúčových celosvetových výziev, riešením ktorej môže byť diverzifikácia stravy, rôzne výživové doplnky, fortifikované potraviny a zvýšenie obsahu minerálnych látok v konzumných častiach rastlín biofortifikáciou (Bañuelos et al., 2015; Boldrin et al., 2013; Lyons et al., 2003; Poblaciones et al., 2013; Rahman et al., 2013; Saltzman et al., 2013; White and Broadley, 2009).

Pôdy Slovenska sú všeobecne chudobné na selén, čím súvisí aj jeho nedostatočné množstvo v poľnohospodárskych produktoch.

Potenciálne pozitívne účinky selénu na ľudský organizmus sa prejavujú hlavne v boji proti

kardiovaskulárnym ochoreniam, nakoľko endoteliálne bunky potrebujú dostatok selénu k maximalizácii selénoproteínovej aktivity. Udržanie optimálnych koncentrácií a aktivity selénoproteínov sa javí dôležité aj v prevencii tzv. civilizacyjnych chorôb (Holben and Smith, 1999, Arthur, 2003; Zeng and Combs, 2008). S nedostatočným obsahom selénu v ľudskom organizme je spájaný aj vznik rakoviny. V 70-tych rokoch zistili, že existuje súvislosť medzi príjmom selénu a rizikom nádorových ochorení. Podľa epidemiologických štúdií je výskyt rakoviny vyšší v tých oblastiach, kde je nedostatok selénu v pôde, z čoho vyplýva aj jeho nedostatok u obyvateľstva. U HIV pozitívnych súvisí nutričný status s mortalitou, pričom obsah selénu vo výžive výrazne zvyšuje šance na prežitie. Selén spolu s vitamínom E pôsobí synergicky, to znamená, že spolu pôsobia účinnejšie, ako každá látka samostatne, napríklad pri zabezpečení správneho fungovania srdca. Selén je súčasťou glutatiónpoxidázy, tým pádom chráni endotel artérií pred poškodením lipidovými peroxidmi. Pri nedostatku selénu sa lipoperoxidy hromadia v srdci, poškadzujú bunkové membrány a vedú k poškodeniu transportu vápnika, ktorý sa kumuluje v bunke (Hegedús a kol., 2007; Li et al., 2008; Rayman, 2012).

Cieľom výskumnej práce bolo cestou foliárnej biofortifikácie vo fáze kvitnutia hrachu záhradného selénom, nielen zvýšiť jeho obsah v semenách, ale sledovať jeho vplyv na obsah vybraných biologicky účinných látok (kyselina askorbová, bielkoviny, chlorofyly, polyfenoly).

MATERIÁL A METÓDY

Metóda založenia pokusu

Maloplošný poľný pokus dvoch odrôd hrachu záhradného (Premium a Ambassador) bol založený 22. apríla v roku 2014 na území Botanickej záhrady Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre so štyrmi opakovaniami aplikovaných dávok selénu s dvoma koncentračnými hladinami ($50 \text{ g Se}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $100 \text{ g Se}\cdot\text{ha}^{-1}$) a bez aplikácie selénu (kontrola). Celková výmera poľného pokusu bola 24 m^2 .

Pred výsadbou sa uskutočnila predvýsadbová príprava pôdy podľa technologických požiadaviek hrachu záhradného. Počas vegetácie sa poľný pokus hrachu ošetroval ručným okopávaním, kyprením a zavlažovaním v prípade nedostatku vlhky. Foliárna aplikácia vodného roztoku selénanu sodného na rastliny hrachu záhradného sa vykonala vo fáze kvitnutia pomocou ručného rozprašovača. Zber jednotlivých odrôd hrachu záhradného sa uskutočnil vo fáze konzumnej zrelosti. V čerstvých semenách hrachu záhradného sa stanovil obsah kyseliny askorbovej, obsah bielkovín a chlorofylov a v lyofilizovaných semenách obsah polyfenolových látok a obsah selénu.

Varianty pokusov:

K – kontrola bez foliárnej biofortifikácie

SeI – aplikácia $50 \text{ g Se}\cdot\text{ha}^{-1}$ vo forme vodného roztoku selénanu sodného vo fáze kvitnutia

SeII - aplikácia $100 \text{ g Se}\cdot\text{ha}^{-1}$ vo forme vodného roztoku selénanu sodného vo fáze kvitnutia

Stanovenie sledovaných biologicky aktívnych látok

Obsah celkových polyfenolov vo vzorkách hrachu záhradného sa stanovil štandardnou, všeobecne používanou spektrofotometrickou metódou s použitím Folin-Ciocalteuovho činidla. Na stanovenie obsahu kyseliny askorbovej sa využila analytická metóda vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie HPLC s UV detektorom, a dusík vo vzorke na stanovenie bielkovín sa previedla kjeldahlizáciou na amónnu soľ, ktorá sa stanovila spektrofotometricky reakciou s Nesslerovým činidlom pri vlnovej dĺžke 435 nm. Obsah chlorofylu a a chlorofylu b sa stanovil vedľa seba v acetónovom extrakte pri vlnových

dĺžkach 449 nm a 665 nm a celkový obsah selénu po mineralizácii vzorky metódou ETA-AAS so Zeemanovou korekciou.

VÝSLEDKY

Hodnotenie obsahu celkových polyfenolov, bielkovín a kyseliny askorbovej

Z dosiahnutých výsledkov stanovenia vyplýva štatisticky významné zníženie (o 7,3 %; o 12,7 %) obsahu celkových polyfenolov (na hladine významnosti 95 %) len po foliárnej biofortifikácii hrachu záhradného odrody Premium s 50 g a 100 g Se.ha⁻¹, ale ich obsah sa štatisticky významne zvýšil (3,5 %; 3,9 %) za tých istých podmienok u odrody Ambassador v porovnaní s kontrolným variantom (Tab.1).

Varianty	Polyfenoly (mg.kg ⁻¹ SH)	Bielkoviny (%)	Kyselina askorbová (mg.kg ⁻¹ ČH)
Premium			
K	1378,18 ± 28,981 ^c	5,05 ± 0,069 ^b	279,75 ± 5,377 ^a
Se I	1277,71 ± 17,690 ^b	4,63 ± 0,074 ^a	280,000 ± 2,582 ^a
Se II	1202,63 ± 29,576 ^a	5,16 ± 0,065 ^b	280,250 ± 4,113 ^a
Ambassador			
K	1370,99 ± 18,716 ^a	5,34 ± 0,205 ^a	274,250 ± 17,671 ^a
Se I	1419,58 ± 30,462 ^b	5,40 ± 0,156 ^a	269,500 ± 9,037 ^a
SeII	1424,16 ± 18,229 ^b	5,43 ± 0,170 ^a	286,750 ± 6,185 ^a

Tab.1 Obsah celkových polyfenolov, bielkovín a kyseliny askorbovej v semenách hrachu záhradného

The content of total polyphenols, proteins and ascorbic acid in the seeds of garden pea

Vysvetlivky: SH = suchá hmota, ČH = čerstvá hmota, priemer ± smerodajná odchýlka, Hodnoty stĺpcov s rôznymi malými písmenami v hornom indexe sa výrazne líšia na hladine P < 0,05 Tukey HSD test (Statgraphics)

SH = dry matter, ČH = fresh matter, Means ± standard deviation.

Column values with different lowercase letters in superscript are significantly different at P < 0.05 by Tukey HSD in ANOVA (Statgraphic)

Z dosiahnutých výsledkov stanovenia obsahu bielkovín vyplývajú len minimálne zmeny po foliárnej biofortifikácii hrachu záhradného selénom. Štatisticky sa potvrdilo len minimálne zníženie jeho obsahu (0,42 %) u skorej odrody Premium po aplikácii 50 g Se.ha⁻¹ (Tab. 1). Hodnoty sa pohybovali v rozmedzí 4,63 – 5,16 % v odrode Premium a 5,34 - 5,43 % v odrode Ambassador.

Z dosiahnutých výsledkov obsahu kyseliny askorbovej nevyplývajú štatisticky významné zmeny po foliárnej aplikácii selénu. Hodnoty sa pohybovali v rozmedzí 279,75 – 280,25 mg.kg⁻¹ ČH v odrode Premium a 269,50 - 286,75 mg.kg⁻¹ ČH v odrode Ambassador (Tab. 1).

Hodnotenie obsahu chlorofylu *a* a chlorofylu *b*

Štatisticky najvýznamnejšie zmeny sa preukázali po foliárnej biofortifikácii selénom v obsahu chlorofylu *a* u odrody Premium, kde nastal približne dvoj- až trojnásobný nárast (Tab. 4). U odrody Ambassador rozdiely boli málo významné v porovnaní s kontrolným variantom.

Hodnoty sa pohybovali v rozmedzí 24,53 – 66,95 mg.kg⁻¹ ČH v odrode Premium a 25,65 - 31,91 mg.kg⁻¹ ČH v odrode Ambassador.

Varianty	Chlorofyl <i>a</i> (mg.kg ⁻¹ ČH)	Chlorofyl <i>b</i> (mg.kg ⁻¹ ČH)
Premium		
K	24,53±5,156 ^a	19,71±5,977 ^a
Se I	66,95±6,454 ^c	37,49±6,146 ^b
Se II	41,01±3,305 ^b	19,60±4,328 ^a
Ambassador		
K	25,96±1,419 ^a	19,13±2,090 ^a
Se I	25,65±2,340 ^a	22,70±2,030 ^a
SeII	31,91±1,304 ^b	21,75±2,860 ^a

Tab.2 Obsah chlorofylu *a* a chlorofylu *b* v semenách hrachu záhradného
Tab.2 The content of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* seeds of garden pea

Vysvetlivky: SH = suchá hmota, ČH = čerstvá hmota, priemer ± smerodajná odchýlka, Hodnoty stĺpcov s rôznymi malými písmenami v hornom indexe sa výrazne líšia na hladine P < 0,05 Tukey HSD test (Statgraphics)

SH = dry matter, ČH = fresh matter, Means ± standard deviation.

Column values with different lowercase letters in superscript are significantly different at P < 0.05 by Tukey HSD in ANOVA (Statgraphic)

Z výsledkov obsahu chlorofylu *b* vyplýva, že vplyvom foliárnej biofortifikácie sa nenastali výrazné zmeny. Štatisticky dokázaný nárast vyvolala aplikácia 50 g Se.kg⁻¹ iba u odrody Premium v porovnaní s kontrolou. Hodnoty sa pohybovali v rozmedzí 19,60 – 37,49 mg.kg⁻¹ ČH v odrode Premium a 19,13- 22,70mg.kg⁻¹ ČH v odrode Ambassador.

ZÁVER

Z výsledkov stanovenia uvedených bioaktívnych látok vyplýva, že zmeny ich obsahov foliárnou biofortifikáciou hrachu záhradného so selénom sú rôznorodé. Čo sa týka obsahu selénu v semenách hrachu záhradného, ten sa zvýšil na 400 µg.kg⁻¹ ČH v odrode Premium a na 330 µg.kg⁻¹ ČH v odrode Ambassador po foliárnej aplikácii 50 g Se.ha⁻¹. Keď sa vychádza z údajov, podľa ktorých priemerný príjem selénu na Slovensku je 38 µg/človek/deň, potom konzumom 100 g čerstvého hrachu záhradného (fortifikovaného 50 g Se.ha⁻¹) možno zabezpečiť priemerný denný príjem. Foliárna biofortifikácia rôznych zeleninových druhov môže zabezpečiť pre človeka veľkoplošný prísun minerálnych látok s antioxidantnou vlastnosťou a takisto aj zvýšenie obsahu niektorých biologicky aktívnych látok ako dôsledok ich synergického pôsobenia.

ABSTRAKT

Zelenina, ako významný zdroj chemoprotektívnych látok, má medzi potravinami rastlinného charakteru nezastupiteľné postavenie. Cieľom vedeckej práce bolo nielen ovplyvniť obsah vybraných biologicky účinných látok v dvoch odrodách hrachu záhradného (Ambassador, Premium) cestou foliárnej biofortifikácie selénom (50 g Se.ha⁻¹ a 100 g Se.ha⁻¹), ale aj zvýšiť jeho obsah v konzumných častiach. Hrach záhradný pestovaný v poľných podmienkach sa

odoberal v štádiu zberovej zrelosti. V čerstvých semenách hrachu záhradného v závislosti od odrody a aplikovaných dávok selénu sa stanovil a zhodnotil obsah chlorofylov pomocou spektrofotometrických metód, obsah kyseliny askorbovej chromatografickou metódou HPLC a obsah bielkovín Kjeldahlovou metódou. Obsah celkových polyfenolov v lyofilizovaných vzorkách sa stanovil štandardnou fotometrickou metódou s použitím Folin-Ciocalteuovho činidla. Jeho štatisticky významné zvýšenie sa potvrdilo v odrode Ambassador po aplikácii 100 g Se.ha⁻¹. Obsahy kyseliny askorbovej a bielkovín v hrachu neboli významne ovplyvnené biofortifikáciou selénom, avšak obsah chlorofylu *a* sa vysoko významne zvýšil v oboch odrodách a chlorofyl *b* v odrode Premium. Dôležitým výsledkom je zvýšený obsah selénu po biofortifikácii vo fáze kvitnutia, lebo v čerstvých semenách sa zvýšil jeho obsah na 400 µg.kg⁻¹ a 100 µg.kg⁻¹ (v závislosti od aplikovaných dávok), čo znamená že konzumáciou hrachu záhradného (cca 100 g) možno pokryť celodennú dávku tejto dôležitej minerálnej látky s antioxidačnou schopnosťou.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

hrach siaty, foliárna biofortifikácia, selén, bioaktívne látky

Práca bola vypracovaná v rámci riešenia projektu VEGA 1/0105/14.

LITERATÚRA

- ARTHUR, J. R. 2003. Selenium supplementation: does soil supplementation help and why? *Proceedings of the Nutrition Society* 62, 393–397.
- BAÑUELOS, G., *et al.* 2015. Selenium biofortification of broccoli and carrots grown in soil amended with Se-enriched hyperaccumulator *Stanleya pinnata*. *Food Chemistry* 166, 603–608.
- BOLDRIN, P. F., *et al.* 2013. Soil and foliar application of selenium in rice biofortification. *Journal of Food Composition and Analysis* 31, 238–244.
- DIAZ ALARCON, J. P. *et al.*, 1994. Determination of selenium levels in vegetables and fruits by hydride generation atomic-absorption spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42 : 2848–2851.
- FROSSARD, E., *et al.* 2000. Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 861–879.
- HEGEDŮS, O., HEGEDŮSOVÁ, A., ŠIMKOVÁ, S. 2007. Selén ako biogénny prvok. *Vedecká monografia*. Nitra : Univerzita Konštantína Filozofa.
- HOLBEN, D. H., SMITH, A. M. 1999. The diverse role of selenium within selenoproteins: A review. *J. Am. Diet. Assoc.* 99, 836–843.
- KOPLÍK, R., *et al.* 2004. Effect of technological processing and maturity stage of seeds on the content and speciation of phosphorus and trace elements in peas. *Food Chemistry* 87 : 423–432.
- LI, H. F., *et al.* 2008. Selenium uptake, translocation and speciation in wheat supplied with selenate or selenite. *New Phytologist* 178 : 92–102.
- LYONS, G., *et al.* 2003. High-selenium wheat: biofortification for better health. *Nutrition Research Reviews* 16, 45–60.
- PILON-SMITS, E., *et al.* 2009. Physiological functions of beneficial elements. *Current Opinion in Plant Biology* 12 : 267–274.
- POBLACIONES, M. J., *et al.*, 2013. Evaluation of the Potential of Peas (*Pisum sativum* L.) to Be Used in Selenium Biofortification Programs Under Mediterranean Conditions. *Biol Trace Elem Res* 151:132–137.

- RAHMAN, M.M., *et al.*, 2013. Selenium biofortification in lentil (*Lens culinaris* Medikus subsp. *culinaris*): Farmers' field survey and genotype × environment effect. *Food Research International* 54, 1596–1604.
- RAYMAN, M. P. 2012. Selenium and human health. *Lancet* 379:1256–1268.
- SALTZMAN, A., *et al.* 2013. Biofortification: Progress toward a more nourishing future. *Global Food Security* 2, 9–17.
- THAVARAJAH, D., WARKENTIN, T., VANDENBERG, A. 2010. Natural enrichment of selenium in Saskatchewan field peas (*Pisum sativum* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 90 : 383–389.
- WELCH, R., GRAHAM, R. 2004. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany* 55: 353–364.
- WILLIAMS, L., SALT, D. 2009. The plant ionome coming into focus. *Current Opinion in Plant Biology* 12 : 247–249.
- WHITE, P., BROADLEY, M. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist* 182: 49–84.
- ZENG, H., COMBS, G. F. 2008. Selenium as an anticancer nutrient: roles in cell proliferation and tumor cell invasion. *Journal of Nutritional Biochemistry* 19 : 1–7.

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Peter Bernáth, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, SR, e-mail: bercinko@hotmail.com

Prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, SR, tel.: +421907795373 e-mail: alzbeta.hegedusova@uniag.sk

Ing. Ivana Mezeyová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, SR, e-mail: mezeyova@is.uniag.sk

PRODUKCIA MLADÝCH RASTLÍN ZELENINY PRODUCTION OF MICROGREENS

Jozef KOLNÍK, (SR) – Alena ANDREJIOVÁ, (SR) – Ivana MEZEYOVÁ, (SK)

ABSTRACT

Young plants, also called "microgreens", are different kinds of vegetables, grains and herbs grown to the phenological phase cotyledons, or to the development of the first pair of true leaves. The aim of work was to study the influence of lighting on the young plants quality of selected 11 vegetables species. The experiment was carried out during the winter time in heated greenhouse of the Botanical Gardens SUA in Nitra. For the lighting there were used linear fluorescent lamps FLUORA T8 - L 36W / 77 - G13 during the whole period of cultivation. According to our results the lighting had a positive impact on the quality of harvested plants, which led to lower average height of harvested plants, but to higher average weight of products in case of the most tested species. The higher content of vitamin C was estimated in comparison with the control variant without lighting. The highest proportion of dry matter was found in garden pea. The growing season ranged in interval from 4 to 28 days in dependence on the growing crop species.

KEY WORDS

Microgreens, vitamin C, dry matter, lighting

ÚVOD

Mladé rastliny nazývané aj „microgreens“ sú rôzne druhy zeleniny, obilnín a bylín pestované do fázy klíčnych listov, prípadne s vyvíjajúcim sa prvým párom pravých listov. Predávajú sa ako surový produkt na zdobenie a dochucovanie jedál. Pestujú sa na chránenom mieste ako je skleník, alebo fóliovník. Preferujú sa najmä tie druhy rastlín, ktoré rýchlo klíčia a sú schopné narásť do fázy klíčnych listov v krátkom čase (Xiao, 2012). Mladé rastliny majú výrazne vyšší obsah vitamínov v porovnaní s dospelými rastlinami, v niektorých prípadoch je až 5-násobne vyšší (Coolong, 2012). Obsah vitamínov a chlorofylu je možné zvýšiť spôsobom pestovania, teplotou a osvetlením (Sakalauskiene, 2014). Výhodou pestovania mladých rastlín v porovnaní s klíčkami je aj nízke riziko rozvoja mikroorganizmov (Treadwell, 2010). Mladé rastliny po zbere strácajú kvalitu veľmi rýchlo a z tohto dôvodu je dôležité okamžité balenie a chladenie (Jung-Soo Lee, 2012). Rýchlosť produkcie, vysoká nutričná hodnota a výnosnosť robí tento spôsob pestovania atraktívny, avšak pestovanie je veľmi náročné z hľadiska pracovnej sily (Coolong, 2012).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom práce je na základe štúdia literárnych zdrojov spracovať význam a technológiu pestovania mladých rastlín vybraných druhov zeleniny a stanoviť obsah významnej bioaktívnej látky, vitamínu C, v konzumnej časti rastlín. Ďalším čiastkovým cieľom bolo stanovenie priemernej výšky a váhy zberaných rastlín, stanovenie sušiny a stanovenie dĺžky vegetačného obdobia.

Organizácia pokusu

Pokus bol založený vo vykurovanom skleníku LUR Botanickej záhrady Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Do pokusu sme zaradili 11 druhov rastlín vhodných na produkciu mladých rastlín pričom sme sa zamerali najmä na druhy z nasledujúcich čeľadí:

Amaranthaceae – láskavec trojfarebný 'Geenleafvegetable'

Apiaceae – mrkva obyčajná 'Kamila F1',

Brassicaceae – brokolica 'Calabrese', reďkovka siata 'Retek', roketa, žerucha siata 'Dánská', horčica čínska (červenolistá odroda) 'Redgiant', horčica čínska (zelenolistá odroda) 'Komatsuna',

Chenopodiaceae – cvikla 'Patrik'

Fabaceae – hrach záhradný 'Gloriosa'

Lamiaceae – bazalka pravá (červenolistá odroda) 'Purpleopal'.

V pokuse sme sledovali dva varianty: kontrolný variant (pestovanie bez prisvetlenia) a variant s presvetlením rastlín. Všetky sledované druhy sme vysievali 20.1.2015 do dvoch výsevných misiek výsevom do riadkov, aby sme zabránili prehusteniu porastu a zároveň predišli rozvoju patogénov. Na výsev sme použili komplexný výsevný substrát na báze rašeliny; pH substrátu 5,5 – 6,5. Po výseve sme aplikovali vo forme zálievky fungicídny prípravok s účinnými látkami propamocarb a fosetyl-Al, aby sme zabránili rozvoju hubových chorôb spôsobujúcich padanie klíčiacych rastlín. Priemerná teplota pri pestovaní rastlín v skleníku bola 22 °C. Na prisvetlenie rastlín boli použité lineárne žiarivky FLUORA T8 - L 36W/77 - G13, ktoré boli umiestnené vo výške 40 cm nad rastlinami. Intenzita osvetlenia rastlín v skleníku bola stanovená pomocou luxmetra Testo 545; pričom bez použitia prisvetlenia bola na úrovni 1200 lx; s použitím žiariviek bola v priemere 1600 lx. Rastliny boli zavlažované podľa potreby dvakrát denne. Zber rastlín sme realizovali ručne zostrihávaním pomocou nožníc v rastovej fáze klíčnych listov. Rastliny sme zberali postupne v závislosti od sledovaného druhu v termíne od 26.1. 2015 do 19.2.2015. Obidva sledované varianty v rámci druhu boli pozberané naraz.

Použitie metódy a merania

Po zbere rastlín sme v laboratórnych podmienkach Katedry zeleninárstva FZKI hodnotili kvantitatívne parametre (výška rastliny, hmotnosť rastliny), kvalitatívne parametre (obsah vitamínu C, obsah sušiny) a stanovili sme dĺžku vegetačnej doby. Pri hodnotení kvantitatívnych parametrov sme hodnotili náhodne vybraných 10 rastlín v rámci každého sledovaného druhu. Obsah vitamínu C v čerstvej hmote sme determinovali titračnou metódou. Sušinu sme stanovili gravimetricky vysušením v sušiacей peci 125 L pri teplote 105 °C.

Získané údaje sme spracovali do tabuliek v programe Microsoft Office Excel 2007. Následne boli štatisticky spracované metódou analýza variance (ANOVA) s použitím Tukeyho testu (hladina významnosti $\alpha = 0,05$) v programe StatgraphicCenturion XVII (StatPointInc. USA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná výška a hmotnosť rastlín

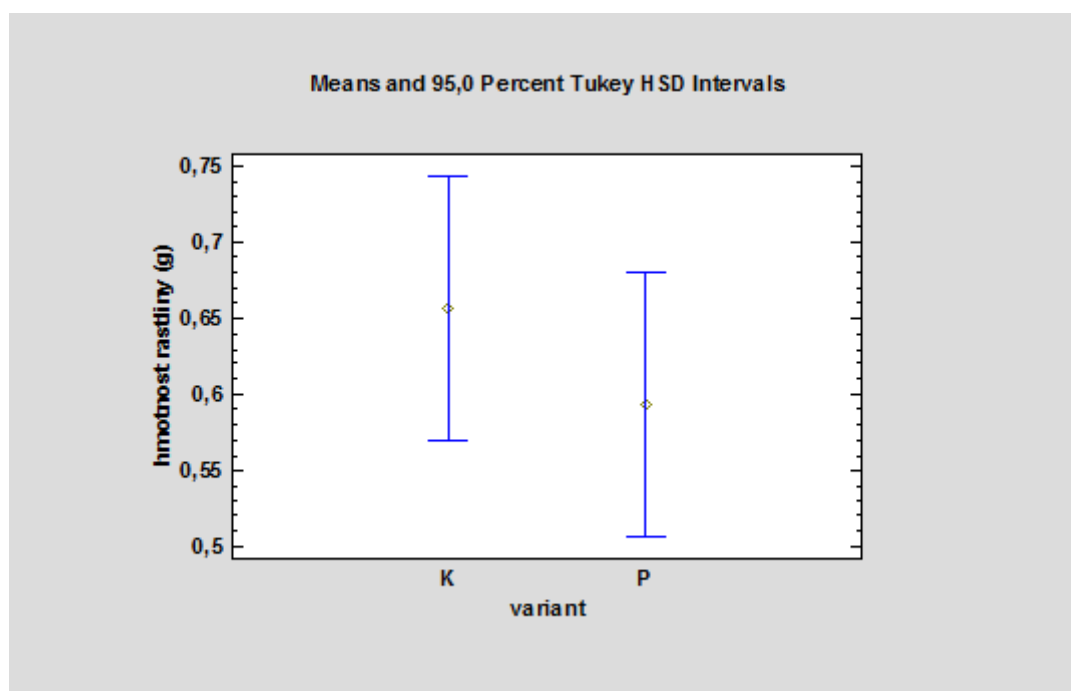
V tab. 1 uvádzame priemernú výšku rastlín hodnotených druhov v sledovaných variantoch. Na základe nameraných hodnôt môžeme konštatovať, že výška rastlín sa pohybovala v intervale od 33,4 až do 70,1 mm v rámci kontrolného variantu. Dôsledkom prisvetlenia u väčšiny sledovaných druhov sme zaznamenali nižšiu výšku zberaných rastlín. Rastliny pestované pod osvetlením boli pevnejšie, výraznejšie sfarbené v porovnaní s rastlinami pestovanými bez prisvetlenia, u ktorých sme pozorovali náznaky vytiahnutia a v niektorých prípadoch dochádzalo až k ich poliehaniu.

Rovnako pozitívny vplyv prisvetlenia počas pestovania mladých rastlín sa prejavil aj na vyššej hmotnosti rastlín v porovnaní s kontrolným variantom u väčšiny sledovaných druhov (tab. 2). Pri niektorých druhoch rastlín bola zmena hmotnosti minimálna, alebo naopak došlo k zníženiu priemernej hmotnosti v porovnaní s kontrolným variantom.

Tab.1 Priemerná výška rastín (mm)

DRUH	variant	
	kontrola	prisvetlenie
red'kovka	70,1	58,1
horčica zelená	57,3	50,3
brokolica	51,1	40,7
horčica červená	36,7	30,2
roketa	33,4	37,1
hrach	67,3	50,0
cvikla	44,4	39,1
žerucha	48,1	42,8
mrkva	42,1	45,4
laskavec	35,6	36,2
bazalka	38,0	36,1

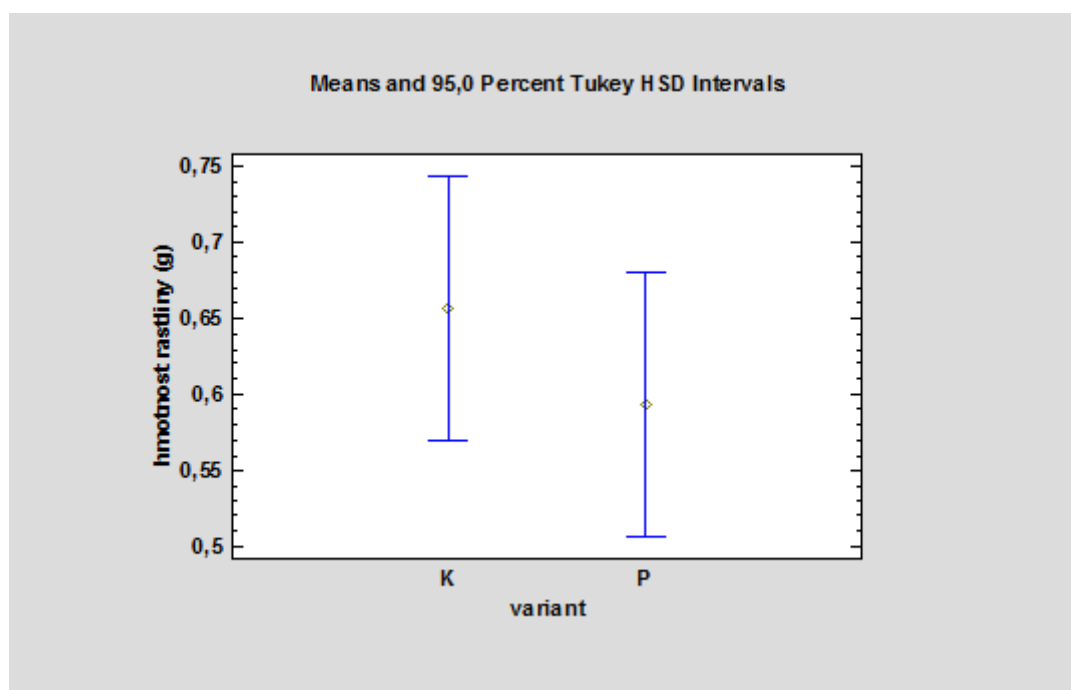
Na základe štatistického vyhodnotenia metódou analýza variancie môžeme konštatovať, že prisvetlenie malo štatisticky preukazný vplyv na výšku pestovaných vybraných druhov rastlín (obr. 1).



(Obr. 1) Grafické vyjadrenie štatistickej analýzy výšky rastliny v závislosti od sledovaného variantu

Tab.2 Priemerná hmotnosť rastlín (g)

DRUH	variant	
	kontrola	prisvetlenie
reďkovka	1,39	1,17
horčica zelená	0,60	0,58
brokolica	0,45	0,49
horčica červená	0,23	0,31
roketa	0,25	0,28
hrach	2,73	1,95
cvikla	0,33	0,31
žerucha	0,26	0,23
mrkva	0,10	0,12
láskavec	0,25	0,27
bazalka	0,63	0,82



(Obr. 2) Grafické vyjadrenie štatistickej analýzy hmotnosti rastliny v závislosti od sledovaného variantu.

Obsah vitamínu C

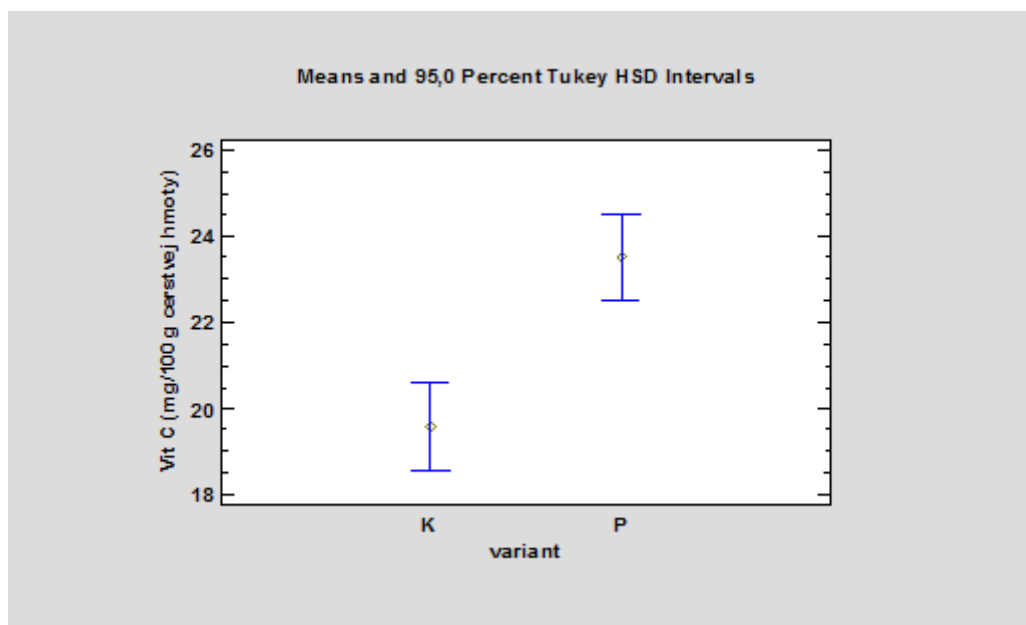
V tab. 3 uvádzame obsah vitamínu C v čerstvej hmote hodnotených druhov mladých rastlín. Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že obsah vitamínu bol ovplyvnený predovšetkým genotypom a medzi sledovanými druhmi sme zistili výrazné rozdiely v obsahu vitamínu C, ktorý sa pohyboval v intervale od 4,34 do 57,29 mg/100 g v kontrolnom variante. Viacerí autori uvádzajú, že obsah vitamínu C v zelenine závisí nielen od pestovaného druhu a odrody, ale v značnej miere je ovplyvnený technológiou pestovania, výživou a hnojením, ako aj technológiou zberu a následným pozberovým spracovaním a skladovaním (Valšíková,

et. al. 2013; Andrejiová et. al., 2014). Nami získané hodnoty vitamínu C v mladých rastlinách boli výrazne nižšie ako uvádza Kopec (1998) v konzumnej časti pestovaných druhov zelenín. Prisetvenie malo pozitívny vplyv na obsah vitamínu C vo všetkých nami hodnotených druhoch rastlín. Najvyšší obsah vitamínu C sme stanovili v prisetlovej brokolici (59,38mg/100g). Vitamín C v cvikle nebolo možné stanoviť, pretože vzorka ktorá sa titruje do slaboružového sfarbenia už bola sfarbená na ružovo.

Tab.3 Obsah vitamínu C (mg/100g čerstvej hmoty)

DRUH	variant	
	kontrola	prisetlenie
reďkovka	12,50	16,67
horčica zelená	12,50	16,67
brokolica	57,29	59,38
horčica červená	5,21	6,51
roketa	7,81	12,50
hrach	29,17	39,38
cvikla	x	x
žerucha	17,05	18,75
mrkva	37,50	41,67
láskavec	12,50	18,75
bazalka	4,34	5,00

x- nedetekovateľné



(Obr. 3) Grafické vyjadrenie štatistickej analýzy obsahu vitamínu C v hodnotených druhoch rastlín v závislosti od sledovaného variantu

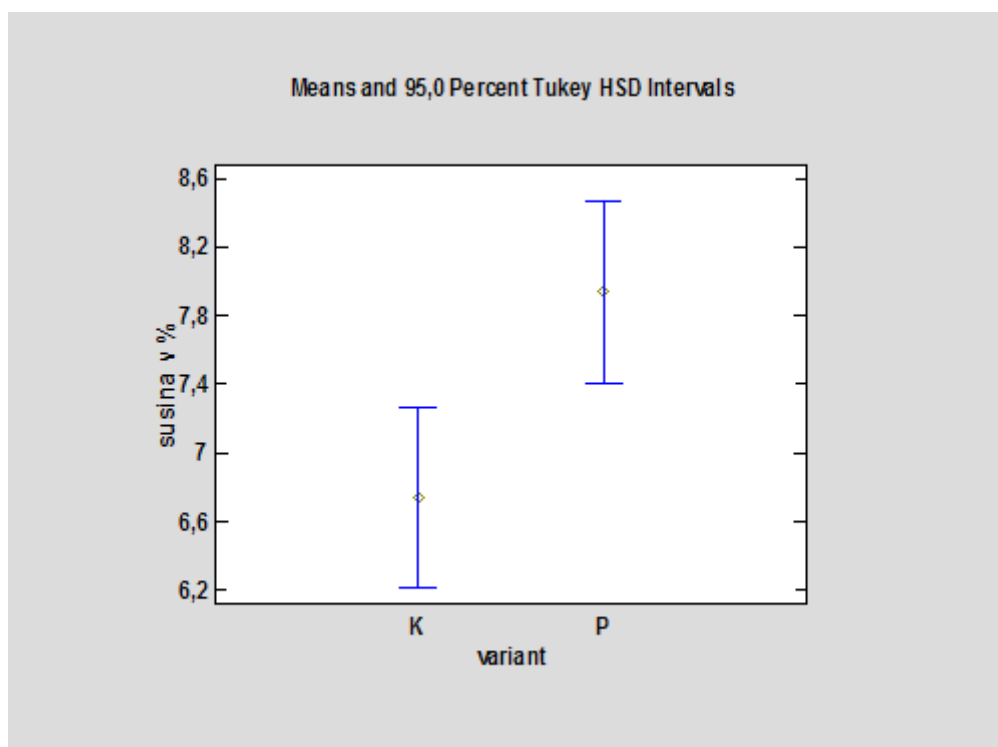
Obsah sušiny

V tab.4 uvádzame obsah sušiny v sledovaných druhoch mladých rastlín. Podľa percentuálneho podielu sušiny môžeme usudzovať, že zvýšená intenzita osvetlenia mala vplyv aj na zvýšený obsah sušiny väčšiny plodín. Najvyšší podiel sušiny sme zaznamenali

v hrachu pri variante s prísvetlovaním (14,35 %). Najnižší podiel sušiny mala roketka v kontrolnom variante, a to 3,81 %. Podobné výsledky uvádza vo svojej práci aj Lester (2012). V rámci 25 skúmaných druhov mladých rastlín najvyšší podiel sušiny bol zaznamenaný u hrachu záhradného.

Tab.4 Podiel sušiny (%)

DRUH	variant	
	kontrola	prísvetlenie
reďkovka	6,32	5,72
horčica zelená	4,53	5,26
brokolica	7,09	6,78
horčica červená	4,7	5,38
roketka	3,81	6,37
hrach	10,53	14,35
cvikla	4,88	7,13
žerucha	5,34	7,26
mrkva	12,53	13,84
láskavec	7,54	9,8
bazalka	6,94	5,44



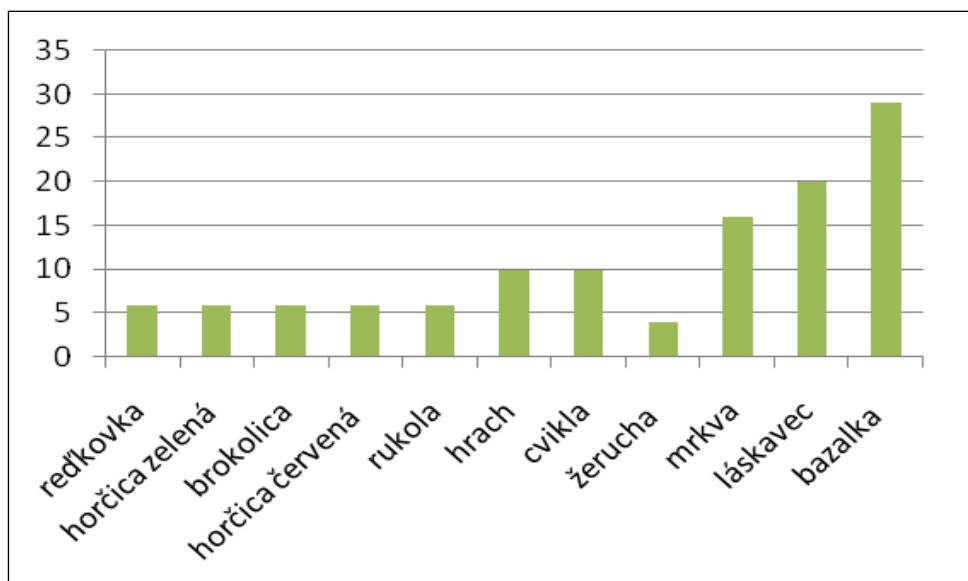
(Obr. 4) Grafické vyjadrenie štatistickej analýzy obsahu sušiny v hodnotených druhoch rastlín v závislosti od sledovaného variantu

Dĺžka vegetačnej doby

Na základe termínu výsevu a termínu zberu v rastovej fáze kľúčnych listov sme stanovili dĺžku vegetačnej doby mladých rastlín pestovaných v podmienkach vykurovanej rýchliarne. Keďže

zber bol realizovaný naraz pri oboch variantoch pokusu, v grafe 1 uvádzame dĺžku vegetačnej doby sledovaných druhov. Dĺžka vegetačnej doby (ďalej VD) sledovaných druhov sa pohybovala v intervale od 4 do 28 dní. Najlepšiu klíčivosť a rýchlosť rastu sme pozorovali u rastlín z čeľade *Brassicaceae* (žerucha siata – VD 4 dni; reďkovka siata, horčica čínska, roketa siata, syn. rukola, brokolica – VD 6 dní). Klíčivosť semien ako aj intenzita počiatočného rastu rastlín po vyklíčení týchto druhov je veľmi dobrá. Ďalšími pozberanými druhmi bola cvikla a hrach (VD 10 dní). Najdlhšiu vegetačnú dobu mala mrkva, láskavec a bazalka, pričom pri bazalke sme zaznamenali veľmi nerovnomerné vzhádzanie.

Graf. 1. Dĺžka vegetačnej doby (počet dní)



ZÁVER

V predkladanej práci uvádzame výsledky pestovania mladých rastlín vybraných druhov zeleniny vo vykurovanej rýchlarni. Na kvalitu dopestovaných mladých rastlín v zimnom období významne vplýva dostatočná intenzita osvetlenia. Pri nepriaznivých pestovateľských podmienkach dochádza k vyťahovaniu až následnému poliehaniu rastlín ako aj čiastočnej etiolizácii. V práci sme sledovali vplyv prisvetlenia na kvantitatívne (výška rastliny, hmotnosť rastliny) a kvalitatívne parametre (obsah vitamínu C a sušiny). Z našich výsledkov vyplýva preukázateľný pozitívny vplyv prisvetlenia pri pestovaní mladých rastlín na zlepšenie kvality dopestovaných rastlín, čo sa prejavilo nižšou priemernou výškou dopestovaných rastlín a väčšou priemernou hmotnosťou rastlín v porovnaní s kontrolným variantom bez prisvetlenia, rovnako aj zvýšením obsahu vitamínu C a obsahu sušiny v rastlinách sledovaných druhov. Z hľadiska dĺžky vegetačnej doby odporúčame v zimnom období pestovanie druhov čeľade *Brassicaceae*, ktoré pre dopestovanie mladých rastlín vyžadujú veľmi krátke obdobie.

ABSTRAKT

Mladé rastliny nazývané aj „microgreens“ sú rôzne druhy zeleniny, obilnín a korenín pestované do rastovej fázy klíčnych listov, prípadne s vyvíjajúcim sa prvým párom pravých listov. Cieľom práce bolo sledovať vplyv prisvetlenia na kvalitu mladých rastlín vybraných 11 druhov zeleniny. Pokus bol realizovaný v zimnom období vo vykurovanom skleníku Botanického záhrady SPU v Nitre. Na prisvetlenie boli počas celého obdobia pestovania použité lineárne žiarivky FLUORA T8 - L 36W/77 - G13. Z našich výsledkov vyplýva, že

prismetlenie malo pozitivny vplyv na kvalitu dopestovanych rastlin, co sa prejavilo nizsou priemernou vyskou a vyssou priemernou hmotnostou rastlin u vacsiny sledovanych druhov ako aj vyssim obsahom vitamínu C v porovnaní s kontrolnym variantom bez prismetlenia. Najvyssi podiel sušiny sme zistili u hrachu zahradneho. Vegetacna doba bola v závislosti od pestovaneho druhu v intervale od 4 do 28 dni.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Mladé rastliny, vitamín C, sušina, prismetlenie

LITERATÚRA

- ANDREJIOVÁ, A. et al. 2014. Kyselina listová vo vybraných druhoch zeleniny In: *Nové smery vo výžive a v životnom štýle ľudí*. Nitra : Univerzita Konštantína Filozofa, 2014. S. 149-170. 978-80-558-0629-7
- DANIELLE D. Treadwell et al. 2010. Microgreens: A New Specialty Crop. University of Florida.
- USA on [online] [cit. 2015-04-12] Dostupné na: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>
- Jung-soo Lee. 2012. Effect of Packaging Methods on Postharvest Quality of Tah Tasai Chinese Cabbage (*Brassica campestris* var. *narinosa*) Baby Leaf Vegetable. National Institute of Horticultural & Herbal Science. Korean Journal of Food Preservation Vol.19 No.1 pp.1-6 . ISSN 2287-7428
- KOPEC, K. 1998. Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny. Ústav zeměděl. a potravin. informací 72s. ISBN: 80-86153-64-9
- SAKALAUŠKIENĖ et al. 2014. The Effect of Short-Term red Lighting on Brassicaceae Microgreens grown Indoors. Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry. Lithuania
- Tim Coolong. 2012. Microgreens. University of Kentucky – College of Agriculture. USA
- VALŠÍKOVÁ, M. et al.. 2013. Changes in Vitamin C Content and Soluble Solids of Carrot Content (*Daucus Carota* L.) During Storage In: *Acta Horticulturae et Regiotecture*. Volume 16, Issue 1, Pages 1–3, ISSN (Online) 1338-5259, DOI: [10.2478/ahr-2013-0001](https://doi.org/10.2478/ahr-2013-0001), 2013
- ZHENLEI Xiao et al. 2012. Assessment of Vitamin and Carotenoid Concentrations of Emerging. Food Products: Edible Microgreens. University of Maryland, USA

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Jozef Kolník, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FZKI, Tr. A. Hlinku 2, 979 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 904 022 710 e-mail: jkinlok@gmail.com

Ing. Alena Andrejiová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FZKI, Tr. A. Hlinku 2, 979 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 37 641 4247, e-mail: alena.andrejiova@uniag.sk

Ing. Ivana Meyezová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FZKI, Tr. A. Hlinku 2, 979 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 37 641 4239, e-mail: ivana.meyezova@uniag.sk

**VPLYV MULČOVANIA A NAKRÝVANIA NA ÚRODU A KVALITU UHORIEK
NAKLADAČIEK**
**THE EFFECTS OF MULCHING AND COVERING ON CORPS AND QUALITY OF
GHERKINS**

Jaroslav MOŠKO, (SR) - Anton UHER, (SR)

ABSTRACT

The objective of this thesis was to investigate effects of cultivation technology on crop yields and earliness of gherkins collection in field conditions to speed up the collection and to achieve the required quality and quantity of crops. The field experiment was conducted in the area of the Botanical Garden of SPU in Nitra in 2014. The experiment was performed using two species, Archer F1 and F1 Aviator, grown in three variants. The area of the experimental area was 60 m². The area of one variant was 20 m², each variant comprises 3 repetitions. The first option was standard on soil. In the second variant black mulch nonwoven fabric was used. In the third variant black mulch nonwoven fabric and white covering nonwoven fabric were used. The area was amended with barn manure at 50 t.ha⁻¹ in autumn and in spring when establishing an experiment with starting dose of inorganic fertilizer ammonium sulfate at a dose of 400 kg.ha⁻¹. The plan also included fertilizing with inorganic fertilizer LAD 27 at a dose of 250 kg.ha⁻¹, which was consequently divided into three respectively. four equal applications during the growing season. In the third variant, where black mulch nonwoven fabric and white covering nonwoven fabric was used, the best results were achieved compared to other options. The fastest lift-off of gherkins into vegetation, the earlier harvest the highest achieved Šeld was demonstrated. The differences between the two varieties were marginal regarding the collection and earliness and crop yields achieved.

KEYWORDS

Gherkin, mulching, covering, timeliness, quantity of harvest

ÚVOD

Uhorky sú zelenina z čeľade tekvicovitých (Cucurbitaceae) a pochádzajú z teplých tropických oblastí. Z toho vyplýva aj ich veľká náročnosť na vlahu a teplo, preto sa nedajú s úspechom pestovať vo všetkých oblastiach našej republiky.

Najlepšie sa darí uhorkám v najteplejších oblastiach nášho štátu ale dajú sa s úspechom pestovať i v oblastiach klimaticky menej priaznivých. Ochranu záhonov môžeme zabezpečiť použitím mulčovacej fólie a netkanej textílie, ale aj krytov z plastických hmôt.

Uhorky vyžadujú pôdu biologicky aktívnu, čo docielime vysokými dávkami organických hnojív, čím zároveň získame i teplo. Najlepšie sú pôdy hlinitopiesočnaté a piesočnatohlinité.. Na rast a výšku úrod má významný vplyv teplo. Nízke teploty okolo 10°C spôsobujú poruchy v raste a vývoji a pri teplotách 0°C už rastliny odumierajú. Na nízke teploty sú najcitlivejšie mladé rastlinky, preto uhorky vysievame až po posledných jarných mrazíkoch. Na vzhádzanie rastlín má rozhodujúci vplyv teplota pôdy, počas vegetácie.

Uhorková rastlina má plytký koreňový systém, preto musí pestovateľ vodné zrážky dopĺňať umelou závlahou. Najvhodnejší spôsob závlahy pre uhorky je spodná závlaha.

Uhorky sú náročné na ľahko prístupné živiny v pôde. Fosfor je dôležitý pre dobré nasadzovanie a dozrievanie plodov. Na dusík sú zvlášť náročné v prvej polovici vegetácie. Potreba živín pre uhorky na ha je 100 kg N, 44 kg P, 133 kg K pri predchádzajúcom hnojení maštal'ným hnojom v dávke 40 t.ha⁻¹..

Uhorky pestujeme buď z priameho výsevu, alebo z predpestovaných priesad. . Spon výsevu a výsadby sa používa 0,8 až 1 m medzi riadkami a v riadku 0,20 m.

Uhorky nakladačky zberáme pravidelne podľa dorastania plodov. Pri intenzívnom starostlivom pestovaní sa počíta pri klasických odrodách nakladačiek 20 až 25 t.ha⁻¹ pri F1 hybridoch s 30 až 35 t.ha⁻¹.

Labaška (2011) v maloparcelovom poľnom pokuse s uhorkami nakladačkami (odroda Othelo F1) v rokoch 2008 a2010 skúmal vhodnosť rôznych farieb mulčovacej fólie na množstvo, veľkosť a hmotnosť plodov z jednotlivých variantov v stredných a severných polohách Slovenska. Vo svojom výskume použil hnedú, žltú a modrú farbu mulčovacej fólie na porast uhoriek nakladačiek, pričom dosiahol rôzne zvýšenie úrody pri každej z nich. Úrody, ktoré dosiahol mali podobný nárast ako v našich dosiahnutých výsledkoch za použitia čiernej netkanej mulčovacej textílie. Pri porovnaní výsledkov sme potvrdili pozitívny efekt aplikácie mulčovacej textílie na výšku úrody uhoriek nakladačiek.

Koudela et. al. (2012) vo svojom výskume použil na porast uhoriek nakladačiek mulčovanie slamou a krytie fóliovým krytom s optimálnymi a deficitnými vlhkovými podmienkami, pričom dosiahli rôzne výsledky pri každej z nich. Pri porovnaní výsledkov organického mulčovania slamou a anorganického mulčovania čiernou netkanou textíliou konštatujeme, že v oboch prípadoch nastalo zvýšenie úrody oproti nemulčovanému porastu uhoriek nakladačiek. Spohľadu využitia mulčovania sa javí mulčovanie anorganickým materiálom pre intenzívne pestovanie uhoriek nakladačiek výhodnejšie oproti mulčovaniu organickým materiálom.

Štampera (1975) popisuje prirýchľovanie uhoriek nastielaním plastickej fólie. Pod plasticou fóliou pestujeme uhorky od polovice apríla. Najvhodnejší termín na sejbu je okolo 20.apríla.

MATERIÁL A METÓDY

V poľnom pokuse vo vzorkovnici zelenín v Botanickej záhrade SPU – Nitra sme porovnávali dve vybrané odrody Archer F1 a Aviator F1 a porovnávali sme vplyv mulčovania a nakrývania pre danú odrodu, na veľkosť celkovej úrody, kvality a triedy akosti. Výsev bol robený 25. apríla 2014 do vopred vyznačenej a dobre pripravenej pokusnej plochy na výsev do sponu 0,30 m x 0,5 m. Veľkosť pokusnej plochy na ktorej sa uhorky nakladačky pestovali bola 60 m². Vytvorené boli 3 varianty. Prvý variant bol kontrolný na voľnej pôde. Na druhom variante bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília. Na treťom variante bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília a biela nakrývacia netkaná textília Lutrasil Thermoselect 23. Vzďialenosť medzi vytvorenými tromi variantmi bola 0,8 m. Plocha na ktorej sa uhorky nakladačky pestovali bola vopred vyhnojená na jeseň maštalným hnojom v dávke 50 t.ha⁻¹ a na jar štartovacou dávkou hnojivom síran amónny v dávke 400 kg.ha⁻¹. V pláne bolo zahrnuté aj hnojenie priemyselným hnojivom LAD 27 a to v dávke 250 kg.ha⁻¹. V čase zberu uhoriek nakladačiek sa plody roztriedili do 3 tried podľa akosti:

- 1. trieda 4 - 6 cm
- 2. trieda 6 – 8 cm
- 3. trieda 8 a viac cm

Následne sa uhorky nakladačky zväžili na digitálnej váhe a údaje zapísali do tabuliek.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom výskumnej úlohy bolo zistiť vplyv mulčovania a nakrývania na výšku úrody a skorosť zberu uhoriek nakladačiek.

Do pokusu boli zaradené dve odrody Archer F1 a Aviator F1

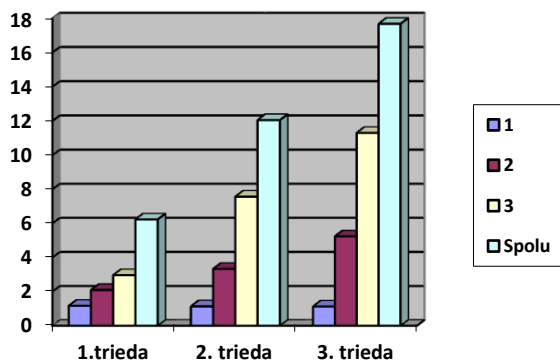
Tabuľka č.1: Úroda uhoriek nakladačiek Archer F1 v t.ha⁻¹

Varianty	1. opakovanie	2. opakovanie	3. opakovanie	Spolu
1	0,93	1,29	3,47	5,69
2	4,31	5,09	8,41	17,81
3	12,03	13,88	10,51	36,42

Tabuľka č. 2: Hmotnosť plodov uhoriek nakladačiek Archer F1 v jednotlivých triedach akosti v kg

Varianty	1.trieda	2. trieda	3. trieda
1	1,17	1,14	1,13
2	2,10	3,34	5,25
3	2,97	7,58	11,31
Spolu	6,24	12,06	17,69

Graf č.1: Hmotnosť plodov Archer F1 v kg



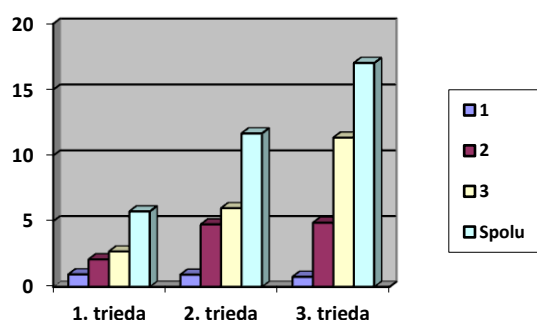
Tabuľka č. 3: Úroda uhoriek nakladačiek Aviator F1 v t.ha⁻¹

Varianty	1. opakovanie	2. opakovanie	3. opakovanie	Spolu
1	0,58	1,33	2,47	4,38
2	5,29	5,84	8,62	19,75
3	7,90	12,15	12,87	32,92

Tabuľka č. 4: Hmotnosť plodov uhoriek nakladačiek Aviator F1 v jednotlivých triedach akosti v kg

Varianty	1. trieda	2. trieda	3. trieda
1	0,95	0,93	0,77
2	2,10	4,76	4,89
3	2,70	6	11,37
Spolu	5,75	11,69	17,03

Graf č.2: Hmotnosť plodov Aviator F1 v kg



Na 3. variante, kde bola použitá biela nakrývacia netkaná textília Lutrasil Thermoselect 23 a čierna mulčovacia netkaná textília uhorky nakladačky rýchlejšie a lepšie vzchádzali ako na prvom kontrolnom variante. Pôda sa rýchlejšie prehrievala, lepšie udržovala teplotu a vlahu potrebnú pre vzchádzanie rastlín. Porast ochránili pred nepriaznivými poveternostnými vplyvmi počas ranného vývoju rastlín. Zakrytá pôda s porastom vytvárala ideálne mikroklimatické podmienky pre rast mladých rastlín, čo sa odzrkadilo v urýchlenom raste a skorosti zberu prvých plodov uhorky nakladačky. Výška úrody, ktorú sme dosiahli bola $36,42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pri odrode Archer F1 a $32,92 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pri odrode Aviator F1. Uhorky nakladačky, ktoré boli pestované na mulčovacej netkanej textílii boli menej znečistené.

Na 2. variante, kde bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília nám uhorky nakladačky taktiež rýchlejšie a lepšie vzchádzali ako na prvom kontrolnom variante. Zakrytá pôda sa rýchlejšie prehrievala, lepšie udržovala teplotu a vlahu potrebnú pre vzchádzanie rastlín, ale mladé rastliny neochránila pred nepriaznivými poveternostnými podmienkami a to sa nám odzrkadilo v pomalšom vývine porastu uhorky nakladačky oproti 3. variantu kde bola použitá aj biela nakrývacia netkaná textília. Výška úrody bola $19,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pri odrode Archer F1 a $19,75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ pri odrode Aviator F1.

Na kontrolnom variante, kde boli uhorky nakladačky pestované na voľnej pôde a boli vystavené nepriaznivým poveternostným podmienkam počas vzchádzania a v rannom štádiu rastu nám po vysiatí rastliny zle vzchádzali. Vzídené rastliny boli výrazne zaostalejšie v raste oproti ostatným dvom vytvoreným variantom. Rastliny boli menšie, slabo vyvinuté, vytvárali menej kvetov a neskôr nastúpili do kvitnutia a následnej tvorby plodov. Úrodu ktorú sme dosiahli bola niekoľkonásobne menšia oproti ostatným dvom variantom. Plody boli znečistené od pôdy.

ZÁVER

Cieľom výskumnej úlohy bolo zistiť vplyv technológie pestovania na výšku úrody a skorosť zberu uhorky nakladačky pri dvoch vybraných odrodách Archer F1 a Aviator F1. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme urobiť nasledovné závery:

- Na 3. variante, kde bola použitá biela nakrývacia netkaná textília Lutrasil Thermoselect 23 a čierna mulčovacia netkaná textília uhorky nakladačky rýchlejšie a lepšie vzchádzali ako na prvom kontrolnom variante. Zakrytá pôda netkanou textíliou vytvárala vhodné klimatické podmienky pre rast mladých rastlín, čo sa odzrkadilo v urýchlenom raste a skorosti zberu prvých plodov uhorky nakladačky. Uhorky nakladačky, ktoré boli pestované na mulčovacej netkanej textílii boli menej znečistené.
- Na 2. variante, kde bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília uhorky nakladačky taktiež rýchlejšie a lepšie vzchádzali ako na kontrolnom variante. Výška úrody bola viackrát vyššia oproti kontrolnému variantu. Plody boli menej znečistené.

- Na kontrolnom variante boli uhorky nakladačky pestované na voľnej pôde. V rannom štádiu rastu po vysiatí rastliny zle vzhádzali. Vzrúdené rastliny boli výrazne zaostalé v raste oproti ostatným dvom variantom.. Plody boli znečistené od pôdy.
- Pri porovnávaní dvoch vybraných odrôd Archeru F1 a Aviatoru F1 sa nepreukázal výrazný rozdiel vo výške dosiahnutej úrody.

ABSTRAKT

Cieľom poľného pokusu bolo zistiť vplyv technológie pestovania na výšku úrody a skorosť zberu uhoriek nakladačiek v poľných podmienkach za účelom urýchlenia zberu, dosiahnutia požadovanej kvality a množstva úrody. Poľný pokus bol uskutočnený v areáli Botanickej záhrady SPU v Nitre v roku 2014. V realizovanom pokuse boli použité dve odrody Archer F1 a Aviator F1, pestované na troch variantoch. Výmera pokusnej plochy bola 60 m². Výmera jedného variantu bola 20 m², pričom každý variant zahrňoval 3 opakovania. Prvý variant bol kontrolný na pôde. Na druhom variante bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília. Na treťom variante bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília a biela nakrývacia netkaná textília. Plocha bola na jeseň vyhnojená maštaľným hnojom v dávke 50 t.ha⁻¹ a na jar štartovacou dávkou hnojivom síranom amónnym v dávke 400 kg.ha⁻¹. Ďalej bolo použité hnojivo LAD 27 v dávke 250 kg.ha⁻¹. Na treťom variante, kde bola použitá čierna mulčovacia netkaná textília a biela nakrývacia netkaná textília, sme dosiahli najlepšie výsledky oproti ostatným variantom. Tu sa prejavil urýchlený štart uhoriek nakladačiek do vegetácie, skorší zber a najvyššia dosiahnutá úroda. Rozdiely medzi dvoma použitými odrodami boli minimálne, čo sa týka skorosti zberu a množstva dosiahnutej úrody.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Uhorky nakladačky, mulčovanie, nakrývanie, skorosť, výška úrody

LITERATÚRA

ANONYM. Dostupné na internete:
<http://carozahrady.sk/zelenina/uhorky/uhorkyvovolnejpode.html>

KOUDELA M. a kol., *Vliv mulčování slámou na výnos a kvalitu okurek nakládaček*. Zahradnictví, 2012, roč. XI,č.5, s. 20-22. ISSN: 1213-7596.

LABAŠKA, P. 2011. *Technológia pestovania vybraných teplomilných druhov zelenín v stredných a severných polohách Slovenska*. Diplomová práca. Nitra: SPU. 2011.s.40-48.

ŠTAMBERA, J. 1975. *Uhorky, tekvice, melóny*. 1. vyd. Bratislava : Príroda. 1975, 132 s. ISBN 64-017-75

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Jaroslav Moško, Ludovíta Fullu 8, Žilina 01008, Slovenská republika, tel: 0902 219 860, email: jmosko@azet.sk

prof. Ing. Anton Uher, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/641 4322, email: anton.uher@uniag.sk

**VLASTNÁ FLORISTICKÁ ČINNOSŤ PREZENTOVANÁ NA SÚŤAŽIACH
A VÝSTAVÁCH**
OWN FLORISTIC ACTIONS PRESENTED AT COMPETITIONS AND EXHIBITIONS
Patrik KOMÁR, (SR) - Magdaléna VALŠÍKOVÁ, (SR)

ABSTRACT

Floristry is an art that allows you to create interesting pieces of art to beautify the premises and environment. Decoration characterizes the area, it can hide the shortcomings and thus achieve better overall effect. Pleasure doing not only arrangements made for interior but also exterior decoration. It is certainly a tribute to arranger when can present something spectacular on floristic competitions, exhibitions and allegorical parades. Own work is a summary of the various creations of plants that can be applied to packet arrangements and decorations. There are samples of works of floristic competitions, exhibitions and allegorical floats. When creating, inspiration was the wide range of available plant material, which can be found in your gardens or parks or woods. Found flowers, berries, fruits, fruit, leaves are suitable for arranging.

KEY WORDS

Decoration, garden plants, arranging

ÚVOD

Floristická tvorba prináša neobmedzené množstvo kreatívnych dekorácií, ktoré sú vhodné do interiéru, alebo exteriéru. Aranžér chce stále napredovať a vytvárať nové diela lahodiace ľudskému oku a často vkladá do dekorácií svoju dušu.

V dnešnej dobe mnoho dekoratórov používa pri svojej práci rastlinný materiál, ktorý ponúka trh, ale máme i takých ktorí využívajú dostupné prvky z prírody. Základom je vhodné využitie daného rastlinného materiálu, ktorý pôsobí v dekorácii prirodzene (CARDINALI, 2007). Príroda ponúka množstvo materiálu. Pri dekorovaní materiálom z prírody a vhodnou kombináciou v dekorácií môže florista navodiť veľmi luxusný efekt výrobku.

V súčasnej vyspelej dobe je čoraz ťažšie sa presadiť sa na trhu. Jednou z možností je zúčastňovať sa rôznych floristických súťažiach a prezentovať svoje výtvyry. Je veľmi náročné obstať pred silnou konkurenciou a zaradiť sa na popredné priečky. Vždy treba byť inovatívny a vytvoriť niečo, čo zaujme diváka a odbornú porotu.

Ťažko nájdeme aranžéra, ktorého by nepotešili vlastné výtvyry. Radosť sa však znásobí, ak je práca ocenená. Florista poskytuje priestor a podmienky pre rozvíjanie estetických hodnôt. Aranžér pozná rastlinný a dekoračný materiál a dokáže ho použiť vo svojich dielach. Používanie prírodných materiálov je pre dekorovanie najvhodnejšie, veď nie je nič krajšie ako priniesť si kúsok prírody do našich obydlí (HAAKE, 2010).

Vlastné dekorácie v tejto práci boli prezentované na floristických súťažiach, výstavách a alegorických sprievodoch. Sú ukázkou rôznych foriem dekorovania na profesionálnej úrovni. Takéto dekorovanie nie je jednoduché a vždy za tým stojí veľa času, energie a odriekania. Snahou je prísť na súťaž z niečím nápaditým, inovatívnym a tým prezentovať svoju floristickú tvorbu.

MATERIÁL A METÓDY

Použitý sortiment rastlinného materiálu je veľmi rozmanitý. Prírodným materiálom boli nadzemné časti rastlín, ktoré po usušení ostávajú dlhý čas trvanlivé a pôsobia ozdobne (JAKÁBOVÁ, LUNÁČKOVÁ, 1990). Výhodou tohto materiálu je, že je trvácny a môžeme si ho dopestovať alebo nazbierať z voľnej prírody. Sušia sa alebo ic možno použiť v čerstvom

stave. Môžu to byť lúčne trávy, korene, burina, kôra, krútene konáriky, odkvitnuté časti, plody stromov i krov a pod (JAKÁBOVÁ, STRUČKOVÁ a kol. 2011; KUTKOVÁ, NEUGEBAUEROVÁ, 2008).

Rastlinný materiál bol základom vytváraných dekorácií, ktoré boli dotvárané doplnkovými prvkami (KUBÍČKOVÁ a kol. 1979). Takýto pomocný materiál má síce druhotnú funkciu v aranžmáne, napriek tomu dokáže sceliť celkovú kompozíciu. Patria k nemu drôty, kokosové vlákno, špendlíky a pod. Výsledkom je zvýraznený kostrový rastlinný materiál so schopnosťou upútať diváka.

K úspešnému vytvoreniu ozdoby je potrebné vhodné náradie. Medzi najčastejšie použité náradie patrili kliešte rôznych typov, kladivo, nožnice a i. Správne náradie poslúži pri výrobe vysnívanej dekorácie.

Práca predstavuje vlastnú floristickú činnosť prezentovanú na rôznych súťažiach a výstavách. Pozostáva z:

1. tvorby alegorických vozov počas kvetinového korza Victoria regia Piešťany 17. ročník, 2010, 18. ročník 2011 a 19. ročník 2012,
2. výstav na Jahrada 2010-2013,
3. floristických súťaží na Majstrovstvách slovenskej republiky vo floristike 20. ročník, 2013 a 21. ročník 2014 Victoria regia, Piešťany.
4. súťaže Svadobná kytica roku Brno 2014,
5. súťaže Svadobný florista roka Nitra 2015.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Alegorické vozy, floristické súťaže a výstavy

Alegorický sprievod - Victoria Regia 2010

Victoria regia – 17. Medzinárodná súťaž vo viazaní a aranžovaní kvetov s medzinárodnou účasťou. Hlavná téma roku 2010: „**Divadlo**“

Alegorický voz „1000-ročná“ včela (Obr.1) bol tvorený námetom podľa hlavnej témy. Tak ako sú skutočné včely užitočné, tak chcela byť aj táto nami vytvorená prospešná aspoň pre potešenie návštevníkov kúpeľného mesta.

Konštrukcia musí byť pevná, uniesť celú ťarchu rastlinného materiálu bez žiadneho prevalenia, alebo poškodenia. Na zhotovenie pevného tela sme použili zvárané roxorové tyče, ako výplet nám poslúžilo zajačie pletivo, ktoré bolo obalené jutovinou. Tkanina slúžila ako vhodný podklad pre lepenie rastlinného materiálu.



Obr. 1 Tisícročná včela

Telo včely bolo vyaranžované v pruhoch zo stredových terčiek slnečnice ročnej (*Helianthus annuus*) a plamienku plotného (*Clematis vitalba*), ktorý bol farbený žltou farbou. Stredové terčiky rudbekie (*Rudbeckia*) použité na oči, dodávali včele osobitý charakter. Tykadlá a nohy boli obalené v žltom sisale. Alegorickým vozom dominovali krídla potiahnuté bielou sieťovinou.

Pod telom včely a celým obodom ťahaného zariadenia boli umiestnené zelené florexy, do ktorých sa postupne vypichovali jednotlivé kvetiny: aksamietnica (*Tagetes*), topinambur (*Helianthus tuberosus*), zlatobyľ (*Solidago*), tavoľník (*Spiraea*), skalník (*Cotoneaster*), brečtan (*Hedera*), bršlen (*Euonymus*), dieň (*Cornus*), bradavec (*Caryopteris*).

Celú kompozíciu dotvára predpešovaný trávny koberec, na ktorom boli umiestnené starobylé úle vytvorené z prírodných materiálov a jablká vytekajúce ako med zo zvaleného džbánu (WELFORD, WICKS, 2012). Počas sprievodného ceremoniálu sedel pred včelou včelár, ktorý mal v ruke dymidlo a mával návštevníkom. Alegorický voz „1000-ročná“ včela získala **1. miesto**.

Alegorický sprievod - Victoria Regia 2011 - Labutie jazero pre pána Wintera

Victoria regia – 18. medzinárodná súťaž vo viazaní a aranžovaní kvetov s medzinárodnou účasťou. Hlavná téma: „**Poc̄ta rodine Winterovcov**“

Dominantu vozu tvorila gigantická labuť (Obr.2), pretože labute k Piešťanom neodmysliteľne patria a zásluhu mala na tom aj rod Winterovcov, vybudovali a spravovali kúpele, ktoré za ich čias prekvitali (JAKÁBOVÁ, STRUČKOVÁ a kol. 2011).



Obr. 2 Labuť

Roztvorený kvet rastliny *Victoria regia* umiestnený pred konštrukciou labute, dopĺňal celú myšlienku labutieho jazera. *Victoria regia*, taktiež jeden zo symbolov piešťanských kúpeľov ktorý každoročne kvitne v kúpeľných jazierkach.

Na konštrukciu sme použili zvárané kovové roxory, zajačie pletivo a jutovinu na obalenie konštrukcie, polepili ju rubmy listov topoľa bieleho (*Populus alba*) samé o sebe tvorili čistú bielu masu bez použitia akejkoľvek farby. Labuť dotváral len zobák oranžovej farby z pomarančových šupiek a čiernej časti okolo očí vyplnené stredovými terčikmi echinacei (*Echinacea*).

Labuť plávala ako na vode, tvorená modrými hortenziami (*Hydrangea*) a nafarbeným plamienkom (*Clematis*). Na „vodnej hladine“ sa vynárajú dva uzavreté puky a jeden rozvinutý kvet Victorie regie v ktorej pri sprievode sedí malá baletka. Kvetý sú tvorené z nafarbeného kukuričného šúpolia. Okrem kvetov tu plávajú zelené listy tvorené z bergénie (*Bergenia*).

Celkový obraz dotvára dodekorovanie okrajov vozu rastlinným materiálom: kana (*Canna*) a okrasné trávy. Alegorický voz „Labuť“ sa umiestnil na **2. mieste**.

Alegorický sprievod, Victoria Regia 2012 - Lochneská príšera

Victoria regia – 19. medzinárodná súťaž vo viazaní a aranžovaní kvetov s medzinárodnou účasťou. Hlavná téma: „100.výročie hotela Thermia Palace - Oslava secesie kvetinami“

Aj Lochneska príšera (Obr.3) sa prišla ukázať svetu a vynorila sa z hĺbky jazera „Lochneš“, aby prišla vzdať poctu tak výnimočnému hotelu ktorý preslávil kúpeľné mesto a svojou krásou dopĺňa neodmysliteľne začiatok vstupu kúpeľného ostrova (JAKÁBOVÁ, STRUČKOVÁ a kol. 2012).

Ako pokryv tela Lochneskej príšery nám poslúžili listy brečtanu (*Hedera helix*) ošetrené leskom na listy, nie len že sme zabránili výparu listov, ale navodili sme atmosféru, akoby sa

práve vynorila z hlbín jazera. Výraz tváre príšery dotvárali ústa lepené z krídlatky japonskej (*Fallopia japonica*) a oči z mandlí (*Amygdalus*).



Obr.3 Lochneská príšera

Na vytvorenie vodnej hladiny na ktorej plávala „Lochneska“ sme použili rastlinné druhy: bradavec (*Caryopteris clandonensis*), okrasné trávy a odkvitnuté časti plamienku plotného (*Clematis vitalba*) farbeného na modro.

Pribehom celého kvetinového korza sedel za príšerou škót oblečený v kylte s gajmani na trávinatej vyvýšenine tvorenej z predpestovaného trávneho kobercu. Ľudí vítal počas sprievodu hraním na gajdy. Alegorický voz „Lochneská príšera“ sa umiestnila na **2. mieste**.

Záhradnícke výstavy - JAHRADA Trenčín 2010 – 2013

Expozície vytvorené na súťažných výstavách Jahrada (Obr.) boli väčších rozmerov tvorené z dostupného materiálu.. Výstava Jahrada je oslavou úrody a ovocia a zeleniny, preto všetky naše kompozície boli tvorené plodinami a sezónnymi kvetinami.



Obr. 4 Expozície vytvorené na súťažných výstavách Jahrada

Získané ocenenia na výstavách Jahrada 2010 až 2013:

2010 - najkrajšia expozícia 1. miesto

2011 - najkrajšia expozícia 1. miesto

2012 - najkrajšia expozícia 1. miesto

2013 - najkrajšia expozícia 3. miesto

Victoria Regia 2013

Piešťany kvitnú už 900 rokov. Partnerským mestom, mesta Piešťany sú Luhačovice, preto som sa inšpiroval jedným z prameňom v Luhačoviciach a vytvoril som repliku tohto prameňa. Kupola prameňa bola dekorovaná rastlinami (Obr. 5).

Z rastlinných druhov sme použili: *Carex*, *Pernethia*, *Lysimachia x nummularia aurea*, *okrasná kapusta* a pod.

Kytica pre jubilujúce mesto Piešťany bola viazaná na konštrukciu. Kvetinové zloženie pozostávalo z *Chrysanthema*, *Mimosa*, *Eryngium*, *Waxflower*, *pávie perá* (Obr. 6).



Obr. 5 Kupola prameňa



Obr. 6 Kytica pre jubilujúce mesto Piešťany



Obr.7 certifikát – Victoria Regia 2013

Victoria Regia 2014 , kategória profesionáli

Mojou najlepšou prácou týchto majstrovstiev bola kytica ktorá získala cenu ako najkreatívnejšia práca súťaže. Tvorená bola z odkvitnutých časti divej mrkvy viazaných do špirály, doplnená technikou lepenia gypsofilou, vresom, levandulou a limonkou (Obr. 8-9).



Obr. 8 Ocenenie: najkreatívnejšia práca (Victoria Regia 2014)



Obr. 9 Svadobná kytica roku 2014, Brno



Obr. 10 Súťažná svadobná



Obr. 11 Diplom za účasť (Brno)

Pri tvorení kytice sme sa inšpirovali exotickým ovocím, netradičným materiálom a zaujímavými kombináciami farieb, tým pádom som navodil veľmi extravagantný charakter kytice.

Kytica bola navrhnutá pre exotickú alternatívnu nevestu, ako hlavný prvok v tejto kytici dominoval exotický plod pytačaja, nazývaný tiež dračie ovocie za ktorý nevesta kyticu drží. Ďalším rastlinným materiálom je hyacint, sukulent a plod. Ako doplnkový materiál sme zvolili dekoračnú pásku, stuhy, gorálky a vlnu. Kytica má previsnutý vzhľad a farebne je veľmi rozmanitá, kombináciou bledo zelenej, cyklamenevej a modrej sme vytvorili niečo netradičné a zaujímavé (Obr. 10-11).

Svadobný florista roka. Nitra 2015

Pri tvorení svadobnej kytice a svadobného stolu som sa inšpiroval prírodou, keďže témou súťaže bola naturálna svadba. Úlohou bolo pohrať sa so zmyslami pre navodenie správnej atmosféry prírodnej svadby.

Svadobnú kyticu som vytvoril vybielenými koreňmi rajčiaka jedlého, konármi hlohu, eukaliptom, waxflowerom, zemolezom.

Svadobný stôl sme centrálné dekorovali drevom ktoré bolo obrastené machom, nádoby boli vydekorované ružami, waxflower, konármi hlohu, gypsofilou, Zemolezom Purpusov (*Ionicera x purpusii*), magnoliou, heleborusom, eukaliptusom machom. Stôl bol doplnený menovkami, menu, svietnikmi, sviečkami a kuchynskou súpravou.



Obr. 12 Súťažná svadobná kytica



Obr. 13 Súťažná práca – svadobný stôl

Ocenenia (Obr. 12-16):

- 1. miesto – svadobný stôl
- 3. miesto – svadobná kytica
- 3. miesto – florista roka 2015

Agrokomples-Výstavnictvo Nitra, š.p.

Svadobné dni & Beauté

Svadobný florista roka 2015

„Natural dream“

1. miesto Svadobný stôl

Patrícia Komár



AGROKOMPLEX
VÝSTAVNICTVO
NITRA

Nitra, 23. 1. 2015



Obr. 14 Svadobný florista roka, 1. miesto 2015

Agrokomplex-Výstavníctvo Nitra, š.p.

Svadobné dni & Beauté

Svadobný florista roka 2015

„Natural dream“

3. miesto

Patrik Komár

SPU NITRA, FZKI



■ AGROKOMPLEX
■ VÝSTAVNÍCTVO
■ NITRA

Nitra, 23. 1. 2015



Obr. 15 Svadobný florista roka, 3. miesto 2015

Agrokomplex-Výstavníctvo Nitra, š.p.

Svadobné dni & Beauté

Svadobný florista roka 2015

„Natural dream“

3. miesto Svadobný kyticou

Patrik Komár

SPU Nitra, FZKI



AGROKOMPLEX
VÝSTAVNÍCTVO
NITRA

(Signature)

Nitra, 25. 1. 2015

(Signature)



Obr. 16 Svadobný florista roka, 3. miesto 2015

ZÁVER

Touto prácou sme vás chceli preniesť na Floristické súťaže, výstavy, alegorické sprievody. Poukázať na to, aký je dôležitý správny výber rastlinného materiálu, zvládnutá technika a tvorivosť pre navodenie dokonalého dojmu z dekorácie. Tieto práce nenájdete v žiadnom kvetinárstve, pretože sú výstavného charakteru a hodia sa na prezentačné účely. Snahou bolo prejavovať tvorivosť a kreativitu. Za každou prácou stojí veľa času a odriekania, ale odmenou je úspech pri prezentáciách a ocenenie publikom.

ABSTRAKT

Floristika je umenie, ktoré umožňuje vytvárať zaujímavé diela na skrášenie priestorov a okolia. Dekorácia charakterizuje priestor, pomáha zakryť nedostatky a tak doceliť lepší celkový efekt. Potešenie robia nielen aranžmány vytvorené pre interiér, ale aj exteriérové dekorácie. Je pocta pre aranžéra keď sa môže prezentovať niečím veľkolepým na floristických súťažiach, výstavách a alegorických sprievodoch. Vlastná práca je súhrnom rozličných výtvorov z rastlín, ktoré sa dajú aplikovať do aranžmánov a dekorácií. Obsahuje ukážky diel z floristických súťaží, výstav a alegorických vozov. Pri tvorbe bol inšpiráciou veľký výber dostupného rastlinného materiálu, ktorý sa dá nájsť v záhradkách, parkoch či v lese. Nájdené kvetiny, bobule, ovocné plody, prúty a listy sú vhodné pre aranžovanie.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Dekorácia, záhradné plodiny, aranžovanie

LITERATÚRA

- CARDINALI, S. 2007. *Originálne dekorácie*, Ikar a.s., Bratislava 2007
- JAKÁBOVÁ A., LUNÁČKOVÁ V. 1990. *Aranžovanie sušených kvetín*, Príroda, Bratislava 1990, ISBN 80-07-00242-1.
- JAKÁBOVÁ, A., STRUČKOVÁ, E. A KOL. 2011. Victoria regia. In *Floristika*, 2011, č.38, s.62. Profi Press SK, s.r.o., ISBN 1337-9216.
- JAKÁBOVÁ, A., STRUČKOVÁ, E. A KOL. 2011. Victoria regia. In *Floristika*, 2011, č.4, s.62. Profi Press SK, s.r.o., ISBN 1337-9216.
- JAKÁBOVÁ, A., STRUČKOVÁ, E. A KOL. 2012. Victoria regia. In *Floristika*, 2012, č.4, s.70. Profi Press SK, s.r.o., ISBN 1337-9216.
- HAAKE, K., M. 2010. *To je floristika!*, Bloom's GmbH, Ratingen, Praha 2010, ISBN 978-80-86726-39-7
- KUBÍČKOVÁ D. a kol. 1979. *Viazačstvo a aranžovanie kvetín*, Príroda Bratislava 1979
- KUŤKOVÁ, T., NEUGEBAUEROVÁ, J. 2008. *Veľká kniha sušených rastlín*, Ottovo nakladateľstvo Praha 2008, ISBN 978-80-7360-773-9
- WELFORD, M., WICKS, S. 2012. *Moderné aranžovanie kvetín*, Ikar a.s., Bratislava 2012, ISBN 978-80-551-2926-6

KONTAKTNÁ ADRESA:

Patrik Komár, Bc. SPU, FZKI, KZ, Tr. A. Hlinku 2, 94876 Nitra, prof. Ing. Magdaléna Valšíková, PhD. SPU, FZKI, KZ, Tr. A. Hlinku 2, 94876 Nitra, Tel.: +421376414226.

GENOTYPOVÉ REAKCIE RASTLÍN ŠPENÁTU NA VODNÝ STRES

GENOTYPE REACTIONS OF SPINACH PLANT ON WATER STRESS

Ján FARKAŠ, (SR) – Marek KOVÁR, (SR)

ABSTRACT

In the pot experiments with three spinach genotypes (*Spinacia oleracea* L.; cvs. Neptun, Popey and Matador) and New Zealand spinach (*Tetragonia expansa* Murr.) we studied a genotypes differences in the capacity of osmotic adjustment realized under drought. We also characterized the degree of drought tolerance through quantification of assimilation pigments. The chlorophyll concentration in spinach leaves is a quality parameter. Increasing water stress during progressive dehydration negatively affected the water regime of plants of all genotypes. We observed a non-significant genotype differences among the studied well-hydrated plants in values of relative water content (RWC) and osmotic potential (ψ_s), respectively. In the terminal phase dehydration cycle, we found the statistically significant genotype differences in both values of RWC and ψ_s , as well in osmotic adjustment capacity. The highest level of osmotic adaptation was achieved in genotype Neptun (0.66 ± 0.11 MPa) and the lowest in genotype Zealand spinach (0.24 ± 0.19 MPa). We observed a significant correlation between the osmotic adjustment capacity and concentration of proline in all genotypes from the level of OA about 2.0 MPa. From this we concluded that proline is an important osmolyte in spinach during dehydration. The concentration of chlorophylls pigments, especially Chl *b* under dehydration decreased and Chl *a* / Chl *b* ratio increased (from 2.62 ± 0.33 in well hydrated plants to 5.74 ± 0.96 in genotype Matador and 4.41 ± 0.85 in genotype Zealand spinach) under drought. Finally, we concluded that Neptun is the prime drought tolerant spinach genotype.

KEY WORDS

Spinach, drought, osmotic adjustment, chlorophyll, proline

ÚVOD

Rast, produktivita a kvalita produkcie pestovaných plodín je ovplyvňovaná mnohými environmentálnymi činiteľmi, pričom sucho sa zaraďuje medzi najvýznamnejší stresový faktor (Kumar *et al.*, 2012).

Schopnosť prispôbiť sa podmienkam nedostatku vody vyžaduje zmeny na všetkých hierarchických úrovniach rastliny, od molekulárnej a biochemickej, až po fyziologickú a morfológickú a je determinovaná polygénne (Munns, 2002). Hydratácia pletív priamo aj nepriamo ovplyvňuje množstvo fyziologických procesov, z ktorých najcitlivejšie sú rast buniek, vodivosť prieduchového aparátu a fotosyntetická asimilácia uhlíka (Chaves *et al.*, 2002). Suchovzdornosť rastliny sa potenciálne realizuje cestami predchádzania alebo tolerovania dehydratácie (Levitt, 1980). Osmotické prispôbenie sa v podmienkach nedostatku vody považuje za dôležitý adaptačný mechanizmus (Morgan, 1984). Proces osmotického prispôbenia prispieva k udržaniu turgoru v bunkách nadzemnej aj podzemnej časti rastliny, čo pri progresívnom znižovaní vodného potenciálu pletív umožňuje udržať aktivitu fyziologických procesov, ako sú rast, aktivita prieduchov a fotosyntéza (Wullschlegler a Oosterhuis, 1991).

Špenát siaty sa zaraďuje do skupiny celosvetovo populárnych listových zelenín, s vysokým obsahom dieteticky cenných látok. Je rastlinou s vysokými transpiračným koeficientom (680-865), plytkým koreňovým systémom a tak vysokými nárokmi na vlahu po celé vegetačné obdobie, počas ktorého produkuje za relatívne krátky čas veľké množstvo nadzemnej biomasy (Pevná, 1985). Menej rozšírenou, ale vo svete stále populárnejšou

listovou zeleninou sa stáva štvorbôčik rozložitý, známy ako novozélandský špenát. V porovnaní so špenátom siatym je tolerantnejší na vyššiu teplotu, ale podobne má vysoké nároky na vlhku (Yousif *et al.*, 2010). Pri oboch druhoch sucho znižuje produkciu biomasy, listová plocha a hrúbka listov sa znižuje, dochádza k zníženej syntéze a/alebo degradácii chlorofylu a pod. Výsledkom sucha je tak limitovanie produktivity, ako aj dietetickej a senzorickej kvality produkcie špenátu (Nishihara *et al.*, 2001).

Cieľom práce bolo študovať dynamiku odpovedí vodného režimu a stability asimilačných pigmentov rôznych genotypov špenátu siateho a špenátu novozélandského na narastajúci deficit vody v pôde, ako aj charakterizovať mieru ich tolerancie prostredníctvom osmotického prispôsobenia a koncentrácie prolínu.

MATERIÁL A METÓDY

V nádobovom vegetačnom experimente s riadenou hydratáciou pôdneho substrátu sme použili rastliny špenátu siateho (*Spinacia oleracea* L.) troch genotypov (genotypy Neptun, Popey, Matador) a rastliny štvorbôčiku rozložitého (*Tetragonia expansa* Murr., špenát novozélandský). Rastliny boli pestované v plastových nádobách (rozmery 0,25×0,25 m) s pôdno-rašelinovým substrátom TS-1 (Klasmann Deilmann, Nemecko) objemu 2,8 kg v skleníkovom priestore. Imbibícia semien špenátu vodou bola vykonaná namáčaním pri teplote 24 °C počas 24 h v tme. Výsev bol uskutočnený v dvoch termínoch vegetačného roku 2013, v počte 4 ks semien na nádobu. Nádoby boli uložené do štvorcového usporiadania pokusných členov. Pôdny substrát v nádobách bol riadene gravimetrickou metódou zavlažovaný vodou na úroveň 70 % PVK. Vo vybraných nádobách bola 42 dní po vzídení rastlín indukovaná postupná dehydratácia prerušením zalievania substrátu v trvaní 15 dní. Fyziologické parametre boli kvantifikované na dospelom plne vyvinutom liste simultánnym prístupom.

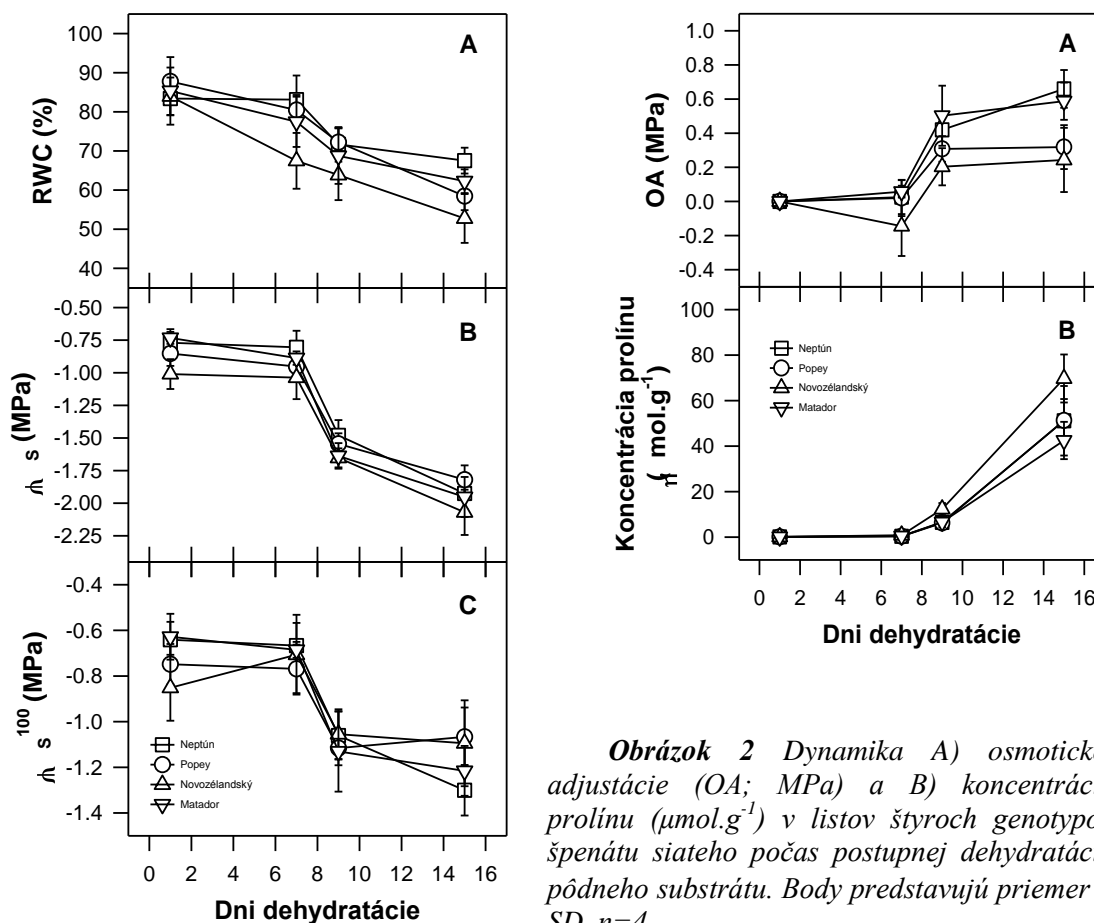
Relatívny obsah vody (RWC) bol stanovený gravimetricky metódou podľa Barr a Weatherley (1962) so 4 h saturáciou vzorky listu vo vode pri teplote 4 °C a v tme. Osmotický potenciál (ψ_s) vzorky (\varnothing 60 mm) bol stanovený psychometrickou metódou použitím komory C-52 pripojenej k hygrometru PsyPro (Wescor, USA). Čas vlhkostného a teplotného vyrovnania vzorky listu v priestore komory bol 60 min a doba schladzovania vzorky bola 16 s. Osmotické prispôsobenie (OA; MPa) bolo stanovené plnoturgorovou metódou podľa Ludlow *et al.* (1983). Koncentrácia prolínu (Pro; $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ čerstvej hmotnosti) bola stanovená ninhydrínovou metódou podľa Bates *et al.* (1973) meraním absorpcie pri 520 nm spektrofotometrom Jenway 6405 (Bibby Scientific, Veľká Británia). Stanovenie koncentrácie asimilačných pigmentov (chlorofyl *a*, chlorofyl *b* a celkové karotenoidy; $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ listovej plochy) sa uskutočnilo v acetónovom extrakte metódou podľa Porra *et al.* (1989). Prezentované dáta predstavujú priemer \pm smerodajná odchýlka. Experimentálne dáta boli štatisticky analyzované Tukeyovým HSD testom softvérom Statistica v. 10 (StatSoft, USA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V prirodzených podmienkach pestovania záhradníckych rastlín je sucho veľmi častým fenoménom, ktorý limituje rast, produktivitu a jej kvalitu (Kumar *et al.*, 2012). Špenát siaty a štvorbôčik rozložitý (špenát novozélandský) sú považované za termotolerantné a suchovzdorné rastliny, ale ako ukazuje niekoľko výskumov, suchovzdornosť je genotypovo podmienená, s vysokou mierou fenotypovej plasticity (Munns, 2002). V našich experimentoch v podmienkach dobrej hydratácie pôdneho substrátu sme pozorovali štatisticky nesignifikantné genotypové rozdiely v relatívnom obsahu vody (RWC) a osmotickom potenciáli (ψ_s) dospelých listov, s priemernou úrovňou 85,11 \pm 5,35 %, resp. -0,84 \pm 0,14 MPa (obr. 1A a 1B). Podobné úrovne RWC a ψ_s v listoch rastlín špenátu pestovaných pri dobrej hydratácii substrátu pozorovali Yousif *et al.* (2010). Zistili sme nesignifikantné genotypové

rozdiely v koncentrácii prolínu, s priemernou úrovňou $0,11 \pm 0,04 \mu\text{mol.g}^{-1}$ (obr. 2B). Dospelé listy dobre hydratovaných rastlín špenátu novozélandského mali signifikantne ($p < 0,05$) vyššiu koncentráciu chlorofylov (Chl $a+b$), ako listy rastlín genotypov špenátu siateho ($511,25 \pm 24,91$ vs. $483,55 \pm 24,62 \text{ mg.m}^{-2}$ listovej plochy) (obr. 4C), čo sa prejavilo výraznejším tmavozeleným sfarbením listov.

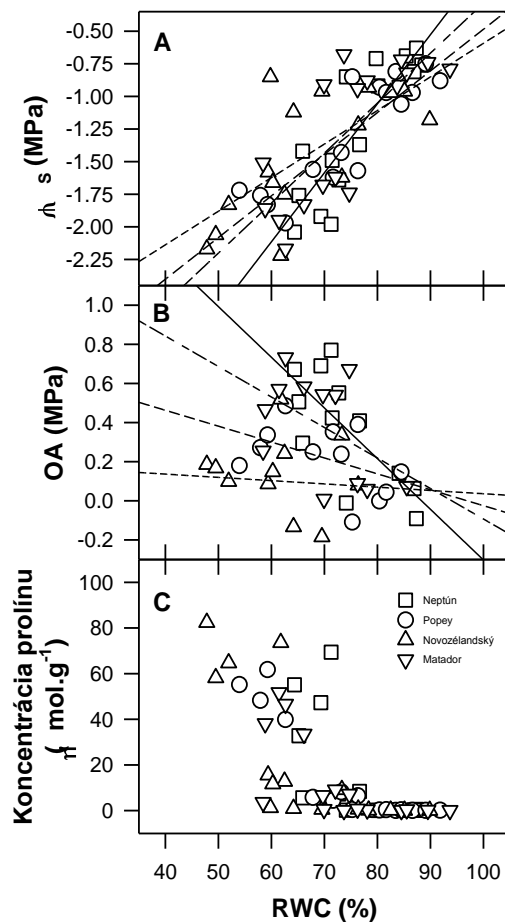
Počas dehydratačného cyklu indukovaného prerušením zalievania pôdneho substrátu sme pozorovali signifikantné ($p < 0,01$) genotypové diferencie v kinetike poklesu RWC a ψ_s (obr. 1). V terminálnej fáze cyklu najnižšiu hodnotu RWC sme zaznamenali pri špenáte novozélandskom ($52,75 \pm 3,31 \%$) a najvyššiu hodnotu pri genotype Neptun ($67,53 \pm 3,31 \%$). Z hľadiska mechanizmov je možné predpokladať, že rôzna kinetika poklesu RWC v listoch genotypov špenátu a štvorbôčiku môže vyplývať z rôznej veľkosti a distribúcie koreňovej sústavy, hydraulikkej vodivosti pletív, veľkosti listovej plochy, citlivosti prieduchového aparátu a rýchlosti transpirácie (Kage *et al.*, 2004). Podobne sme pozorovali pokles hodnôt ψ_s (obr. 1B), čo súhlasí s pozorovaniami Yousif *et al.* (2010). Osmotický potenciál v plnom turgore (ψ_s^{100}), ktorý zohľadňuje aktívnu akumuláciu osmoticky aktívnych látok, na konci dehydratačného cyklu najviac poklesol v genotype Neptun ($-1,30 \pm 0,11 \text{ MPa}$) (obr. 1C). Výsledkom je signifikantne ($p < 0,001$) najvýraznejší nárast kapacity pre osmotické prispôbenie (OA) ($0,66 \pm 0,11 \text{ MPa}$) v porovnaní s genotypom špenátu novozélandského



Obrázok 2 Dynamika A) osmotickej adjustácie (OA; MPa) a B) koncentrácie prolínu ($\mu\text{mol.g}^{-1}$) v listov štyroch genotypov špenátu siateho počas postupnej dehydratácie pôdneho substrátu. Body predstavujú priemer \pm SD, $n=4$.

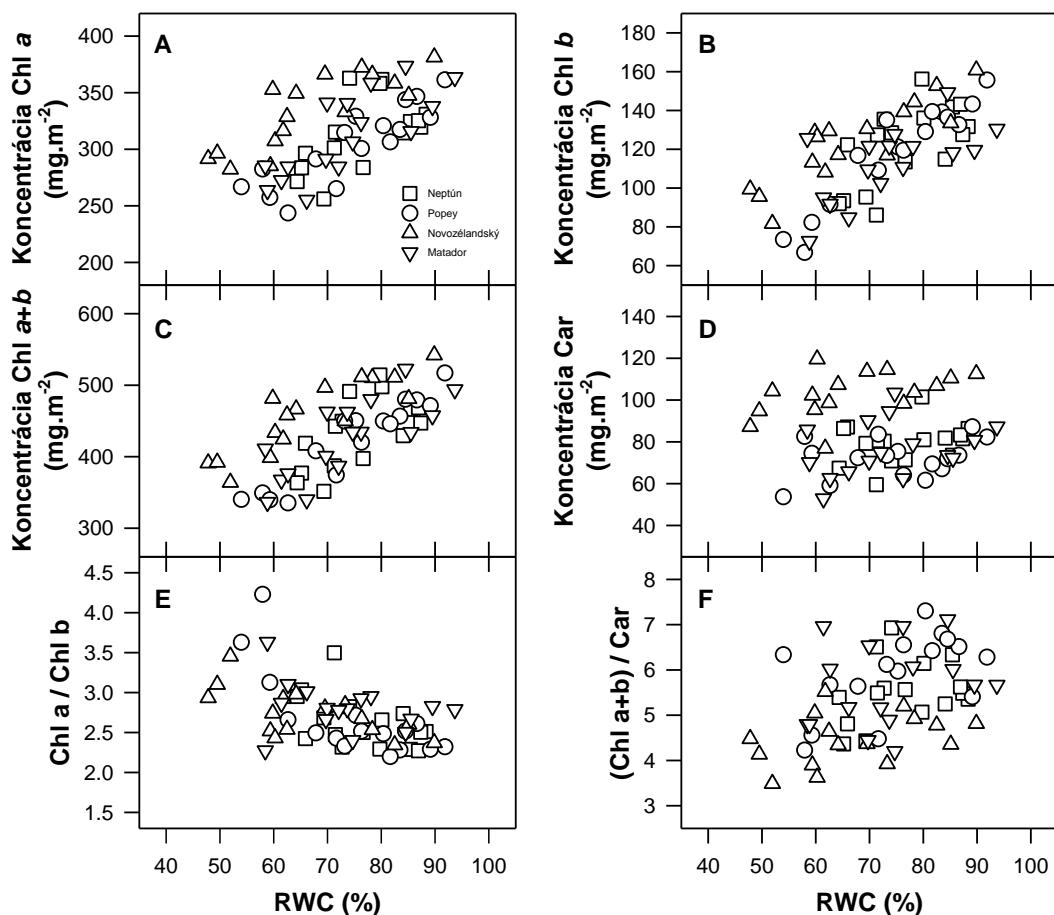
Obrázok 1 Dynamika A) relatívneho obsahu vody (RWC; %), B) osmotického potenciálu (ψ_s ; MPa) a C) osmotického potenciálu v plnom turgore (ψ_s^{100}) listov štyroch genotypov špenátu siateho počas postupnej dehydratácie pôdneho substrátu. Body predstavujú priemer \pm SD, $n=4$.

($0,24 \pm 0,19$ MPa). Genoty-pové diferencie sa prejavili v sklone regresie medzi ψ_s a RWC (obr. 3A). Hranica RWC 70 % sa vo všeobecnosti považuje za fyziologickú hranicu miernej dehydratácie (Morgan, 1985; Lawlor, 2009). Využívajúc regresné vzťahy sme zistili, že genotyp Neptun dosiahol pri RWC 70 % hodnotu ψ_s na úrovni $-1,59$ MPa a kapacitu OA $0,47$ MPa, pričom genotyp Novozélandský $-1,37$ resp. $0,08$ MPa. Z uvedeného vyplýva, že rastliny štvorbôčniku počas postupnej dehydratácie majú nízku kapacitu pre OA a pokles RWC je výsledkom straty voľnej frakcie vody transpiráciou. Medzidruhové, ale aj vnútrodruhové diferencie v kapacite pre OA (vzťahu medzi ψ_s a RWC) sú tak výsledkom rôznych fenotypových adaptácií v aktívnej odpovedi rastliny na dehydratáciu (Chimenti *et al.*, 2002).



OA sa počas stresovej situácie realizuje prostredníctvom aktívnej akumulácie osmoticky aktívnych látok (Morgan, 1984) a v tomto procese zohráva dôležitú úlohu prolín (Pro) (Hayat *et al.*, 2012). V dobre hydratovaných rastlinách sme v našich experimentoch pozorovali štatisticky nesignifikantné genotypové rozdiely v akumulácii Pro, s priemernou úrovňou $0,11 \pm 0,03 \mu\text{mol.g}^{-1}$ (obr. 2B). Na konci dehydratačného cyklu sme zistili signifikantné zvýšenie koncentrácie Pro ($p < 0,001$), s najvyššou úrovňou v genotype Novozélandský ($69,73 \pm 10,55 \mu\text{mol.g}^{-1}$). Táto úroveň bola ale dosiahnutá pri hodnote RWC 52,7 % a po prepočítaní na plnoturgorový stav bola koncentrácia Pro¹⁰⁰ $36,81 \pm 7,21 \mu\text{mol.g}^{-1}$. Najrýchlejšie bola akumulácia Pro indukovaná pri genotype Neptun (od RWC ~ 78 %) a najneskôr pri genotype Novozélandský (od ~ 63 %) (obr. 3C). Nárast koncentrácie osmolytov u rastlín špenátu v stresovom prostredí zaznamenali vo svojej práci aj Di Martino *et al.* (2003).

Obrázok 3 Vzťah medzi A) osmotickým potenciálom (ψ_s ; MPa), B) osmotickou adjustáciou (OA; MPa) a C) koncentráciou prolínu ($\mu\text{mol.g}^{-1}$) a relatívnym obsahom vody (RWC; %) v listoch štyroch genotypov špenátu siateho počas postupnej dehydratácie pôdneho substrátu. Lineárna regresia pre A) Neptun: $y = -5.291 + (0.0529x)$, $r_p = 0.863$, $p < 0.001$; Popey: $y = -3.679 + (0.0319x)$, $r_p = 0.870$, $p < 0.001$; Novozélandský: $y = -3.168 + (0.0257x)$, $r_p = 0.712$, $p = 0.002$; Matador: $y = -4.117 + (0.0383x)$, $r_p = 0.782$, $p < 0.001$. Lineárna regresia pre B) Neptun: $y = 2.287 - (0.0259x)$, $r_p = -0.728$, $p = 0.007$; Popey: $y = 0.788 - (0.0081x)$, $r_p = -0.472$, $p = 0.121$; Novozélandský: $y = 0.203 - (0.0017x)$, $r_p = -0.0017$, $p = 0.845$; Matador: $y = 1.465 - (0.0156x)$, $r_p = -0.489$, $p = 0.107$. Plná čiara – Neptun; dlhé čiarovanie – Matador; krátke čiarovanie – Popey; bodkočiarovanie – Novozélandský.



Obrázok 4 Vzťah medzi A) koncentráciou chlorofylu a (Chl a; $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$), B) koncentráciou chlorofylu b (Chl b; $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$), C) koncentráciou chlorofylov (Chl a+b; $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$), D) koncentráciou karotenoidov (Car; $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$), E) pomerom koncentrácií Chl a ku Chl b (Chl a / Chl b) a F) pomerom koncentrácií chlorofylov ku karotenoidom (Chl a+b / Car) a relatívnym obsahom vody (RWC; %) v listoch štyroch genotypov špenátu siateho počas postupnej dehydratácie pôdneho substrátu.

Dehydratácia pletív je spojená so štrukturálnym rozpadom fotosyntetického aparátu (Lawlor, 2009), čo sa v našich experimentoch signifikantne ($p < 0,001$) prejavilo degradáciou asimilačných pigmentov (obr. 4), najmä chlorofylu b (Chl b) (obr. 4B). Výsledkom mohutnejšej degradácie Chl b bol počas sucha pozorovaný nárast pomeru Chl a ku Chl b (obr. 4E). Takáto reakcia fyziologicky odráža suchom indukovaný rýchlejšiu proteolýzu svetlozberných antén fotosystémov, čo sa následne prejavuje poklesom efektívnosti využitia žiarenia s komplexným dopadom na fotosyntetickú asimiláciu uhlíka (Lawlor, 2009).

ZÁVER

Z našich experimentov s rastlinami troch genotypov špenátu siateho a genotypu štvorbôčiku rozložených vystavených podmienkam postupnej dehydratácie pôdneho substrátu môžeme konštatovať, že najvyššiu mieru tolerance k suchu ukázal genotyp Neptun. Tento genotyp indukoval najvyššiu úroveň osmotického prispôsobenia, čo umožnilo udržať počas dehydratačného cyklu najviac vody (najvyššie RWC), spolu s oddialením degradácie asimilačných pigmentov a nástupu senescencie listu.

ABSTRAKT

V nádobových vegetačných experimentoch s rastlinami troch genotypov špenátu siateho (*Spinacia oleracea* L.; cvs. Neptun, Popey a Matador) a rastlinami genotypu štvorbôčiku rozložitého (*Tetragonia expansa* Murr., špenát novozélandský) sme počas postupnej (15-dňovej) dehydratácie študovali odrodové rozdiely v kapacite pre osmotické prispôsobenie, ktoré je výsledkom aktívnej akumulácie osmoticky aktívnych látok v cytoplazme buniek. Zároveň sme charakterizovali stupeň tolerancie rôznych odrôd špenátu siateho na pôdne sucho prostredníctvom kvantifikácie asimilačných pigmentov, ktorých koncentrácia v prípade rastlín špenátu je aj kvalitatívnym parametrom. Narastajúci vodný stres počas postupnej dehydratácie negatívne ovplyvnil vodný režim rastlín všetkých genotypov. V dobre hydratovaných rastlinách sme zistili nesignifikantné genotypové diferencie medzi študovanými genotypmi v hodnote relatívneho obsahu vody v listoch (RWC) a osmotického potenciálu (ψ_s). V terminálnej fáze dehydratačného cyklu sme zistili štatisticky signifikantné genotypové rozdiely v hodnotách RWC a ψ_s , ktoré boli výsledkom osmotického prispôsobenia. Najvyššiu úroveň osmotického prispôsobenia dosiahli na konci dehydratačného cyklu rastliny genotypu Neptun ($0,66 \pm 0,11$ MPa) a najnižšiu v genotype špenátu novozélandského ($0,24 \pm 0,19$ MPa). Zistili sme signifikantnú koreláciu medzi kapacitou pre osmotické prispôsobenie a koncentráciou prolínu pri všetkých genotypoch od úrovne OA okolo 2,0 MPa a tak aj pri rastlinách špenátu počas dehydratácie je prolín významným osmoprotektantom. V listoch špenátu pokles RWC počas dehydratácie spôsobil pokles koncentrácie asimilačných pigmentov, najmä Chl *b*, čo sa prejavilo nárastom pomeru Chl *a* / Chl *b* (z priemernej úrovne $2,62 \pm 0,33$ v dobre hydratovaných rastlinách na úroveň konci dehydratačného cyklu $5,74 \pm 0,96$ v genotype Matador, resp. $4,41 \pm 0,85$ v genotype špenát novozélandský). Záverom môžeme konštatovať, že zo sledovaných genotypov špenátu v experimente s postupnou dehydratáciou najvyššiu mieru tolerancie k suchu ukázal genotyp Neptun.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Špenát, sucho, osmotické prispôsobenie, chlorofyl, prolín

LITERATÚRA

- BARR, H.D. – WEATHERLEY, P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. In *Australian Journal of Biological Sciences*, vol. 15, no. 3, 1962, pp. 413-428.
- BATES, L.S. – WALDREN, R.P. – TEARE, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. In *Plant and Soil*, vol. 39, no. 1, 1973, pp. 205-208.
- Di MARTINO, C. – DELFINE, S. – PIZZUTO, R. – LORETO, F. – FUGGI, A. 2003. Free amino acids and glycine betaine in leaf osmoregulation of spinach responding to creating salt stress. In *New Phytologist*, vol. 158, no. 3, 2003, pp. 455-463. ISSN 1469-8137. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2003.00770.x
- HAYAT, S. – HAYAT, Q. – ALYEMENI, M.N. – WANI, A.S. – PICHTEL, J. – AHMAD, A. 2012. Role of proline under changing environments. In *Plant Signal Behav.*, vol. 7, no. 11, 2012, pp. 1456–1466. DOI: 10.4161/psb.21949
- CHAVES, M.M. – PEREIRA, J.S. – MAROCO, J. – RODRIGUES, M.L. – RICARDO, C.P.P. – OSÓRIO, M.L. – CARVALHO, I. – FARIA, T. – PINHEIRO, C. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. In *Ann. Bot.*, vol. 89, no. 7, 2002, pp. 907-916. DOI: 10.1093/aob/mcf105

- CHIMENTI, C.A. – PEARSON, J. – HALL, A.J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. In *Field Crops Research*, vol. 75, no. 2-3, 2002, pp. 235-246. DOI: 10.1016/S0378-4290(02)00029-1
- KAGE, H. – KOCHLER, M. – STÜTZEL, H. 2004. Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought stress conditions: measurement and simulation. In *European Journal of Agronomy*, vol. 20, no. 4, 2004, pp. 379-394. DOI:10.1016/S1161-0301(03)00061-3
- KUMAR, R. – SOLANKEY, S.S. – SINGH, M. 2012. Breeding for drought tolerance in vegetables. In *Vegetable Science*, vol. 39, no. 1, 2012, pp. 1-15.
- LAWLOR, D.W. – TEZARA, W. 2009. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. In *Ann. Bot.*, vol. 103, no. 4, 2009, pp. 561-579. DOI: 10.1093/aob/mcn244
- LEVITT, J. 1980. *Responses of plants to environmental stresses*. 2nd ed. Academic Press, New York, 1980, 607 p. ISBN 0-12-445502-6
- LUDLOW, M.M. – CHU, A.C.P. – CLEMENTS, R.J. – KERSLAKE, R.G. 1983. Adaptation of species of *Centrosema* to water stress. In *Aust. J. Plant Physiol.*, vol. 10, no. 2, 1983, pp. 119-130. DOI: 10.1071/PP9830119
- MORGAN, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. In *Annual Review of Plant Physiology*, vol. 35, 1984, pp. 299-319. DOI: 10.1146/annurev.pp.35.060184.001503
- MUNNS, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. In *Plant Cell Environ.*, vol. 25, no. 2, 2002, pp. 239-250. DOI: 10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x
- NISHIHARA, E. – INOUE, M. – KONDO, K. – TAKAHASHI, K. – NAKATA, N. 2001. Spinach yield and nutritional quality affected by controlled soil water matric head. In *Agricultural Water Management*, vol. 51, no. 3, 2001, pp. 217-229. DOI: 10.1016/S0378-3774(01)00123-8
- PEVNÁ, V. 1985. *Listové zeleniny*. 1.vyd. Bratislava: Príroda. 1985, 81 s. ISBN 64-055-85
- PORRA, R.S. – THOMPSON, W.A. – KRIEDEMANN, P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equation for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. In *Biochim. Biophys. Acta*, vol. 975, no. 3, 1989, pp. 384-394.
- WULLSCHLEGER, S.D. – OOSTERHUIS, D.M. 1991. Osmotic adjustment and the growth responses of seven vegetable crops following water-deficit stress. In *Hort. Sci.*, vol. 26, no. 9, 1991, pp. 1210-1212.
- YOUSIF, B.S. – LIU, L.Y. – NGUYEN, N.T. – MASAOKA, Y. – SANEOKA, H. 2010. Comparative studies in salinity tolerance between New Zealand spinach (*Tetragonia tetragonioides*) and chard (*Beta vulgaris*) to salt stress. In *Agricultural Journal*, vol. 5, no. 1, 2010, pp. 19-24. DOI: 10.3923/aj.2010.19.24

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Ján Farkaš, Katedra fyziológie rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko.

Ing. Marek Kovár, PhD., Katedra fyziológie rastlín, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko. tel.: +421 37 641 4440, e-mail: marek.kovar@uniag.sk

VPLYV ELEKTROMAGNETICKÉHO ŽIARENIA NA KLÍČIVOSŤ FAZULE IMPACT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION ON THE GERMINATION OF BEANS

Veronika VARSÍKOVÁ, (SR) – Magdaléna VALŠÍKOVÁ, (SR)

ABSTRACT

The thesis includes clarification of the terms " electromagnetic radiation " and " seed germination „and is aimed research on seed germination of garden beans and consecutive development of the aerial parts . The work consisted of two phases of the experiment. The aim of the study was to compare the differences in the development of wild seed sprouted and sprouted under the influence of electromagnetic radiation , and also point to a positive impact.

KEY WORDS

Germination, magnetic field, electromagnetism

ÚVOD

Prirodzenou súčasťou prírody sú abiotické faktory, ktorú obklopujú, rôzne ju ovplyvňujú, sú v priamej kontinuite vývoja a vývinu všetkého živého, vrátane rastlín. Abiotické faktory na rastliny vplývajú na úrovni elektrónov, iónov, buniek, medzibunkových štruktúr, až napokon na celé organizmy. K najvýznamnejšie pôsobiacim abiotickým faktorom patrí magnetické pole (MP), vo všetkých jeho podobách a úrovniach.

Život, zvláštnu formu pohybu hmoty, definujeme ako dialekticky podmienenú, časovo a priestorovo ohraničenú, s okolím interagujúcu, hierarchicky usporiadanú a evolvujúcu štruktúrne funkčnú jednotu bielkovín a nukleových kyselín, vyznačujúcich sa vlastnými atribútmi (atribútmi živých sústav), princípmi, zákonitosťami a zákonmi, vyvíjajúce sa na základe existujúcich fyzikálnych a chemických procesov, avšak kvalitatívne dosahujúce vyššieho, svojbytného stupňa vývoja hmoty.

Zložky životného prostredia pôsobia v interakcii so živými systémami. V bunkách živých systémov prebiehajú dynamické javy spojené s vratným pohybom iónov. Klasickými teóriami o elektrickej vodivosti bunkových suspenzií sa objasnila skutočnosť, že bunku možno z elektrického hľadiska považovať za vodivé médium (cytoplazma), oddelené od vonkajšieho vodivého prostredia nevodivým dielektrikom membrány. Častým javom v dynamike biologických systémov sú zákony časovo premenných zmien – *oscilácií veličín*, charakterizujúce stav týchto systémov bez pôsobenia vonkajších podnetov. S takýmto druhom oscilácií, ktorý sa od harmonického pohybu kmitavého deja líši v tom, že jeho perióda nebude v nejakej časovej jednotke vždy rovnaká, sa často stretávame pri rôznych biologických dejoch.

MATERIÁL A METÓDY

Spracovaním tejto diplomovej práce je snaha priniesť čo najpresnejšie a vedecké informácie o vplyve elektromagnetického žiarenia na klíčivosť fazule. Počiatočným zbieraním odbornej literatúry a následným selektovaním a sumarizovaním nadobudnutých poznatkov a informácií sú logicky a postupne spracovávané najdôležitejšie informácie. Spolu s výsledkami dvojfázového praktického pokusu nám poskytlí komplexný výsledok. V našich experimentoch sme sa opierali o doteraz známe teórie a exaktné výpovede známe v daných vedných odboroch.

Použitý materiál:

Inka - Fazuľa z firmy SEMO (Česká republika)

Strakatá fazuľa – pôvod firma Semo.. Nezrelé struky majú tmavozelenú farbu, zrelé sú slamovo žlté. Struky majú dĺžku 7-10 cm a obsahujú 4-6 semien. Semená majú na svetlohnedom podklade tmavohnedé mramorovanie. Vegetačná doba je 115 dní. Veľmi úrodná odroda vhodná na konzumáciu za čerstva aj ako suchá fazuľa na varenie.

Zenit - Fazuľa z firmy ZKI (Maďarsko)

Odrodu požívame ako suchú bielu fazuľu. struky majú dĺžku 7 - 8 cm a obsahujú 5 - 6 semien. Je odolná voči chorobám, vegetačná doba je krátka 100 - 110 dní.

Elektromagnetický induktor (Obr.1):

- výroba premenlivého magnetického poľa,
- nízkofrekvenčné impulzné magnetické pole,
- rôzna indukcia, rôzna časová expozícia.

Proces spracovania informácií:

- štúdium príslušnej literatúry (odborná literatúra, vedecké články),
- sumarizovanie a spracovanie informácií podľa danej témy,
- doplnenie práce vlastnými poznatkami zo štúdia,
- použitie výsledkov z výskumu.



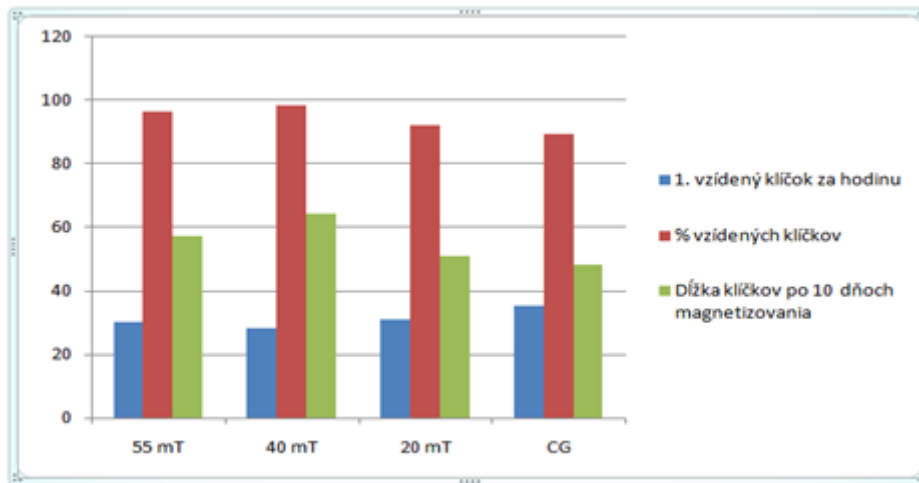
Obr. 1 Elektromagnetická cievka - induktor

VÝSLEDKY

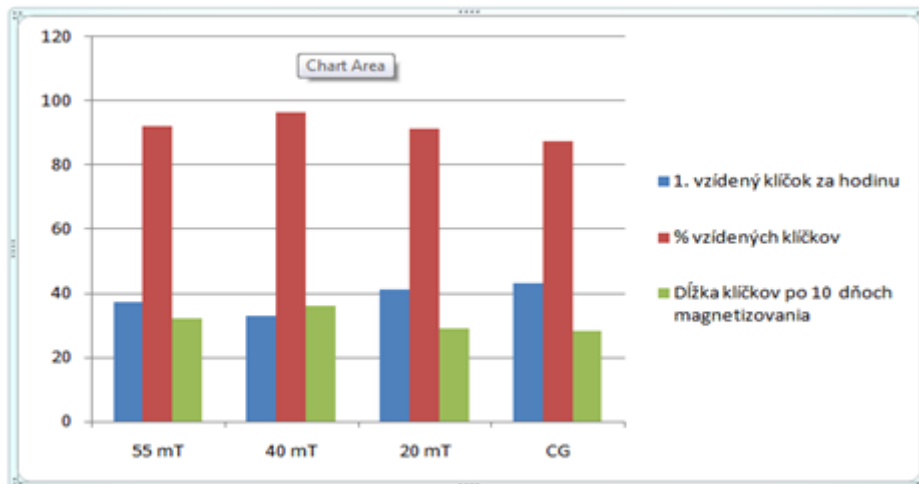
Cieľom našej práce bolo preskúmať možnosť uplatnenia magnetického poľa, pre kvantitatívne a kvalitatívne zmeny vybraných biologických systémov.

V našich výskumoch sme použili 2 odrody osiva fazule záhradnej (obr. 2 – 5). Výsledky našich pokusov po ich komplexnom prehodnotení môžu byť aplikované či už vo forme teoretických, alebo praktických vedomostí a zručností do jednotlivých biologických vedných disciplín, ktoré kladú hlavný dôraz na interakciu živého organizmu s jeho okolitým prostredím. Zamerali sme sa na hlbšie poznávanie javov vybraných biologických systémov pomocou fyzikálneho pôsobenia originálne vyrobenými prístrojmi. V procesoch manipulácie

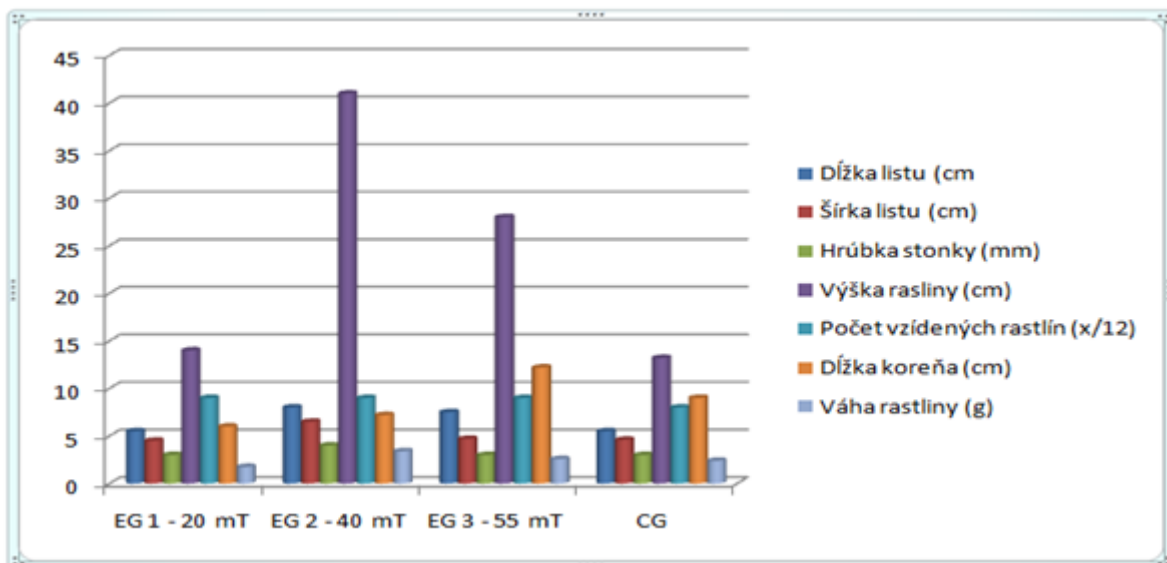
s biologickým materiálom, ako objektom skúmania, sme dodržiavali striktný osobitný metodologický prístup. Rešpektovali sme individuálnosť každého bioobjektu.



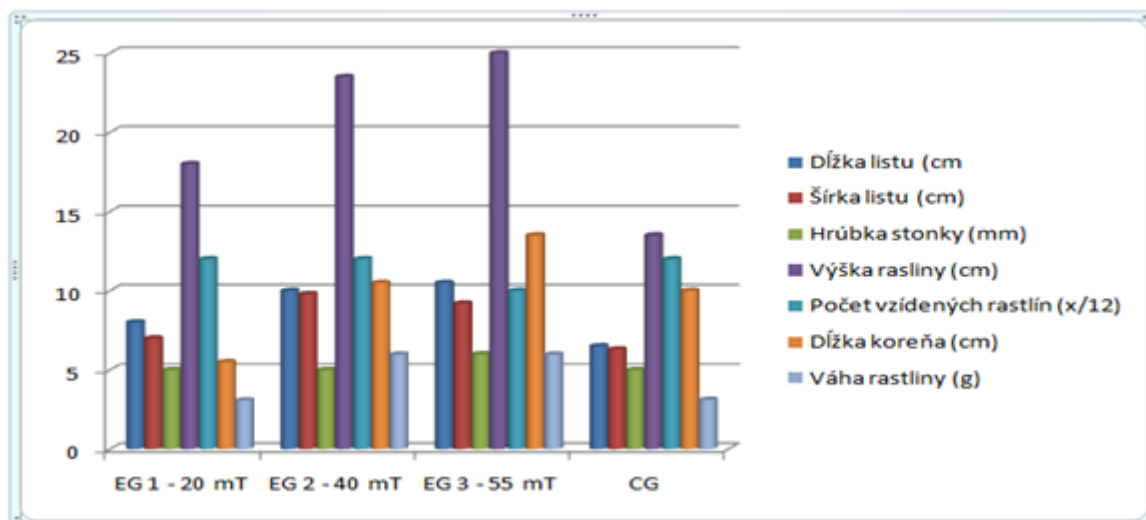
Obr. 2 Vývoj klíčenia osiva odrody *Inka* v Petriho miskách



Obr. 3 Vývoj klíčenia osiva odrody *Zenit* v Petriho miskách



Obr.4 Vývoj a rast nadzemnej časti rastliny odrody *Inka* v pôdnom substráte



Obr.5 Vývoj a rast nadzemnej časti rastliny odrody *Zenit* v pôdnom substráte

DISKUSIA

Vplyv elektromagnetického žiarenia na klíčivosť fazule

Na pokusné účely sme použili semená odrody fazule Inka a Zenit. V laboratórnych podmienkach Katedry zeleninárstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre boli založené dva pokusy. Priemerná teplota počas trvania pokusu bola 25 °C. Semená odrôd fazule boli uložené na filtračný papier Petriho misiek. Do každej misky sme vložili 50 semien v štyroch variantoch a v troch opakovaníach. Po vytvorení vlhkého prostredia zaliatím destilovanou vodou sme Petriho misky prikryli sklenenými viečkami (BACHÁROVÁ, 2013). Kontrolný variant zostal neošetrovaný magnetickým žiarením, ďalšie varianty boli vystavené magnetickému pôsobeniu 20 minút pri intenzite 20,40 a 55 mT (JEDLIČKA, 2012). Ožarovanie sme opakovali každý deň v priebehu 2 týždňov. Pri všetkých variantoch sme denne sledovali dynamiku klíčenia o 7 hodine ráno (GALLAND, P. - PAZUR, 2005). Z každej odrody sme použili 1200 semien fazule.

Pokus č. 2 bol uskutočnený taktiež v laboratórnych podmienkach, avšak osivo fazule sme vysiali do pôdy v 4 rovnakých kontajneroch. Pričom v každom kontajnere boli vysiate obe odrody v počte 12 semien z jednej odrody. Pokus sme realizovali počas 2 týždňov za rovnakých podmienok. V tomto pokuse sme sledovali vývoj nadzemnej časti.

ZÁVER

Experimenty potvrdili pozitívny vplyv elektromagnetického poľa na semená fazúl. Magnetické žiarenie nemalo preukazný vplyv na klíčivosť. Nižšiu klíčivosť ako pri kontrole mali varianty 20 mT a vyššiu varianta 40 mT. Ukázalo sa, že každodenné pravidelné ožarovanie v priebehu dvoch týždňov prinieslo pozorovateľné zmeny na osive. Najvýraznejší pokrok v raste a počte klíčkov mala EG 2, tj 40 mT pri oboch odrodách. Pri sledovaní vývoja nadzemnej časti odrody Zenit bola výška rastliny EG 2 jednoznačne najvyššia, avšak pri odrode Inka to bola EG 3 55 mT (avšak výška bola porovnateľná s EG 2).

ABSTRAKT

Práca zhrňuje objasnenie pojmov „Elektromagnetické žiarenie“ a „Klíčivosť osiva“ a zameriava sa na výskum klíčivosti osiva fazule záhradnej a následný vývoj jej nadzemnej časti. Práca spočívala z dvoch fáz pokusu. Cieľom práce bolo porovnať rozdiely vo vývoji osiva voľne klíčiaceho a klíčiaceho pod vplyvom elektromagnetického žiarenia, a taktiež poukázať najeho priaznivý vplyv.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Klíčivosť, magnetické pole, elektromagnetizmus

LITERATÚRA

BACHÁROVÁ, B., 2013. Vplyv magnetického poľa na klíčenie rajčiaka. *Diplomová práca*. 49 s., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva.

BHARDWAJ, J. - ANAND, A. - AND NAGARAJAN, S. 2012. Biochemical and biophysical changes associated with magnetopriming in germinating cucumber seeds. In: *Plant Physiol. Biochem.* No. 57, pp. 67–73. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.05.008.

GALLAND, P. - PAZUR, A. 2005. Magnetoreception in plants. In: *J. Plant Res.* Vol. 118, pp. 371–389. doi: 10.1007/s10265-005-0246-y.

JEDLIČKA, J. 2012. *Ovocie a zelenina pri prevencii a liečbe ochorení ľudí*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 190 s., ISBN 978-80-552-0859-6.

UHER A. - KÓŇA J. - VALŠÍKOVÁ M. - ANDREJIOVÁ A.: 2009. *Zeleninárstvo – poľné pestovanie*. Vysokoškolská učebnica SPU v Nitre, 212 s., ISBN 978-80-552-0199-3.

KONTAKTNÁ ADRESA

Bc. Veronika Varsíková, KZ, FZKI, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421915 477 230, e-mail: veronika.varsik@gmail.com

Prof. Ing. Magdaléna Valšíková, PhD., KZ, FZKI, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421976414226, e-mail: Magdaléna.Valšíková@uniag.sk

VPLYV VÝŽIVY A HNOJENIA NA KVALITU A KVANTITU RUŽÍČ KARFIOLU IMPACT OF NUTRITION AND FERTILIZATION ON THE QUALITY AND QUANTITY OF CAULIFLOWER INFLORESCENCE MERISTEMS

Peter GOČÁL, (SR) – Anton UHER, (SR) – Ivana MEZEYOVÁ, (SR) – Alžbeta
HEGEDŮSOVÁ, (SR)

ABSTRACT

The aim of this bachelor study was to investigate the effects of nutrition and fertilization with nitrogen on crop yields and quality of inflorescence meristems of cauliflower, vitamin C and nitrate content. We have established a field experiment in 2014 in the area of the Botanical Gardens, Slovak University of Agriculture in Nitra. In the experiment, we investigated the effect of four variants of fertilization to determine the effect of the size of the cauliflower *inflorescence meristems* and overall harvest. The first option was a control-without fertilization, the second variant was used nitrogen calculated 150 kg N.ha⁻¹, the third variant, we applied 200 kg N.ha⁻¹ and 80 kg S.ha⁻¹ and fourth variant nitrogen dose was 250 kg.ha⁻¹. Applied Nutrition we achieved significant increase crop inflorescence meristems cauliflower in all examined variants of fertilization compared with the control treatment without fertilization. The application of nitrogen resulted to an increase in the harvest of cauliflower, with production increasing in the order of variants: 1 < 2 > 3 < 4. The average weight of *inflorescence meristems* shall be increased in order variants: < 4 < 2 < 3. The application of nitrogen resulted demonstrated an increase of vitamin C in the control, while its contents to rise in order variants: 1 < 2 < 3 < 4. The nitrate content raised in order variants: 1 < 2 < 3 < 4, and in none of the variants is not exceeded the maximum permissible limit of nitrate by the Codex Alimentarius of the Slovak Republic.

KEYWORDS

Cauliflower, nitrogen, sulfur, harvest, quality

ÚVOD

Z hľadiska využitia a bohatej zásoby vitamínov a minerálnych látok považujeme hlúbovú zeleninu za veľmi dôležitú súčasť ľudskej obživy. Zaraďujeme medzi ňu karfiol, brokolicu, kapustu hlávkovú (bielu, červenú), kel hlávkový, kel ružičkový a kel kučeravý.

Situácia pestovanie hlúbovín v Slovenskej republike v súčasnej dobe nie je dostatočne uspokojivá (Šlosár, Čekey, 2008).

Medzi najpestovanejšiu hlúbovinu u nás však patrí kapusta hlávková biela. Karfiol, svojim pôvodom pochádzajúci z malej Ázie a Stredomoria, je jednoročnú rastlina a jeden z najstarších druhov zeleniny. Svojou obľúbenosťou a významom z hľadiska výživy jeho spotreba stále stúpa. V nutričnom zložení má vysoký podiel voda, až 91 %, cukry v množstve 4,5 %, bielkoviny 2,5 %, vláknina 1,8 % a nízky podiel tuku, len 0,3 %. Z minerálnych látok sú v karfirole významne zastúpené draslík, fosfor, vápnik, sodík, horčík, ale aj železo a síra. Ďalšou súčasťou sú fytochemické látky, vitamíny (vitamín C, vitamín B12, PP a podobne) (Uher, 2009).

Z hľadiska hnojenia a pestovania, zelenina patrí medzi najnáročnejšie rastliny poľnohospodárskej výroby. Hnojenie zeleniny vyplýva z osevného postupu. Osevným postupom chápeme striedanie plodín na tom istom pozemku počas niekoľkých rokov. Priemyselné hnojivá považujeme za doplnok organických hnojív, inak by sa pôda ochudobňovala o humusotvorné látky a živiny. Rastliny prijímajú dusík v nitrátovej alebo amoniakovej forme. Nedostatok dusíka pri zelenine sa prejavuje pomalým rastom, žltnutím

a blednutím listov, ktoré sa postupne zafarbia do oranžova až červena. Pri hlúbovinách sa objavuje zlá tvorba hlávok a sivozelene sfarbenie listov. Nadbytok dusíka sa väčšinou prejavuje bujným rastom. Pletiva obsahujú málo sušiny a sú riedke. Zelenina je nevhodná na skladovanie a je menej odolná voči chorobám. Dusík je dôležitým prvkom rastu, kvality zeleniny a úrody (Fecenko, Ložek, 2000).

MATERIÁL A METÓDY

Výsev semien karfiolu bol realizovaný 15. mája 2014 na voľné záhony v priestoroch Katedry zeleninárstva FZKI v Nitre. Výsadba priesad na stanovište sa uskutočnila 16. júna 2014. Výmera pokusnej parcely (opakovania) bola 2,25 m², t.j. pri štvornásobnom opakovaní bola výmera 1 pokusného variantu 9 m². V jednom opakovaní sme vysadili 9 priesad karfiolu do sponu 0,5 x 0,5 m. Do pokusu bude vybraná jedna odroda karfiolu CHARLOT F1 CHARLOT F1- je to výborný hybrid pre skoré a pre letné pestovanie na priamy konzum. Má pevné biele, dobré kryté ružice, ktoré majú veľmi zdravé silné olistenie. Svoju kvalitu si udržiava aj za teplého počasia. Tento hybrid je odolný voči žltnutiu ružíc.

Charakteristika odrody: - odolný voči žltnutiu ružíc

- vhodný pre jarne a letné pestovanie

- vegetačné obdobie je 78 dní (www.bejo.cz)

V pokuse sme sledovali vplyv štyroch variantov hnojenia na veľkosť ružíc a celkovú úrodu karfiolu:

1. variant - bez hnojenia (kontrola),
2. variant - hnojenie dusíkom na úroveň 150 kg N.ha⁻¹
3. variant - hnojenie dusíkom na úroveň 200 kg N.ha⁻¹ + 80 kg S.ha⁻¹
4. variant - hnojenie dusíkom na úroveň 250 kg N.ha⁻¹

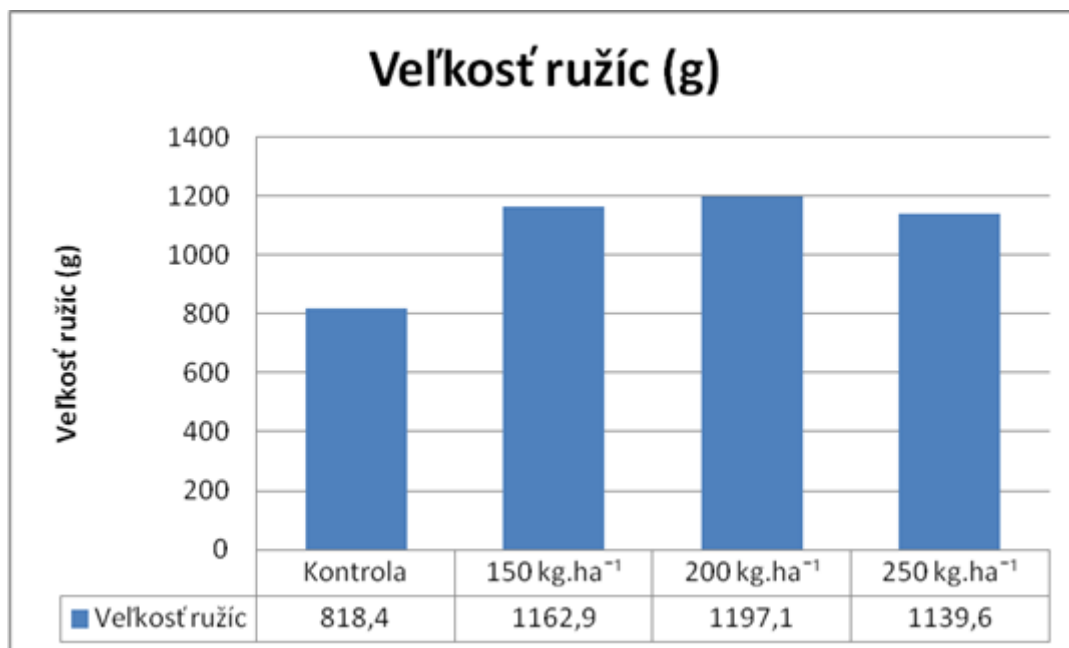
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom bakalárskej práce je zistiť vplyv výživy a hnojenia (množstvo dusíka) na veľkosť úrody, kvalitu ružíc karfiolu, obsah vitamínu C a obsah dusičnanov.

Veľkosť ružíc (g)

Variant	Opakovanie			Veľkosť ružíc (g)	%
	I.	II.	III.		
Kontrola	1092,9	862,6	499,7	818,4	100,00
150 kg N.ha⁻¹	1285,3	1004,9	1198,7	1162,9	142,09
200 kg N.ha⁻¹ + 80 kg S.ha⁻¹	1400,0	1080,0	1111,1	1197,1	146,27
250 kg N.ha⁻¹	1432,6	1066,4	919,9	1139,6	139,25

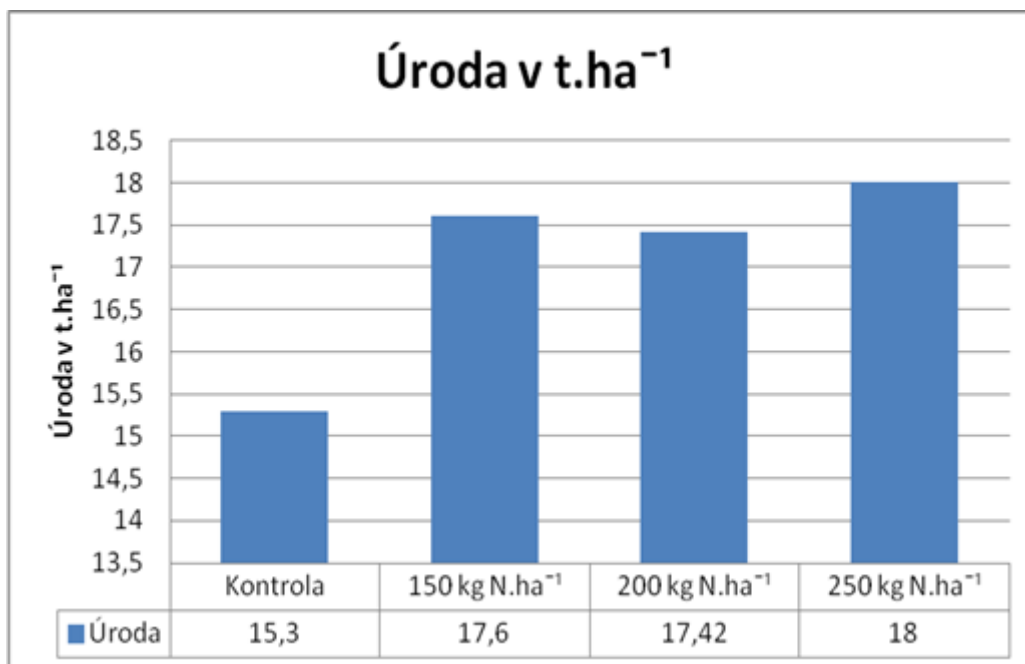
Najvyššiu priemernú hmotnosť ružíc karfiolu sme zaznamenali na variante č. 3, kde dosiahla hodnotu 1197,1 g, čo v porovnaní s kontrolným variantom predstavovalo zvýšenie o 46,27 %. Na variante č.2 sme zaznamenali nárast priemernej hmotnosti ružíc oproti kontrolnému variantu 29,62 % a na variante č.4 bol zaznamenaný nárast veľkosti ružíc oproti kontrolnému variantu o 28,19%. Priemerná hmotnosť ružíc karfiolu sa zvyšovala v poradí variantov: 1(kontrola) < 4 < 2 < 3.



Úroda v t.ha⁻¹

Variant	Opakovanie			Úroda v t.ha ⁻¹	%
	I.	II.	III.		
Kontrola	18,50	14,70	12,70	15,30	100,00
150 kg N.ha⁻¹	18,00	17,00	17,70	17,60	115,03
200 kg N.ha⁻¹ + 80 kg S.ha⁻¹	17,50	17,50	17,25	17,42	113,85
250 kg N.ha⁻¹	19,00	17,50	17,50	18,00	117,65

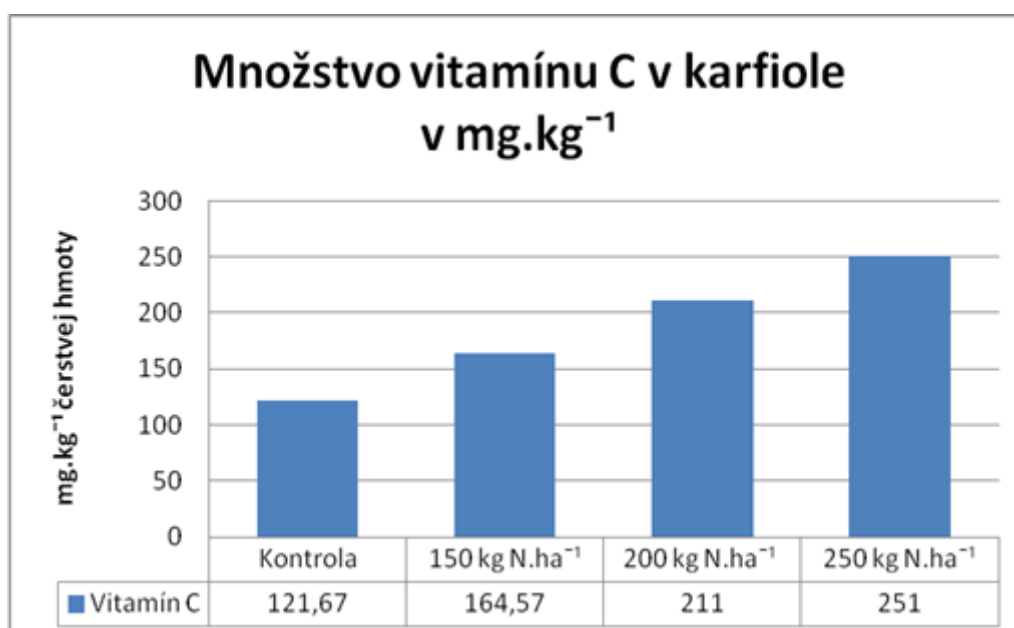
Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme zhodnotiť, že najvyššia úroda karfiolu bola zistená na variante č.4, kde bol aplikovaný dusík v dávke 250 kg.ha⁻¹. Na tomto variante bola zaznamenaná priemerná úroda karfiolu na úrovni 18,00 t.ha⁻¹, čím sme v porovnaní s kontrolným variantom dosiahli vyššiu úrodu o 17,64 %. Na variante č.3 narastala úroda oproti kontrolnému variantu o 12,17 % a na variante č.2 sa úroda zvýšila oproti kontrolnému variantu o 13,068 %. Hnojenie malo pozitívny vplyv na nárast úrody karfiolu, pričom úroda stúpala v poradí variantov: 1(kontrola) < 2 (150 kg.ha⁻¹) > 3 (200 kg.ha⁻¹) < 4 (250 kg.ha⁻¹).



Množstvo vitamínu C v karfirole v mg.kg⁻¹

Variant	Opakovanie			Obsah vitamínu C	%
	I.	II.	III.		
Kontrola	94,0	166,0	105,0	121,67	100,00
150 kg N.ha⁻¹	56,7	138,0	299,0	164,57	135,26
200 kg N.ha⁻¹ + 80 kg S.ha⁻¹	203,0	150,0	280,0	211,00	173,42
250 kg N.ha⁻¹	278,0	325,0	150,0	251,00	206,29

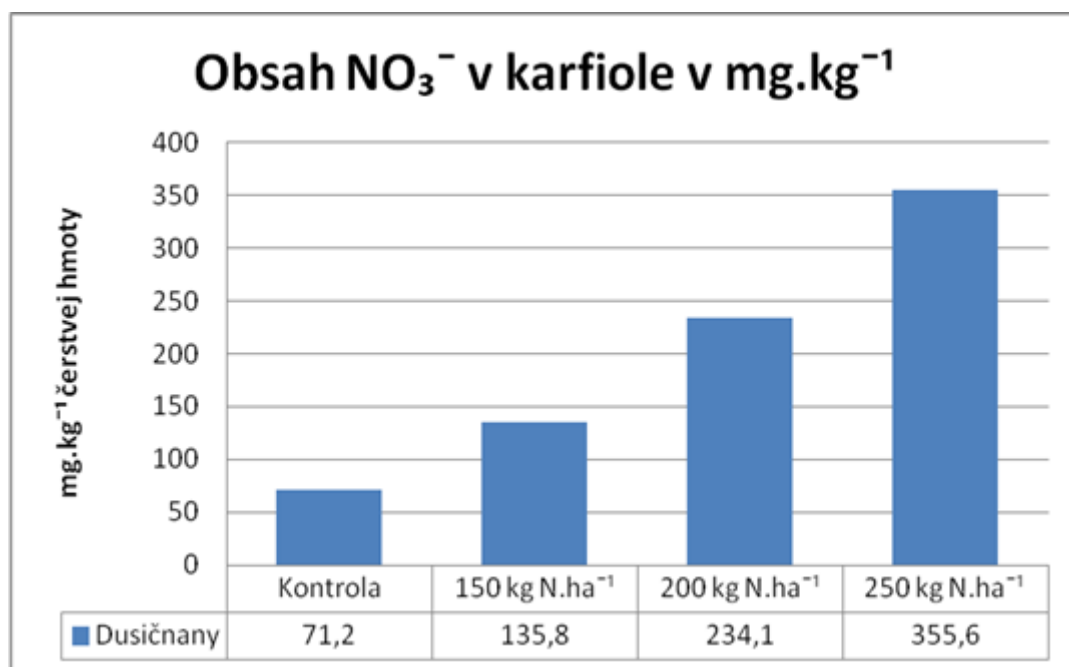
Pri vitamíne C sme dosiahli jeho najvyšší obsah pri variante č.4, kde obsah bol vyšší o 51,53 % oproti kontrolnému variantu. Pri variante č.3 bol obsah vitamínu C vyšší oproti kontrole o 42,34 % a pri variante č. 2 bol obsah vitamínu C vyšší o 26,07 %. Obsah vitamínu C stúpal v nasledovnom poradí variantov: 1 < 2 < 3 < 4.



Obsah NO₃⁻ v karfirole v mg.kg⁻¹

Najvyšší obsah NO₃⁻ sme dosiahli na variante 4, kde obsah bol vyšší až o 79,98 % v porovnaní s kontrolným variantom. Pri variante č.3 bol obsah NO₃⁻ vyšší oproti kontrolnému variantu o 69,59 % a pri variante č.2 bol obsah NO₃⁻ vyšší o 47,57 %.

Obsah dusičnanov v ružiciach karfiolu stúpal v poradí 1 < 2 < 3 < 4.



Variant	I.	Opakovanie II.	III.	Obsah NO ₃ ⁻	%
Kontrola	40,0	61,6	112,0	71,2	100,00
150 kg N.ha ⁻¹	117,0	263,0	27,4	135,8	190,73
200 kg N.ha ⁻¹ + 80 kg S.ha ⁻¹	63,3	161,0	478,0	234,1	328,79
250 kg N.ha ⁻¹	450,0	332,0	285,0	355,6	499,44

ZÁVER

Cieľom bakalárskej práce bolo zistiť vplyv výživy a hnojenia (množstvo dusíka) na veľkosť úrody, kvalitu ružíc karfiolu, obsah vitamínu C a obsah dusičnanov.

Z dosiahnutých výsledkov môžeme urobiť nasledovné závery:

- aplikáciou dusíkatej výživy sme dosiahli zvýšenie úrody ružíc karfiolu na všetkých sledovaných variantoch hnojenia v porovnaní s kontrolným variantom bez hnojenia.
- priemerná úroda ružíc karfiolu sa pohybovala v rozpätí od 15,30 t.ha⁻¹ do 18,0 t.ha⁻¹, pričom stúpala v poradí variantov: 1(kontrola) < 2 (150 kg.ha⁻¹) > 3 (200 kg.ha⁻¹) < 4 (250 kg.ha⁻¹).
Na variante 4 sme dosiahli úrodu vyššiu o 17,64 % v porovnaní s kontrolným variantom.
- priemerná hmotnosť ružíc karfiolu sa pohybovala v rozpätí od 818,4 g do 1197,1 g, pričom sa zvyšovala v poradí variantov: 1(kontrola) < 4 < 2 < 3.

Najvyššiu hmotnosť ružíc sme dosiahli na variante 3, ktorá je vyššia o 46,27 % v porovnaní s kontrolným variantom.

- aplikovanou výživou sme dosiahli zvýšenie obsahu vitamínu C v ružiciach karfiolu na všetkých variantoch hnojenia v porovnaní s kontrolou.

Priemerný obsah vitamínu C stúpala v nasledovnom poradí variantov: 1 < 2 < 3 < 4.

Najvyšší obsah vitamínu C sme dosiahli na variante 4, kde obsah bol vyšší o 51,53 % v porovnaní s kontrolným variantom.

- priemerný obsah dusičnanov v ružiciach karfiolu sa pohyboval v rozpätí od 71,2 mg.kg⁻¹ do 355,6 mg.kg⁻¹, pričom stúpala v poradí 1 < 2 < 3 < 4.

Najvyšší obsah NO₃⁻ sme dosiahli na variante 4, kde obsah bol vyšší až o 499,44 % v porovnaní s kontrolným variantom.

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce bolo zistiť vplyv výživy a hnojenia dusíkom na výšku úrody, kvalitu ružíc karfiolu, obsah vitamínu C a obsah dusičnanov. Založili sme poľný pokus v roku 2014 v areáli Botanickej záhrady Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. V pokuse sme sledovali vplyv štyroch variantov hnojenia na veľkosť ružíc a celkovú úrodu karfiolu, obsah vitamínu C a obsah dusičnanov. Prvý variant bol kontrolný –bez hnojenia, na druhom variante bola použitá dávka dusíka v prepočte 150 kg N.ha⁻¹, v treťom variante sme aplikovali 200 kg N.ha⁻¹ a 80 kg S.ha⁻¹ a v štvrtom variante bola dávka dusíka 250 kg.ha⁻¹. aplikovanou výživou sme dosiahli preukazné zvýšenie úrody ružíc karfiolu na všetkých sledovaných variantoch hnojenia v porovnaní s kontrolným variantom bez hnojenia. Aplikácia dusíka viedla k nárastu úrody karfiolu, pričom úroda stúpala v poradí variantov: 1 < 2 > 3 < 4. Priemerná hmotnosť ružíc sa zvyšovala v poradí variantov: 1 < 4 < 2 < 3. Aplikácia dusíka mala za následok preukázaný nárast vitamínu C oproti kontrole, pričom jeho obsah stúpala v poradí variantov: 1 < 2 < 3 < 4. Obsah dusičnanov narastal v poradí variantov: 1 < 2 < 3 < 4, pričom na žiadnom z variantov nebol prekročený maximálny prípustný limit dusičnanov podľa Potravinového kódexu SR.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Karfiol, dusík, siera, úroda, kvalita

LITERATÚRA

FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra, SPU v spolupráci s Duslom Šaľa a.s., 2000. 452 s. ISBN 80-7137-777-5.

ŠLOSÁR, M. – ČEKEY, N. 2008. Hľubová zelenina – významná časť výživy človeka. In *Záhradníctví*, roč. 12, 2008, č. 8, s. 16-17. ISSN 1213-7596

UHER, A. – KÓŇA, J. – VALŠÍKOVÁ, M. – ANDREJIOVÁ, A. 2009. *Zeleninárstvo (Poľné pestovanie)*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 118 – 119 s. ISBN 978-80-552-0199-3.

Dostupné na internete:
<http://www.bejo.cz/cz/sortiment/sortiment/odr%C5%AFda.aspx?ProductID=PROD16517&GroupID=566>

KONTAKTNÁ ADRESA

Peter Gočál, Oravské Veselé 833, 029 62, Slovenská republika, tel: 0915 03 17 33, email: gocal.peto@gmail.com

prof. Ing. Anton Uher, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/641 4322, email: anton.uher@uniag.sk

Ing. Ivana Mezeyová, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414239, e-mail: ivana.mezeyova@uniag.sk

prof. RNDr. Alžbeta Hegedusová, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414712, e-mail: alzbeta.hegedusova@uniag.sk

VPLYV HNOJENIA NA VÝŠKU ÚRODY BROKOLICE
THE EFFECT OF FERTILIZATION ON CROP YIELDS OF BROCCOLI
Siliva GUBOVIČOVÁ, (SR) – Anton UHER, (SR) – Ivana MEZEYOVÁ, (SR) – Alžbeta
HEGEDŮSOVÁ, (SR)

ABSTRACT

Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) is grown only rarely in Slovakia. The main objective of this bachelor's thesis was to investigate the effects of fertilization on crop yields of broccoli and content of vitamin C in its edible section. The field experiment was conducted in the area of the Botanical garden of SPU in 2014. Broccoli type CORVINA F1 was chosen for this experiment. We investigated the effect of selenium and zinc in three nutrition variants. Acreage of one variant was 9m² and each variant comprised of 4 repetitions. We planted 9 seedlings in each repetition. First one was the control variant - basic fertilization. In second variant, the zinc was applied on level 0, 75 l/ ha. In third variant we applied selenium on level 250 g/ ha. We applied both fertilizers by foliar nutrition. We achieved an increase in the harvest of broccoli and also higher content of vitamin C after we applied the fertilization. The best results, in comparison to the control variant, were achieved in variant 3 where we applied selenium. In this variant we achieved the best yield and also the highest amount of vitamin C.

KEYWORDS

Broccoli, selenium, zinc, fertilization, vitamin C

ÚVOD

Neustále narastajúca životná úroveň kladie čoraz väčší dôraz na zdravú výživu ľudí. Je všeobecne známe, že zelenina je bohatým zdrojom látok, ktoré sú nevyhnutné pre ľudský organizmus. Zo zeleniny sa využívajú rôzne časti z rastliny ako napríklad plod, hlávka, listy. Zelenina obsahuje veľké množstvo vitamínov a to najmä vitamín A,C a skupiny B. Je významná aj z hľadiska obsahu minerálnych látok ako K, Ca, Mg, a Fe a mikroelementy ako Mn, Cu, Se, Zn, Mo a B, ktoré majú pozitívny vplyv na ľudský organizmus vďaka liečivým a dietetickým účinkom. Pre ľudský organizmus sú dôležité aj iné látky, ktoré zelenina obsahuje ako bielkoviny, vláknina, organické kyseliny, pektíny, tuky. Tieto látky pozitívne vplývajú na ľudský organizmus v požadovanom množstve.

Pri konzumácii zeleniny posilňujeme dôležité orgány v tele, podporujeme funkciu žalúdka a čriev, znižujeme riziko vzniku kardiovaskulárnych ochorení.

V našich podmienkach predstavuje hlúbová zelenina jednu s najdôležitejších skupín pestovanej zeleniny. Má mnohostranné využitie na konzumáciu v čerstvom stave ako aj na kuchynské spracovanie, na skladovanie i na konzerváciu. Podiel produkcie hlúbovej zeleniny na Slovensku dosahuje 30 %.

Hlúbová zelenina je významným zdrojom vitamínov, minerálnych látok a vlákniny, ktoré súvisia s prevenciou nádorov. Obsahuje aj veľké množstvo fytochemických látok u ktorých je preukázaná antikarcinogénna aktivita.

Medzi nutrične najbohatšiu z hlúbovej zeleniny patrí brokolica (*Brassica oleracea* var. *italica*), ktorá obsahuje veľké množstvo vitamínu C, A a skupiny B, ďalej vitamín H a K. Najviac vitamínu C a betakaroténu sa nachádza v brokolici, keď sú ružice čo najtmavšie. Brokolica obsahuje 110 mg vitamínu C na 100g čerstvej hmoty. Z hľadiska obsahu minerálnych látok tu má najväčší podiel vláknina, ktorá je nevyhnutná pre zdravé kosti a železo pre správne fungovanie krvného systému.

Je bohatým zdrojom flavonoidu kempferolu, ktorý patrí medzi najsilnejšie antioxidanty a napomáha predchádzať oxidačnému poškodeniu buniek DNA a lipidov. Zabraňuje tvorbe rakovinotvorných buniek znižuje vplyv alergénnych látok.

Brokolica obsahuje mikronutrienty, ktoré sú pre človeka potrebné len v malých množstvách. Jedným z nich je selén, ktorý je významný antioxidant a pôsobí proti vzniku nádorových ochorení, pred negatívnym pôsobením ťažkých kovov.

Slovenská republika sa zaraďuje medzi krajiny s nízkou koncentráciou selénu v pôde čo sa odráža na jeho nízkom obsahu v potravinách a následne aj v ľudskom organizme. Priemerná koncentrácia v rôznych oblastiach SR sa v roku 1993 pohyboval v rozpätí 46 μg/l (URL3).

Pre dosiahnutie požadovanej kvality rastlín je potrebné okrem základného hnojenia dodať jednotlivé živiny aj v priebehu vegetácie. V súčasnosti je najviac využívaný spôsob prihnojovania je aplikácia živín listovou výživou. Hnojivá určené na listovú výživu ú základné makrobiogénne prvky ale aj mikroelementy. Týmto prvkami môžeme dosiahnuť efektívnejšie zhodnotenie makroživín, vyššiu kvalitu produktov, zníženie obsahu nitrátov (URL).

Brokolicu zaraďujeme do prvej alebo druhej trate po hnojení organickými hnojivami. Má podobné požiadavky na pestovanie ako karfiol aj na priemyselné hnojivá, ale nie dusík pretože je citlivá na kumuláciu dusičnanov. Odporúčané dávky živín sú 160-200 kg N.ha⁻¹, 30-40 kg Pha⁻¹, 80-160 kgK.ha⁻¹, 40-60 Mg.ha⁻¹ (Uher a kol. 2009).

MATERIÁL A METODIKA

Výsev brokolice bol realizovaný 28. mája 2014 v priestoroch Katedry zeleninárstva FZKI SPU v Nitre. Výsadba priesad na stanovište bola uskutočnená 2. júla 2014. Výmera jedného opakovania bola 2,25 m², z toho vyplýva že výmera jedného pokusného variantu bola 9 m² a celková výmera 67,5 m². Ochranný pás medzi jednotlivými variantami predstavoval šírku 1 m a vrámci variantov 0,5 m. Každý variant zahŕňal 3 opakovania a vrámci každého opakovania bolo vysadených po 9 priesad v spone 0,5 x 0,5 m.

Do pokusu bola vybraná odroda brokolice COVINA F1, ktorá bola vyšľachtená holandskou firmou Bejo Zaden.

Charakteristika odrody:

- Stredne skorý hybrid
- Vytvára veľké klenuté ružice
- Vhodná pre priemyselné spracovanie a konzum
- Vegetačná doba je 76 dní
- Vhodná pre letné a jesenné zbery

VÝSLEDKY A DISKUSIA

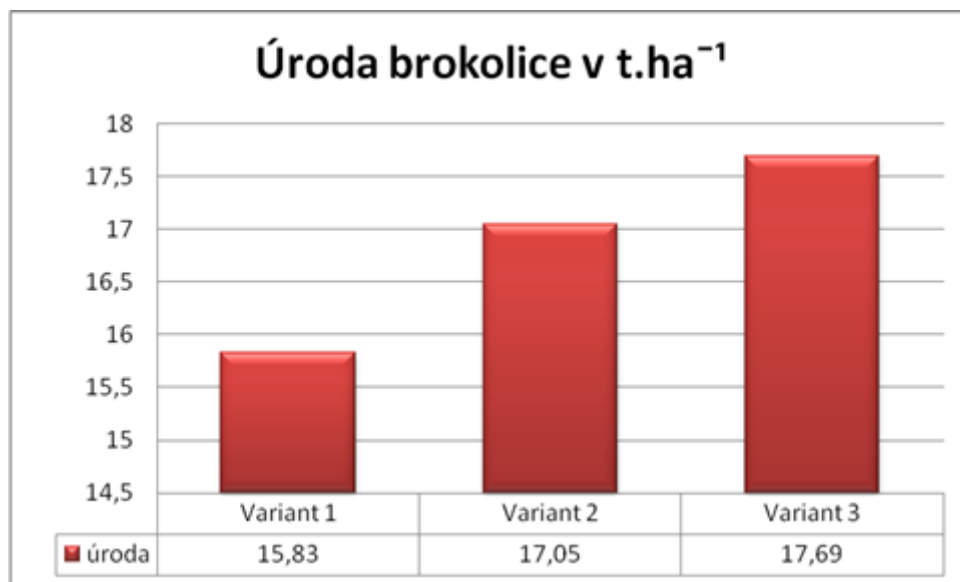
Cieľom výskumnej práce je zistiť vplyv minerálnej výživy (zinok, selén) na úrodu, hmotnosť ružíc a obsah vitamínu C.

Úroda brokolice v t.ha⁻¹

Variant	1.opakovanie	2.opakovanie	3.opakovanie	Priemer	%
1	15,29	15,77	16,24	15,83	100
2	17,2	16,96	16,94	17,05	107,72
3	17,63	17,98	17,37	17,69	111,78

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že najvyššia úroda brokolice bola zistená na variante č. 3, kde bol aplikovaný selén v dáke 250 g/ha. Na tomto variante sme zaznamenali priemernú úrodu brokolice na úrovni 17,69 t.ha⁻¹, čo sme v porovnaní s kontrolným variantom sme dosiahli vyššiu úrodu o 11,75%. Na variante č.2, kde bol aplikovaný zinok sme dosiahli úrodu vyššiu o 7,70%.

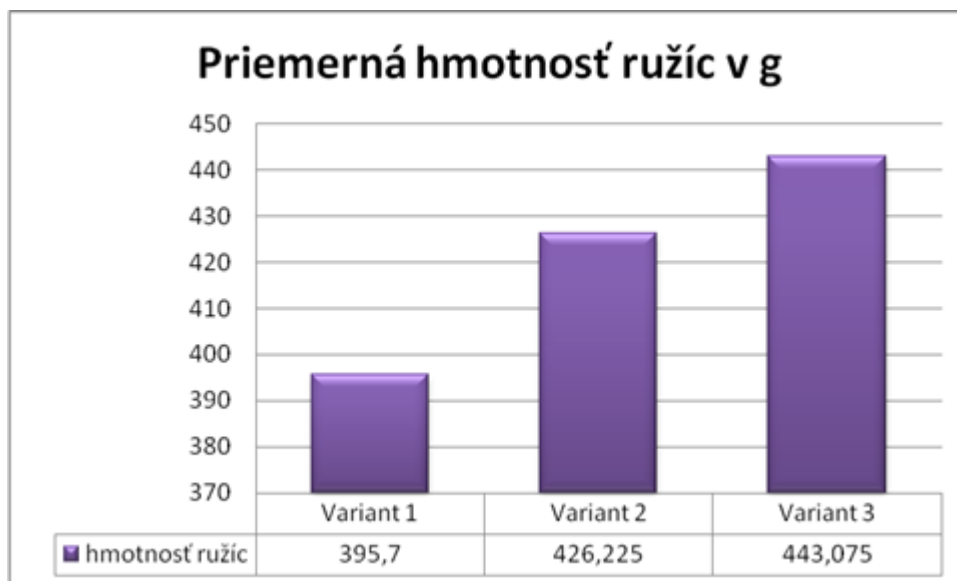
Môžeme zhodnotiť, že aplikácia zinku a selénu jednoznačne viedla k zvýšeniu úrody brokolice.



Priemerná hmotnosť ružíc v g

Varianta	1.opakovanie	2.opakovanie	3.opakovanie	4.opakovanie	Priemer
1	382,3	394,3	406,1	400,1	395,7
2	429,9	423,9	423,5	427,6	426,225
3	440,7	449,6	434,2	447,8	443,075

Najvyššiu priemernú hmotnosť ružíc sme zaznamenali na variante č.3 (Se), kde dosiahla 443,075 g, čo v porovnaní s kontrolným variantom predstavovalo zvýšenie jej úrody o 47,37 g, t.j. 11,97%. Na variante č. 2 (Zn) sme zaznamenali nárast priemernej hmotnosti ružíc o 30,25 g t.j. 7,72% oproti kontrolnému variantu.

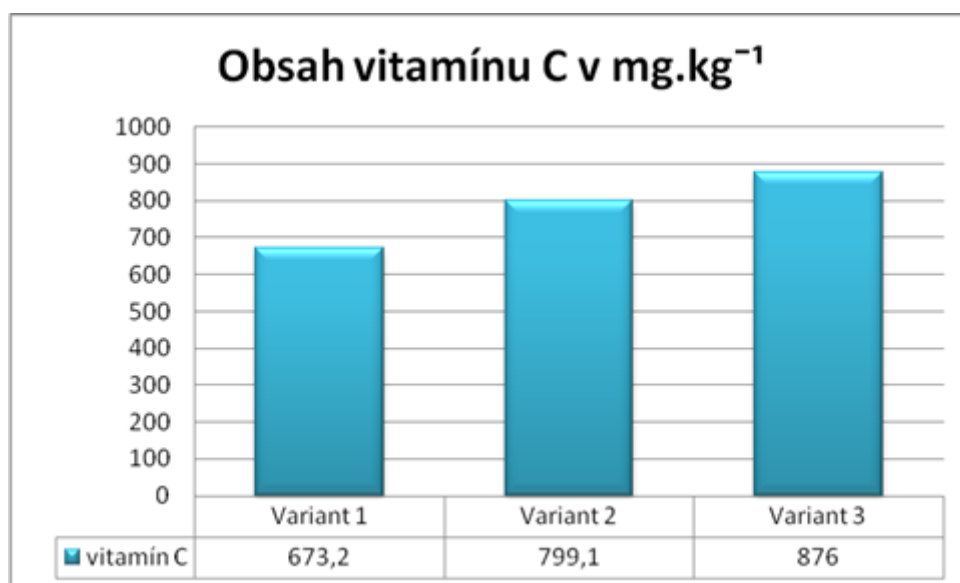


Obsah vitamínu C v mg.kg^{-1}

Variants	1.opakovanie	2.opakovanie	3.opakovanie	Priemer	%
1	659,5	687,4	652,5	673,2	100
2	802,2	796,4	785,7	799,1	118,7
3	881,1	875,2	878,9	876	130,1

Aplikáciou zinku a selénu sme dosiahli zvýšenie obsahu vitamínu C v ružiciach brokolice. Jeho obsah narastal v nasledovnom poradí : 1<2<3.

Na variante č.3 (Zn) sme zaznamenali aj vyšší obsah vitamínu C v hodnote 876 mg.kg^{-1} , čo predstavuje zvýšenie o 30,12 % oproti kontrolnému variantu, kde zistená hodnota bola $673,2 \text{ mg.kg}^{-1}$. Na variante č. 2 sme zistili obsah vitamínu C vyšší o 18,70% v porovnaní s kontrolným variantom. Uher uvádza, že brokolica obsahuje 850-1350 mg vitamínu C na 1 kg čistej hmoty, my sme dosiahli takého hodnoty len na variant č.3



Čekey a Šlosár (2009) vo svojom pokuse s karfiolom po aplikácii dusíkatosírnatej výživy pri odrode Flamenco F1 úrodu vyššiu o 21,5% a pri odrode Amorfa F1 o 25,7% oproti kontrolnému variantu.

ZÁVER

Cieľom výskumnej práce bolo zistiť vplyv minerálnej výživy na výšku úrody a na obsah vitamínu C v brokolici. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme urobiť nasledovné závery:

- Aplikovanou výživou sme dosiahli jednoznačné zvýšenie úrody ružíc brokolice na všetkých variantoch hnojenia oproti kontrolnému variantu .
- Priemerná úroda ružíc brokolice sa pohybovala v rozpätí od 15,83 do 17,69 t.ha⁻¹, pričom narastala v závislosti od poradia variantov: 1 (kontrola) < 2 (Zn 0,75 l.ha⁻¹) < 3 (Se 250 g.ha⁻¹) .Na variante 3 sme dosiahli úrodu vyššiu o 11,75 % v porovnaní s kontrolným variantom.
- Priemerná hmotnosť ružíc brokolice sa pohybovala v rozpätí od 395,7 do 443,075 g, pričom sa zvyšovala v tomto poradí: 1 (kontrola) < 2 (Zn 0,75 l.ha⁻¹) < 3 (Se 250 g.ha⁻¹). Dosiahli sme zvýšenie úrody o 11,97 %.
- Priemerný obsah vitamínu C sa v ružiciach brokolice pohyboval od 673,2 do 876,0 mg.kg⁻¹, v nasledovnom poradí : 1 (kontrola) < 2 (Zn 0,75 l.ha⁻¹) < 3 (Se 250 g.ha⁻¹).
- Aplikáciou selénu a zinku sme dosiahli pozitívne vyššie hodnoty vitamínu C na všetkých sledovaných variantoch oproti kontrolnému viarantu. Najvyšší obsah vitamínu C sme dosiahli na variante 3 , bol vyšší až o 30,12 % oproti kontrolnému variantu.

ABSTRAKT

Brokolicu (*Brassica oleracea* var. *italica*) na Slovensku pestuje pomerne málo. Cieľom výskumnej práce bolo zistiť vplyv hnojenia na výšku úrody brokolice a obsah vitamínu C v konzumnej časti brokolice. Poľný pokus bol realizovaný v areáli Botanickzej záhrady SPU v Nitre v roku 2014. Do pokusu sme vybrali odrodu CORVINA F1.V rámci pokusu sme sledovali vplyv selénu a zinku na troch variantoch výživy.Výmera jedného variantu bola 9m² pričom každý variant zahŕňal po 3 opakovania. V jednom opakovaní bolo vysadených po 9 priesad. Prvý variant bol kontrolný- základné hnojenie. Na druhom variante bol aplikovaný zinok na úroveň 0,75 l/ ha. Na treťom variante bol aplikovaný selén v dávke 250 g/ ha. Selén a zinok sme aplikovali foliárnou výživou na list . Aplikovaním výživy sme dosiahli jednoznačné zvýšenie úrody brokolice ako aj vitamínu C. Na variante 3, kde bol aplikovaný selén sme dosiahli najlepšie výsledky oproti kontrolnému variantu.Tu sa prejavila najvyššia úroda aj obsah vitamínu C.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Brokolica, selén, zinok, hnojenie, vitamín C

LITERATÚRA

- ŠLOSÁR.M.-ČEKEY, N.2008. Hľubová zelenina- významná súčasť výživy človeka. Dostupné na internete : <http://zahradaweb.czhlubova-zelenina-vyznamna-sucast-vyzivy-cloveka/>
- UHER, A. – KÓŇA, J. – VALŠÍKOVÁ, M. – ANDREJIOVÁ, A. 2009. *Zeleninárstvo (Poľné pestovanie)*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. 119-121 s. ISBN 978-80-552-0199-3.
- URL 2. Dostupné na internete : <http://zelovoc.nazdravie.sk/sk/zelenina/brokolica/107/>

URL 3. Dostupné na internete : <http://zahradaweb.cz/hlubova-zelenina-vyznamna-sucast-vyzivy-cloveka/>.

KONTAKTNÁ ADRESA

Silvia Gubovičová, Ľudvika Svobodu 20, Lučenec 98401, Slovenská republika, tel: 0949 769 770, email: silvia.gubovicova@gmail.com

prof. Ing. Anton Uher, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/641 4322, email: anton.uher@uniag.sk

Ing. Ivana Mezeyová, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414239, e-mail: ivana.mezeyova@uniag.sk

prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414712, e-mail: alzbeta.hegedusova@uniag.sk

OBSAH CHLOROFYLU, KAROTENOIDOV A VITAMÍNU C VO VYBRANÝCH MENEJ ZNÁMYCH DRUHOCH LISTOVEJ ZELENINY

THE CONTENT OF CHLOROPHYLL, CAROTENOIDS AND VITAMIN C IN SELECTED LESS-KNOWN LEAF VEGETABLES

Miroslava Hluchová, (SR) - Miroslav ŠLOSÁR, (SR) – Ivana MEZEYOVÁ, (SR)

ABSTRACT

The aim of our research work was to examine the content of antioxidant compounds (chlorophyll, carotenoids, vitamin C) in selected less-known leaf vegetables. The Chinese mustard, garden rocket, mizuna and celtuce are not grown in large-scale production in Slovakia and it is possible to find them rarely in small area of home gardens. However, gained results indicate that Chinese mustard, garden rocket and mizuna are good source of chlorophyll, carotenoids and vitamin C which are known for their important antioxidant properties. The highest carotenoid content (288,3 mg.kg⁻¹ of fresh weight) and chlorophyll a (441,7 mg.kg⁻¹) was found in leaves of Chinese mustard 'RUBY STREAK'. The highest content of chlorophyll b (199,0 mg.kg⁻¹) and vitamin C (792,4 mg.kg⁻¹) was determined in Chinese mustard 'SPICY GREEN'. On the contrary, celtuce was shown as relatively poor source of examined antioxidants in comparison with other tested leaf vegetable species.

KEYWORDS

Less-known leaf vegetables, chlorophyll, total carotenoids, vitamin C

ÚVOD

Listová zelenina bola pestovaná v roku 2013 na ploche 503 ha. Podiel listovej zeleniny predstavoval iba 1,4 % celkovej produkcie zeleniny v roku 2013. Najväčší podiel z celkovej produkcie listovej zeleniny predstavoval špenát (51,7 %), ostatná časť produkcie zahŕňala najmä šalát hlávkový a kapustu pekinskú (Meravá, 2013). Okrem bežne pestovaných druhov listovej zeleniny (špenát, šalát hlávkový) sú v zahraničí veľmi populárne rôzne menej známe druhy listovej zeleniny, napr. mizuna, horčica čínska, roketa siata, šalát špargľový a pod. Oblasťou pôvodu uvedených druhov je prevažne Ázia (Petříková a i., 2012).

Mizuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica*) je zelenina typická pre Japonsko, avšak jej pôvod je v Číne (Petříková a i., 2012). Mizuna vytvára hustú ružicu listov, ktoré sú zároveň jej konzumnou časťou. Mizuna je veľmi cenná najmä pre vysoký obsah vitamín C, vápnika, draslíka a kyseliny listovej. Okrem toho sa vyznačuje nízkym obsahom cukru a je teda vhodná pre diabetikov (Komadelová, 2013). Mizuna sa konzumuje najmä v čerstvom stave vo forme rôznych šalátov alebo sa využíva taktiež ako náhrada za špenát (Petříková a i., 2012).

Horčica čínska (*Brassica juncea* L. Czern.) pochádza pravdepodobne z oblasti južného Tibetu. Konzumnou časťou je ružica svetlozelených listov, ktoré môžu niekedy mať aj fialový až červenkastý nádych (Pekárková, 2014). Komadelová (2013) uvádza, že horčica sa vyznačuje horčičnou chuťou a pikantnosťou, ktorá vzrastá s vekom rastliny. Listy horčice sa vyznačujú taktiež pomerne vysokým obsahom vitamínu C (Pekárková, 2014). V kuchyni sa horčica čínska využíva pri príprave rôznych miešaných šalátov, pričom sa preferujú najmä mladé listy. Staršie listy sa podávajú ako príloha ku kuraciemu alebo bravčovému mäsu (Komadelová, 2013).

Roketa siata (*Eruca sativa*) je u nás známa najmä pod názvom rukola, avšak niekedy sa označuje aj ako eruka. Oblasťou pôvodu rokety siatej Ázia, prípadne oblasť Stredomoria (Uher a i., 2009). Roketa siata vytvára listovú ružicu svetlozelených silne aromatických listov,

ktoré sú jej konzumnou časťou. Listy rukety sa využívajú najmä pri príprave čerstvých šalátov, ktorým dodáva jemne korenistú chuť (Pekárková, 2014).

Šalát špargľový (*Lactuca sativa* var. *angustana*) sa pestuje najmä v oblasti Číny, na menších plochách v USA. Konzumnou časťou šalátu špargľového sú dužinaté stonky zelenobielej farby s priemerom až do 60 mm. Listy sa nevyužívajú, pretože majú vysoký podiel horčiny. Dužinaté stonky sú nakrájané na kolieska a nakladajú sa ako kyslá kapusta (Petříková a i., 2012).

Chlorofyl je základným rastlinným pigmentom v zelených rastlinách. Chlorofyl pozostáva z niekoľkých zložiek, pričom medzi hlavné typy patria chlorofyl a a chlorofyl b (Turkmen a i., 2006). Chlorofyl a jeho deriváty vykazujú antikarcinogénnu a antimutagénnu aktivitu. Okrem toho je príjem chlorofylu odporúčaný pri anémii, strate krvi, rekonvalescencii a regulácii hladiny cholesterol v krvi (Keresteš i., 2011).

Karotenoidy patria medzi významné rastlinné pigmenty, ktoré určujú farbu mnohých druhov zeleniny. Karotenoidy zohrávajú významnú úlohu v prevencii proti viacerým ochoreniam (Gülçin, 2012). Podľa Olives-Barbu a i. (2006) existuje vzájomná korelácia medzi karotenoidmi a redukcii vzniku rôznych druhov rakoviny, kalcifikácii kostí, očným problémom a kardiovaskulárnym ochoreniam.

Vitamín C patrí medzi najvýznamnejšie obsahové látky v zelenine. Ľudský organizmus nie je schopný vytvárať vitamín C, a preto je výlučne odkázaný na jeho príjem vo forme potravy. Vďaka svojim vlastnostiam sa vitamín C zaraďuje medzi veľmi účinné antioxidanty, môže pôsobiť ako antikarcinogén a znižuje riziko kardiovaskulárných chorôb (Šlosár, Ferusová, 2009). Buchanec a i. (2005) uvádza, že vitamín C má dôležitú úlohu v imunitnom systéme, stimuluje leukocyty k zvýšenej degradácii baktérii a vylučovaniu protilátok, podporuje syntézu interferónu, zvyšuje odolnosť organizmu proti chladu.

MATERIÁL A METÓDY

Pokus bol realizovaný na výsevných poličkách Katedry zeleninárstva FZKI SPU v Nitre v roku 2014. Semená šalátu špargľového boli získané v spolupráci s Ústavom zelinárství a květinárství ZF MENDELU so sídlom v Lednici (ČR). Semená rukety siatej a mizuny pochádzali od firmy SEMO a. s. Smržice (ČR). Odrody horčice čínskej 'RUBY STREAK' a 'SPICY GREEN' pochádzali od firmy BOTANICAL INTERESTS Colorado (USA).

Mizuna, roketa siata a horčica čínska boli pestované z priameho výsevu, ktorý bol uskutočnený 28. 8. 2014. Medziriadková vzdialenosť bola v rozmedzí 0,10-0,15 m. Každý druh bol vysiaty do 3 riadkov (3 opakovania), pričom dĺžka riadku bola 2 m. Šalát špargľový bol pestovaný zo sadby. Výsev semien bol realizovaný vo vonkajších priestoroch Botanickej záhrady SPU v Nitre (31. 7. 2014). Výsadba sadeníc šalátu sa následne uskutočnila 25.8.2014, pričom celkový počet rastlín na poličku bol 18 kusov (3 opakovania x 6 rastlín). Spon výsadby bol 0,4 x 0,4 m. Počas pestovania boli porasty nakryté bielou netkanou textíliou, pričom boli pravidelne zavlažované.

Zber jednotlivých druhov listovej zeleniny a analýzy sledovaných obsahových látok boli realizované 10.10.2014. Obsah chlorofylu a karotenoidov bol stanovený spektrofotometricky. Obsah vitamínu C bol stanovený titračnou metódou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom výskumnej úlohy bolo zistiť obsah chlorofylu, karotenoidov a vitamínu C v mizune, horčici čínskej, rokete siatej a šaláte špargľovom.

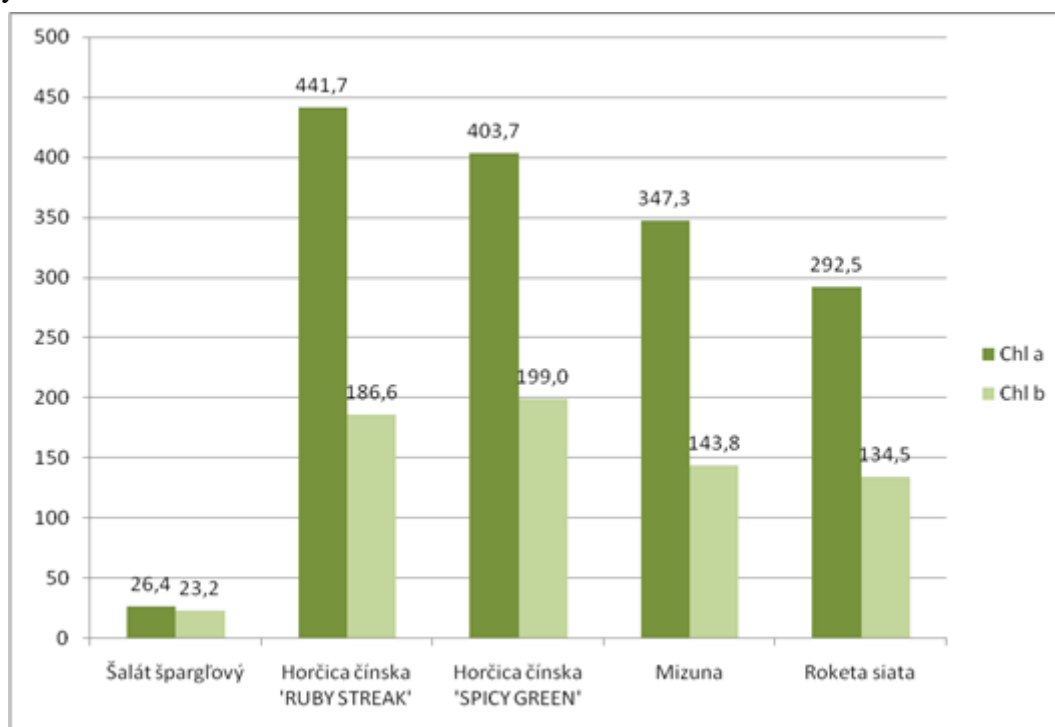
Najvyšší obsah *chlorofylu a* bol zistený v listoch horčice čínskej 'RUBY STREAK' (441,7 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty). Najvyšší obsah *chlorofylu b* bol dosiahnutý u horčice čínskej 'SPICY GREEN' (199,0 mg.kg⁻¹). Podobné hodnoty obsahu chlorofylu v horčici čínskej boli prezentované v práci Duma a i. (2014). Pokluda (2007) uvádza, že obsah chlorofylu v listoch

horčice čínskej je veľmi variabilný v závislosti od odrody, pričom zistil niekoľkonásobne vyšší obsah chlorofylu v rôznych odrodách horčice čínskej v porovnaní s výsledkami dosiahnutými v našom pokuse. Listy rukety siatej a mizuny obsahovali menej chlorofylu v porovnaní s výsledkami, ktoré uvádzajú Tuncay (2011) a Artemyeva a Solovyeva (2006). Najnižší obsah chlorofylu a ($26,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) a b ($23,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) bol zaznamenaný v šaláte špargľovom.

Tabuľka 1 Obsah sledovaných bioaktívnych látok u vybraných menej známych druhov listovej zeleniny

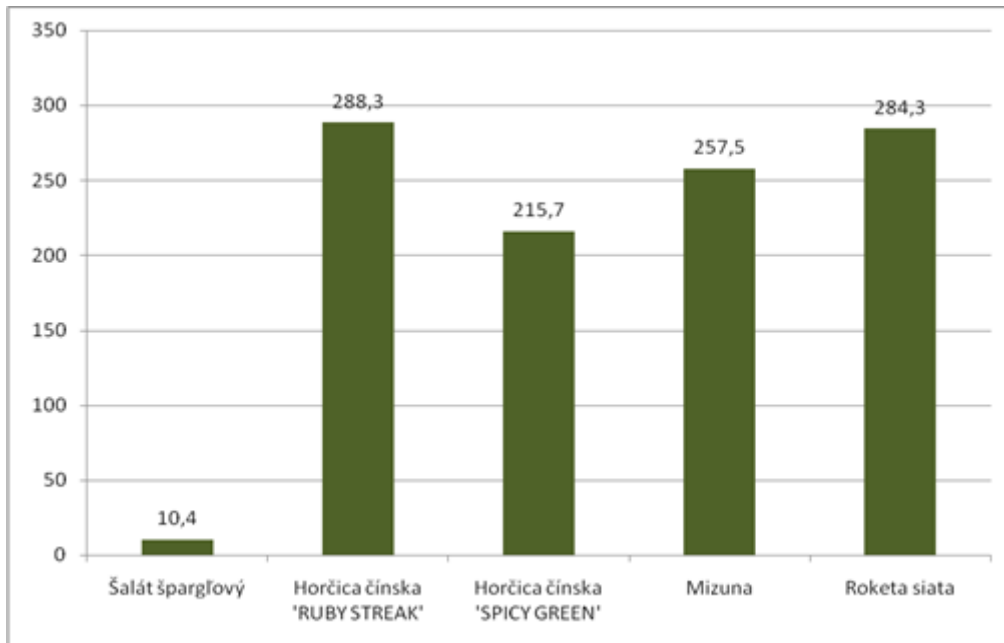
Druh	Chlorofyl a	Chlorofyl b	Karotenoidy	Vitamín C
	mg.kg ⁻¹ čerstvej hmoty			
Horčiča čínska 'Spicy Green'	403,70	199,04	215,7	792,4
Horčiča čínska 'Ruby Streak'	441,70	186,62	288,3	679,0
Mizuna	347,28	143,76	257,5	292,5
Roketa siata	292,46	134,46	284,3	483,7
Šalát špargľový	26,36	23,17	10,4	154,0

Obrázok 1 Obsah chlorofylu v sledovaných druhoch listovej zeleniny v mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty



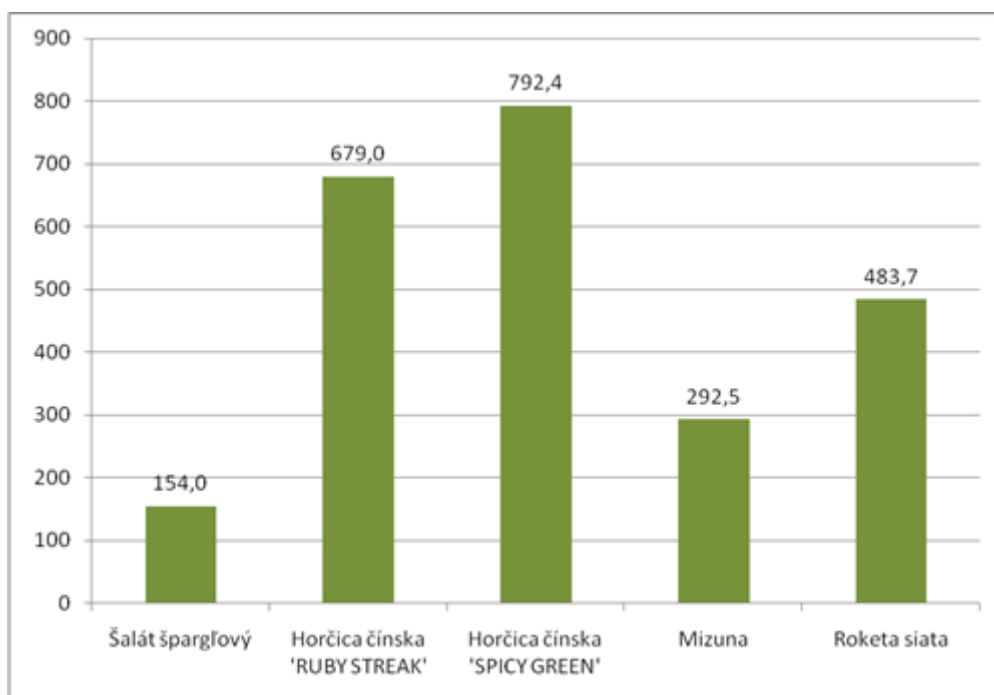
Najvyšší obsah karotenoidov bol taktiež zistený v horčici čínskej – odroda 'RUBY STREAK' ($288,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty), ktorá vytvára listy s purpurovým nádychom. Svetlozelené listy horčice čínskej 'SPICY GREEN' obsahovali menej karotenoidov ($215,7 \text{ mg.kg}^{-1}$). Roketa siata obsahovala takmer rovnaké množstvo karotenoidov ako horčica čínska 'RUBY STREAK' ($284,3 \text{ mg.kg}^{-1}$). Listy mizuny sú taktiež dobrým zdrojom karotenoidov ($257,5 \text{ mg.kg}^{-1}$). Naopak, šalát špargľový je chudobným zdrojom karotenoidov v porovnaní s ostatnými sledovanými druhmi ($10,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty). Artemyeva, Solovyeva (2006) uvádzajú nižší obsah karotenoidov v mizune v porovnaní s výsledkami dosiahnutými v našom pokuse. Naopak, Pokluda (2007) a Žnidarčič a i. (2011) zistili viac ako 2-násobne vyšší obsah karotenoidov v listoch horčice čínskej a rukety siatej v porovnaní s našimi výsledkami.

Obrázok 2 Obsah karotenoidov v sledovaných druhoch listovej zeleniny v mg.kg^{-1} čerstvej hmoty



Najvyšší obsah vitamínu C bol zistený v listoch horčice čínskej 'SPICY GREEN' ($792,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty), nasledovanej horčicou čínskou RUBY STREAK' ($679,0 \text{ mg.kg}^{-1}$), roketou siatou ($483,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) a mizunou ($292,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) a šalátom špargľovým ($154,0 \text{ mg.kg}^{-1}$). Duma a i. (2014) prezentovali vo svojej práci podobný obsah vitamínu C v listoch horčice čínskej ako bol zistený v našom pokuse. Naopak, Artemyeva, Solovyeva (2006) a Acikgoz (2011) zistili vyšší obsah vitamínu C v mizune a rockete siatej, a to približne o 100 mg.kg^{-1} čerstvej hmoty oproti výsledkom nášho experimentu.

Obrázok 3 Obsah vitamínu C v sledovaných druhoch listovej zeleniny v mg.kg^{-1} čerstvej hmoty



ZÁVER

Horčica čínska, roketa siata, mizuna a šalát špargľový sa v SR veľkovýrobne nepestujú a môžeme sa s nimi iba zriedkavo stretnúť na malých plochách v domácich záhradách. Výsledky dosiahnuté v rámci pokusu však naznačujú, že menej známe druhy listovej zeleniny sú veľmi dobrým potenciálnym zdrojom rôznych látok s antioxidantnými účinkami a preto by si mali nájsť širšie uplatnenie z hľadiska pestovania v SR. Najvyšší obsah chlorofylu, karotenoidov a vitamínu C bol zistený v listoch horčice čínskej. Naopak, najnižší obsah sledovaných látok bol zaznamenaný v šaláte špargľovom, ktorý je však zdrojom horčín dôležitých pre podporu trávenia.

Výskumná úloha bola riešená v rámci projektov VEGA 1/0105/14 a KEGA 038SPU-4/2014.

ABSTRAKT

Cieľom našej výskumnej úlohy bolo sledovať obsah vybraných antioxidantov (chlorofyl, karotenoidy, vitamín C) v menej známych druhoch listovej zeleniny. Horčica čínska, roketa siata, mizuna a šalát špargľový sa v SR vo veľkovýrobe nepestujú a môžeme ich iba zriedkavo nájsť na malých plochách v domácich záhradách. Dosiahnuté výsledky však naznačujú, že horčica čínska, roketa siata a mizuna sú dobrým zdrojom chlorofylu, karotenoidov a vitamínu C, u ktorých boli preukázané výrazné antioxidantné vlastnosti. Najvyšší obsah karotenoidov (288,3 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty) a chlorofylu a (441,7 mg.kg⁻¹) bol zistený v listoch horčice čínskej 'RUBY STREAK'. Najvyšší obsah chlorofylu b (199,0 mg.kg⁻¹) a vitamínu C (792,4 mg.kg⁻¹) bol dosiahnutý v horčici čínskej 'SPICY GREEN'. Naopak, šalát špargľový sa preukázal ako pomerne chudobný zdroj chlorofylu, karotenoidov a vitamínu C v porovnaní s ostatnými sledovanými druhmi listovej zeleniny.

KEÚČOVÉ SLOVÁ

Menej známa listová zelenina, chlorofyl, celkové karotenoidy, vitamín C

LITERATÚRA

- ACIKGOZ, Funda Eryilmaz. 2011. The effects of different sowing time practices on Vitamin C and mineral material content for rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* (Mill)). In *Scientific Research and Essays*, roč. 6, 2011, č. 15, s. 3127-3131.
- ARTEMYEVA, A. M. - SOLOVYEVA, A. E. 2006. Quality Evaluation of Some Cultivar Types of Leafy *Brassica rapa*. In *Acta Horticulturae*, vol. 706, 2006, s. 121-128.
- BUCHANEC, Ján - MIKLER, Ján - ĎURDÍK, Peter - ČILJAKOVÁ, Miriam. 2005. Vitamín C – čo o ňom vieme. In *Klinická farmakologie a farmacie*, roč. 19, 2005, č. 1, s. 53-56.
- DUMA, Maria - ALSINA, Ina - ZEIPINA, Solvita - LEPSE, Liga - DUBOVA, Laila. 2014. Leaf Vegetables as Source of Phytochemicals. In *9th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food for Consumer Well-Being" FOODBALT 2014 Conference Proceedings*. Jelgava : Latvia University of Agriculture, s. 262-265. ISSN 2255-9817.
- GÜLÇİN, İlhami. 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. In *Archives of Toxicology*, roč. 86, 2012, č. 3, s. 345-391.
- KERESTEŠ, Ján. a i. 2011. *Zdravie a výživa ľudí*. Bratislava : CAD PRESS, 2011. 1037 s. ISBN 978-80-88969-57-0.
- KOMADELOVÁ, Jana. 2013. Listová zelenina. In *Záhradkár*, roč. 49, 2013, č. 11, s. 74-76.
- MERAVÁ, Eva. 2014. *Zelenina : Situačná a výhľadová správa k 31.12.2013*. Bratislava : VÚEPP, 2014. 50 s. ISSN 1338-8010.
- OLIVES BARBA, A. I. - CÁMARA HURTADO, M. - SÁNCHEZ MATA, M. C. - FERNÁNDEZ RUIZ, V. - LÓPEZ SÁENZ DE TEJADA, M. 2006. Application of a UV-vis

- detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. In *Food Chemistry*, roč. 95, 2006, č. 2, s. 328-336.
- PEKÁRKOVÁ, Eva. 2014. *Zelenina – její pěstování a význam*. Praha: Aventinum, 2014. 255 s. ISBN 978-80-7442-037-5.
- PETŘÍKOVÁ, K. a i. 2012. *Zelenina – pěstování, výživa, ochrana a ekonomika*. Praha: ProfiPress, 2012. 191 s. ISBN 978-80-86726-50-2.
- POKLUDA, Robert. 2007. Morphological and nutritional parameters of Chinese mustard (*Brassica juncea*) in hydroponic culture. In *Horticulture Sciences*, roč. 34, 2007, č. 3, s. 123-128.
- ŠLOSÁR, Miroslav - FERUSOVÁ, Silvia. 2009. Antioxidanty v zelenine. In *Zahradnictví*, roč. 13, 2009, č. 12, s. 20-21.
- TUNCAY, Özlem. 2011. Relationships between nitrate, chlorophyll and chromaticity values in rocket salad and parsley. In *African Journal of Biotechnology*, roč. 10, 2011, č. 75, s. 17152-17159.
- TURKMEN, N. - POYRAZOGLU, E. S. - SARI, F. - VELIOGLU, Y. S. 2006. Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables. In *International Journal of Food Science & Technology*, roč. 41, 2006, č. 3, s. 281-288.
- UHER, Anton - KÓŇA, Ján - VALŠÍKOVÁ, Magdaléna - ANDREJIOVÁ, Alena. 2009. *Zeleninárstvo (Poľné pestovanie)*. Nitra: SPU, 2009. 212 s. ISBN 978-80-552-0199-3.
- ŽNIDARČIČ, Dragan - BAN, Dean - ŠIRCEJL, Helena. 2011. Carotenoid and chlorophyll composition of commonly consumed leafy vegetables in Mediterranean countries. In *Food Chemistry*, roč. 129, 2011, č. 3, s. 1164-1168.

KONTAKTNÁ ADRESA

Miroslava Hluchová, Lúčna 492/11, Moravany nad Váhom, 922 21 Moravany nad Váhom, Slovenská republika, tel.: 0908214116, e-mail: miroslava.hluchova@gmail.com
Ing. Miroslav Šlosár, Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414239, e-mail: Miroslav.Slosar@uniag.sk
Ing. Ivana Mezeyová, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414239, e-mail: ivana.mezeyova@uniag.sk

VPLYV ODRODY NA OBSAH VYBRANÝCH KVALITATÍVNYCH PARAMETROV V BROKOLICI

THE EFFECT OF VARIETY ON THE CONTENT OF SELECTED QUALITATIVE PARAMETERS IN BROCCOLI

Monika ŠTRPKOVÁ, (SR) - Zuzana ZÁHRADNÍKOVÁ, (SR) - Miroslav ŠLOSÁR, (SR) -
Ivana MEZEYOVÁ, (SR)

ABSTRACT

The field experiment was established in the area of Slovak University of Agriculture in Nitra in 2014. We used six broccoli varieties (COVINA F1, LIMBA, MATSURI F1, VERDE CALABRESE, CALABRESE, WALTHAM 29) from different seed producers. In this experiment, the effect of variety to the broccoli quality (content of chlorophyll a and b, carotenoids, vitamin C and nitrates) was examined. Gained results confirmed fact that variety is a significant factor determining quality of grown broccoli. The highest content of chlorophyll a ($96,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ of fresh matter), chlorophyll b ($89,06 \text{ mg.kg}^{-1}$) and carotenoids ($64,83 \text{ mg.kg}^{-1}$) were found in broccoli variety VERDE CALABRESE. The highest vitamin C content in broccoli was determined in variety CALABRESE ($940,2 \text{ mg.kg}^{-1}$). The nitrate content at all examined broccoli varieties was under maximally acceptable limit according to the Food Codex of Slovak Republic (700 mg.kg^{-1} for broccoli and related *Brassica* vegetables). The most significant accumulation of nitrates in broccoli florets was found in variety LIMBA ($681,5 \text{ mg.kg}^{-1}$). According to experimental results, varieties with smaller broccoli florets had higher content of chlorophyll a and b, carotenoids and vitamin C compared to varieties forming larger florets. The average nitrate content was higher at varieties with larger broccoli florets.

KEYWORDS

Broccoli, chlorophyll, carotenoids, vitamin C, nitrates

ÚVOD

Brokolica je v súčasnosti pestovaná v SR na relatívne malých plochách, pričom priemerná zberová plocha pre obdobie rokov 2007-2013 bola 33,1 ha. Vývoj zberovej plochy brokolice mal počas uvedeného obdobia kolísavý charakter, pričom sa jej hodnoty pohybovali v rozpätí od 9 ha (2009) do 79 ha (2012). Na základe štatistických údajov za obdobie 2007-2013 však môžeme konštatovať rastúcu tendenciu zberových plôch brokolice, pričom rozdiel medzi rokmi 2007 (17 ha) a 2013 (40 ha) predstavoval hodnotu 135,3 % (Meravá, 2014).

Brokolica (*Brassica oleracea* var. *italica*) obsahuje veľké množstvo bioaktívnych látok s preukázanou antikarcinogénnou aktivitou, napríklad vitamín C a glukozinoláty. Sú to látky, ktoré môžu jednotlivo alebo spoločne pôsobiť protektívne proti vzniku nádorov (Hollósy, 2004). Výsledky niektorých výskumných úloh naznačujú, že konzumácia brokolice je spájaná s redukciou rizika rakoviny prostaty (Joseph a i., 2004) a pľúc (Spitz a i., 2000).

Brokolica je taktiež dobrým zdrojom prírodných rastlinných pigmentov, najmä chlorofylu a karotenoidov. Chlorofyl je tvorený skupinou viacerých zložiek, pričom medzi jeho hlavné formy patria *chlorofyl a* a *chlorofyl b* (Nisha a i., 2004). Chlorofyl dokáže ľudské telo detoxikovať, pretože na seba viaže rôzne jedovaté látky. Okrem toho chlorofyl zlepšuje prekrvenie organizmu a hojenie rán. V neposlednom rade je bohatým zdrojom horčička, ktorý je dôležitý najmä pre činnosť svalov a vyrovnanie sa so stresovými situáciami (Mikulová, 2013).

Karotenoidy sú tvorené skupinou pigmentov rozpustných v tukoch, pričom majú významnú úlohu z hľadiska prevencie proti rôznym vážnym ochoreniam (Riccioni, 2009).

Karotenoidy sú veľmi účinnými antioxidantmi – chránia organizmus pred pôsobením voľných radikálov (Gülçin, 2012). Olives-Barba a i. (2006) uvádzajú, že vyšší príjem karotenoidov vedie k zníženiu rizika niektorých druhov rakoviny (žalúdok, hrubé črevo, hrtan), vápenatenia kostí, očných problémov, nervových a kardiovaskulárnych ochorení.

Brokolica patrí medzi druhy zeleniny s vysokým obsahom vitamínu C, ktorý je vďaka svojim vlastnostiam charakterizovaný ako veľmi účinný antioxidant. Ľudský organizmus nie je schopný vitamín C syntetizovať, a preto sme odkázaný na jeho príjem vo forme potravy (Keresteš a i., 2011). Vitamín C zohráva významnú úlohu v imunitnom systéme, stimuluje leukocyty k zvýšenej degradácii baktérii a vylučovaniu protilátok a zvyšuje odolnosť organizmu proti chladu (Buchanec a i., 2005). Feiz a Mobarhan (2002) uvádzajú, že prísun dostatočného množstva vitamínu C pôsobí proti baktérii *Helicobacter pylori*, ktorá je považovaná za významný rizikový faktor pri vzniku rakoviny žalúdka. Podľa Iqbal a i. (2004) pomáha vitamín C chrániť organizmus obmedzením tvorby nitrózamínov, ktoré vznikajú z dusičnanov obsiahnutých v mnohých potravinových zdrojoch.

Dusičnany sú prirodzenou zložkou prostredia a nachádzajú sa v pôde, vode ale i rastlinách, kde sú výsledkom fixácie dusíka. K výraznej kumulácii dusičnanov dochádza v prípade nadmerného využívania dusíkatých hnojív, kedy rastliny nie sú schopné využiť aplikovaný dusík a využiť ho pre svoj rast (Mor a i., 2010). Uher a i. (2009) uvádzajú, že brokolica patrí medzi druhy zeleniny so stredne vysokým obsahom dusičnanov (400-1000 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty). Potenciálna toxicita vyššej hladiny dusičnanov spočíva v ich redukcii na dusitany, ktoré vyvolávajú tzv. *methemoglobinémiu*. Methemoglobinémia vzniká oxidáciou hemoglobínového dvojmocného iónu Fe²⁺ na trojmocný ión Fe³⁺ za premeny červeného krvného farbiva hemoglobínu na tmavohnedý methemoglobín, ktorý nie je schopný prenášať kyslík a ľudia, najmä kojenci sa dusia (Sebecic, Dragojevic, 1999). Okrem toho sa môžu vzniknuté dusitany viazať na amíny prítomné v potravinách, výsledkom čoho je vznik nebezpečných nitrózamínov. Nitrózamíny vyvolávajú tvorbu nádorov (takmer všetky orgány okrem kostí), poškodenie pečene (hepatitída) a rôzne iné poruchy (Hegedús a i., 2010).

MATERIÁL A METÓDY

Poľný pokus s brokolicou bol založený v roku 2014 v areáli Botanickéj záhrady SPU v Nitre. Výsev semien bol realizovaný 28. 5. 2014 vo vonkajších priestoroch Botanickéj záhrady SPU v Nitre. Výsadba priesad na experimentálnu plochu sa uskutočnila 2. 7. 2014. Celková pokusná plocha bola 27 m². Pokusná parcelka pre jednu odrodu mala plochu 4,5 m² (3 x 1,5 m). V rámci každého variantu bolo vysadených 18 rastlín (3 opakovania x 6 rastlín) v sponě 0,5 x 0,5 m.

Do pokusu boli zaradené nasledovné odrody brokolice:

CALABRESE

- ✓ obrastajúca odroda pre postupný zber ružíc,
- ✓ rozvetvené stredové ružice majú priemer 8 – 10 cm,
- ✓ bočné ružice sú drobnejšie,
- ✓ pôvod: ZELSEED spol. s r.o. Horná Potôň, ČR (www.zelseed.sk).

COVINA F1

- ✓ špičkový stredne skorý hybrid,
- ✓ veľmi produktívny,
- ✓ veľké klenuté ružice,
- ✓ pre priemysel i konzum,
- ✓ pôvod: BEJO ZADEN BV Warmenhuizen, Holandsko (www.bejo.cz).

LIMBA

- ✓ skorá nehybridná odroda,
- ✓ vhodná pre letné a jesenné pestovanie,
- ✓ nemá sklon k vybiehaniu do kvetu,
- ✓ stredne veľké ružice zelenej farby,
- ✓ vytvára veľa menších ružičiek z bočných výhonov po zbere veľkej centrálnej ružice,
- ✓ vegetačná doba = 85-100 dní,
- ✓ pre priamy konzum, krátkodobé skladovanie a mrazenie
- ✓ pôvod: MORAVOSEED CZ a.s. Mikulov, ČR (www.moravoseed.cz).

MATSURI F1

- ✓ stredne skorá odroda silného vzrastu,
- ✓ vysoká úrodnosť,
- ✓ ružice – tmavozelené, kompaktné,
- ✓ dobre znáša vysoké teploty,
- ✓ čiastočne odolná voči peronospóre,
- ✓ pre priamy konzum, spracovanie i dlhodobé skladovanie,
- ✓ pôvod: OROSCO KFT. Orosháza, Maďarsko (www.orosco.hu).

VERDE CALABRESE

- ✓ klasická odroda stonkového typu,
- ✓ pre postupný zber ružíc,
- ✓ bohato vetvená,
- ✓ stredová ružice má priemer 8 – 10 cm,
- ✓ bočné ružice sú drobnejšie,
- ✓ SEVA-SEED s.r.o. Valtice, ČR (www.prodejosiv.cz).

WALTHAM 29

- ✓ odroda vhodná pre jarne i jesenné pestovanie,
- ✓ vytvára veľa bočných ružíc,
- ✓ modrozelené ružice s dlhým hlúbom,
- ✓ vegetačná doba = 75 dní.
- ✓ pre priamy konzum i mrazenie,
- ✓ pôvod: BOTANICAL INTERESTS Colorado (USA), (www.botanicalinterests.com).

Na základe agrochemického rozboru pôdy (tabuľka 1) boli živiny doplnené na úroveň N : P : K : S = 200 : 40 : 160 : 70 (kg.ha⁻¹). Fosfor a draslík neboli aplikované, pretože ich obsah v pôde prevyšoval zásobu potrebnú pre pestovanie brokolice.

Tabuľka 1 Agrochemická charakteristika pôdy pred založením pokusu

pH/KCl	Obsah živín v mg.kg ⁻¹ pôdy						% humusu
	N _{an}	P	K	S	Ca	Mg	
6,47	19,5 S	86,3 D	498 VV	26,25 S	6610 V	816 VV	3,46 D

Obsah živín: S - stredný; D - dobrý; V - vysoký; VV - veľmi vysoký

Vypočítaná dávka síry, spolu s časťou dusíka, bola doplnená do pôdy vo forme hnojiva DASA 26/13 (26 % N, 13 % S), ktoré bolo aplikované 3 týždne pred výsadbou brokolice. Zostávajúca časť dusíka bola doplnená vo forme hnojiva LAD 27, ktoré bolo aplikované v 2

termínach: 3 týždne po výsadbe (50 % dávky LAD 27) a 6 týždňov po výsadbe (50 % dávky LAD 27).

Konzumné ružice brokolice boli zberané postupne podľa dozrievanie v nasledovných termínoch: 5. 9. 2014, 9. 9. 2014 a 16. 9. 2014. Pre potreby stanovenia sledovaných obsahových látok boli pripravené vzorky z ružíc brokolice zberaných 9. 9. 2014. Priemerná vzorka bola pripravená z 3-4 ružíc brokolice, ktoré boli rozštvrtené a následne 2 protiľahlé časti z každej ružice boli odobraté pre potreby analýz.

Obsah chlorofylu a karotenoidov bol stanovený spektrofotometricky na Katedre zeleninárstva a Katedre ovocinárstva, vinohradníctva a vinárstva FZKI SPU v Nitre. Obsah vitamínu C a dusičnanov bol stanovený chromatograficky (HPLC) na Regionálnom úrade verejného zdravotníctva v Nitre.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom výskumnej úlohy bolo zistiť obsah chlorofylu, karotenoidov, vitamínu C a dusičnanov vo vybraných odrodách brokolice. Obsah sledovaných kvalitatívnych parametrov je uvedený v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Obsah sledovaných kvalitatívnych parametrov v ružiciach hodnotených odrôd brokolice

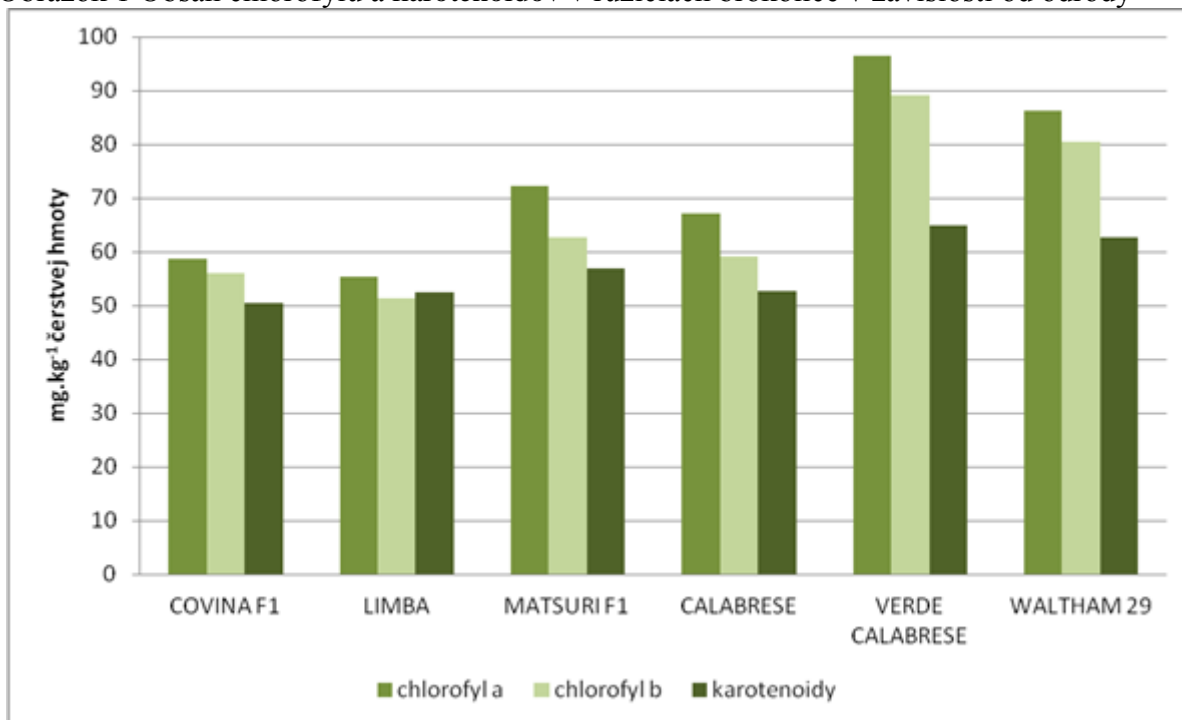
Odroda	Chlorofyl a	Chlorofyl b	Karotenoidy	Vitamín C	Dusičnany
	mg.kg ⁻¹ čerstvej hmoty				
COVINA F1	58,80	55,97	50,54	682,9	612,3
LIMBA	55,43	51,45	52,52	763,9	681,5
MATSURI F1	72,34	62,77	57,03	703,8	640,6
CALABRESE	67,20	59,16	52,76	940,2	594,1
VERDE CALABRESE	96,52	89,06	64,83	816,1	608,2
WALTHAM 29	86,35	80,51	62,72	877,3	580,4
Priemer	72,77	66,49	56,73	797,4	619,5

Odroda VERDE CALABRESE mala najvyšší obsah chlorofylu a (96,52 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty), chlorofylu b (89,06 mg.kg⁻¹) i karotenoidov (64,83 mg.kg⁻¹). Najnižší obsah chlorofylu a (55,43 mg.kg⁻¹) a chlorofylu b (51,45 mg.kg⁻¹) bol zistený pri odrode LIMBA. Odroda COVINA F1 vykazovala najnižší obsah karotenoidov (50,54 mg.kg⁻¹).

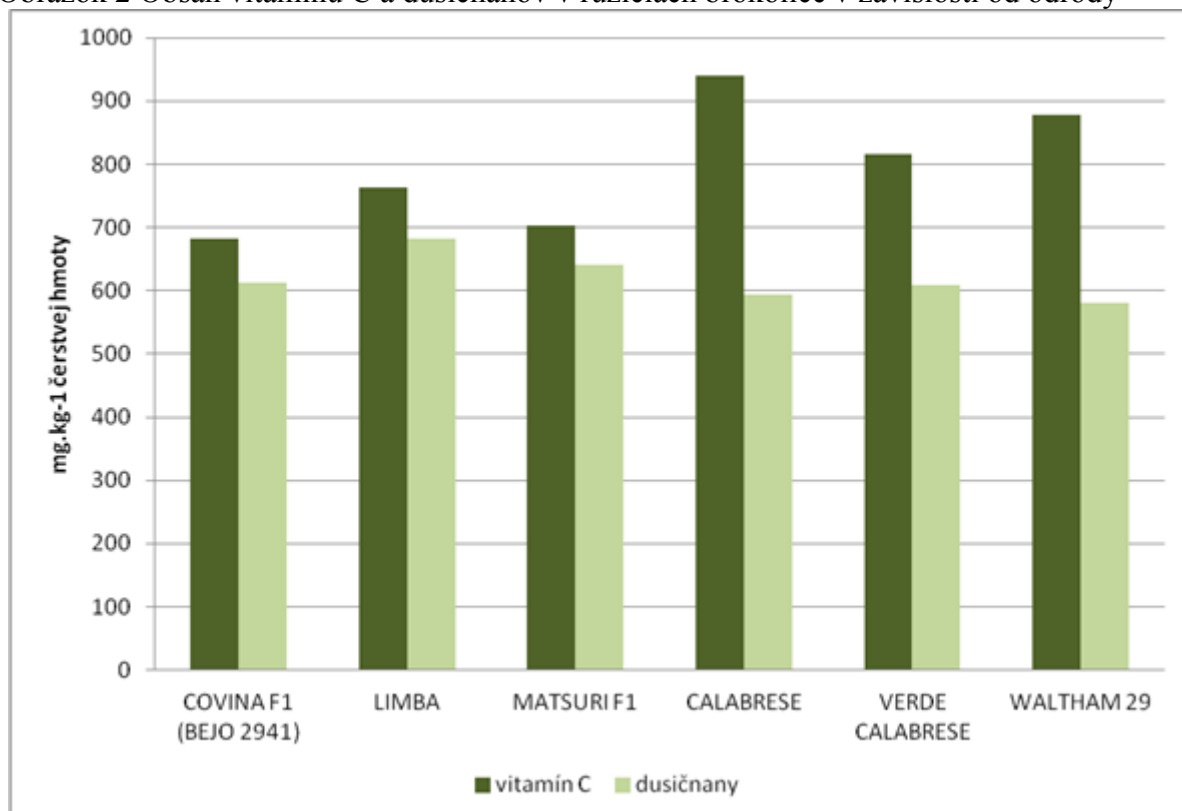
Najvyšší obsah vitamínu C bol zistený pri odrode CALABRESE (940,2 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty). Naopak, najnižší obsah vitamínu C bol zaznamenaný pri odrode COVINA F1 (682,9 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty). Obsah dusičnanov v brokolici bol u všetkých odrôd pod maximálnym limitom podľa Potravinového kódexu SR (700 mg.kg⁻¹ pre hlúbovú zeleninu). Najvýraznejšia kumulácia dusičnanov v ružiciach brokolice bola zistená pri odrode LIMBA (681,5 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty). Naopak, najnižší obsah dusičnanov bol stanovený pri odrode WALTHAM 29 (580,4 mg.kg⁻¹).

Výsledky dosiahnuté v rámci pokusu potvrdzujú fakt, že odroda je významný faktor ovplyvňujúci kvalitu brokolice. Toto tvrdenie bolo konštatované v predchádzajúcich prácach niektorých autorov. Vallejo a i. (2003) pozorovali pomerne veľkú variabilitu obsahu vitamínu C u ôsmich odrôd brokolice, pričom rozdiely zistené medzi jednotlivými odrodami boli v rozpätí od 24 % do 44 %. Podobné výrazné rozdiely boli taktiež prezentované z hľadiska obsahu dusičnanov (Fabek a i., 2012), chlorofylu a karotenoidov (Farnham, Kopsell, 2009) v konzumných častiach brokolice.

Obrázok 1 Obsah chlorofylu a karotenoidov v ružiciach brokolice v závislosti od odrody



Obrázok 2 Obsah vitamínu C a dusičnanov v ružiciach brokolice v závislosti od odrody



ZÁVER

Najvyšší obsah chlorofylu a karotenoidov v ružiciach brokolice bol zistený pri odrode VERDE CALABRESE. Najvyšší obsah vitamínu C v brokolici bol zaznamenaný pri odrode CALABRESE. Najvýraznejšia kumulácia dusičnanov v ružiciach brokolice bola zaznamenaná pri odrode LIMBA, pričom nebol prekročený maximálny limit obsahu dusičnanov podľa Potravinového kódexu SR. Dosiahnuté výsledky potvrdili, že odroda má výrazný vplyv na kvalitu brokolice. Na základe priemerných hodnôt obsahu sledovaných kvalitatívnych parametrov môžeme konštatovať, že odrody s menšími ružicami mali vyšší priemerný obsah chlorofylu, karotenoidov a vitamínu C ako odrody tvoriace väčšie ružice. Priemerný obsah dusičnanov bol vyšší u odrôd tvoriacich väčšie ružice brokolice.

Výskumná úloha bola riešená v rámci projektov VEGA 1/0105/14 a KEGA 038SPU-4/2014.

ABSTRAKT

Poľný pokus bol založený v areáli Botanickej záhrady SPU v Nitre v roku 2014. Do pokusu bolo zaradených 6 odrôd brokolice od rôznych výrobcov osiva (COVINA F1, LIMBA, MATSURI F1, VERDE CALABRESE, CALABRESE, WALTHAM 29). V rámci pokusu sme sledovali obsah chlorofylu a, chlorofylu b, karotenoidov, vitamínu C a dusičnanov v konzumných ružiciach brokolice. Z dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že odroda je výrazný faktor ovplyvňujúci kvalitu dopestovanej produkcie brokolice. Najvyšší obsah chlorofylu a ($96,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty), chlorofylu b ($89,06 \text{ mg.kg}^{-1}$) i karotenoidov ($64,83 \text{ mg.kg}^{-1}$) bol zistený pri odrode VERDE CALABRESE. Najvyšší obsah vitamínu C bol dosiahnutý pri odrode CALABRESE ($940,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty). Obsah dusičnanov pri všetkých odrodách bol pod maximálnym povoleným limitom podľa Potravinového kódexu SR (700 mg.kg^{-1} pre hlúbovú zeleninu). Najvýraznejšia kumulácia dusičnanov v ružiciach brokolice bola zistená pri odrode LIMBA ($681,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ čerstvej hmoty). Na základe priemerných hodnôt obsahu sledovaných kvalitatívnych parametrov môžeme konštatovať, že odrody s menšími ružicami mali vyšší priemerný obsah chlorofylu, karotenoidov a vitamínu C ako odrody tvoriace väčšie ružice. Priemerný obsah dusičnanov bol vyšší u odrôd, ktoré tvorili väčšie ružice brokolice.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Brokolica, chlorofyl, karotenoidy, vitamín C, dusičnany

LITERATÚRA

- BUCHANEC, Ján - MIKLER, Ján - ĎURDÍK, Peter - ČILJAKOVÁ, Miriam. 2005. Vitamín C – čo o ňom vieme. In *Klinická farmakológia a farmacie*, roč. 19, 2005, č. 1, s. 53-56.
- FABEK, Sanja - TOTH, Nina - RADOJČIĆ REDOVNIKOVIC, Ivana - HERAK ĆUSTIĆ, Mirjana - BENKO, Božidar, ŽUTIĆ, Ivanka. 2012. The Effect of Nitrogen Fertilization on Nitrate Accumulation, and the Content of Minerals and Glucosinolates in Broccoli Cultivars. In *Food Technology and Biotechnology*, roč. 50, 2012, č. 2, s. 183-191.
- FARNHAM, Mark W. - KOPSELL, Dean A. 2009. Importance of Genotype on Carotenoid and Chlorophyll Levels in Broccoli Heads. In *HortScience*, roč. 44, 2009, č. 5, s. 1248-1253.
- FEIZ, H. R. - MOBARHAN, S. 2002. Does vitamin C intake slow the progression of gastric cancer in Helicobacter pylori-infected populations? In *Nutrition Reviews*, roč. 60, 2002, č. 1, s. 34-36.
- GÜLÇIN, İlhami. 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. In *Archives of Toxicology*, roč. 86, 2012, č. 3, s. 345-391.
- HEGEDŰS, Ondrej - HEGEDŰSOVÁ, Alžbeta - JAKABOVÁ, Silvia - VARGOVÁ, Andrea - PERNYESZI, Timea - BOROS, Borbála. 2010. Evaluation of an HPLC Method for

Determination of Nitrates in Vegetables. In *Chromatographia*, roč. 71, 2010, č. 9-10, s. 1595-1599.

HOLLÓSY, Monika. 2004. Dajme zelenú brokolici! In *APOTHÉKA – odbornoinformačný štvrťročník pre zákazníkov lekárne*, roč. 4, 2004, č. 2, s. 48-49.

IQBAL, Khalid - KHAN, Alam., KHAN KHATTAK, Muzaffar Ali. 2004. Biological Significance of Acid Ascorbic Acid (Vitamin C) in Human Health – A Review. In *Pakistan Journal of Nutrition*, roč. 3, 2004, č. 1, s. 5-13.

JOSEPH, Michael A. - MOYSICH, Kirsten B. - FREUDENHEIM, Jo L. - SHIELDS, Peter G. - BOWMAN, Elise D. - ZHANG, Yueshang - MARSHALL, James R. - AMBROSONE, Christine B. 2004. Cruciferous vegetables, genetic polymorphisms in glutathione S-transferases M1 and T1, and prostate cancer risk. In *Nutrition and cancer*, roč. 50, 2004, č. 2, s. 206-213.

KERESTEŠ, Ján. a i. 2011. *Zdravie a výživa ľudí*. Bratislava : CAD PRESS, 2011. 1037 s. ISBN 978-80-88969-57-0.

MERAVÁ, Eva 2014. *Zelenina : Situačná a výhľadová správa k 31.12.2013*. Bratislava : VÚEPP, 2014. 50 s. ISSN 1338-8010.

MIKULOVÁ, Katarína. 2013. *Chlorofyl – zelené bohatstvo nielen pre rastliny*. [online]. Dostupné na internete: < <http://www.vitarian.sk/clanky/vyziva/2013/chlorofyl>>.

MOR, Firdevs - SAHINDOKUYUCU, Fatma - ERDOGAN, Neslihan. 2010. Nitrate and Nitrite Contents of Some Vegetables Consumed in South Province of Turkey. In *Journal of Animal and Veterinary Advances*, roč. 9, 2010, č. 15, s. 2013-2016.

NISHA, P. - SINGHAL, R. S. - PANDIT, A. B. 2004. A study on the degradation kinetics of visual green colour in spinach (*Spinacea oleracea* L.) and the effect of salt therein. In *Journal of Food Engineering*, roč. 64, 2004, č. 1, s. 135-142.

OLIVES BARBA, A. I. - CÁMARA HURTADO, M. - SÁNCHEZ MATA, M. C. - FERNÁNDEZ RUIZ, V. - LÓPEZ SÁENZ DE TEJADA, M. 2006. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. In *Food Chemistry*, roč. 95, 2006, č. 2, s. 328-336.

RICCIONI, Graziano. 2009. Carotenoids and cardiovascular disease. In *Current Atherosclerosis reports*, vol. 11, 2009, č. 6, s. 434-439.

SEBECIC, B. - VEDRINA-DRAGOJEVIC, I. 1999. Nitrate and nitrite in vegetables from areas affected by wartime operations in Croatia. In *Food/Nahrung*, roč. 43, 1999, č.4, s. 284-284.

SPITZ, Margaret R. - DUPHORNE, Cherie M. - DETRY, Michelle A. - PILLOW, Patricia C. – AMOS, Christopher I. - LEI LEI - DE ANDRADE, Mariza - XIANGJUN GU – HONG, Waun K. - XIFENG WU. 2000. Dietary intake of isothiocyanates: evidence of a joint effect with glutathione S-transferase polymorphisms in lung cancer risk. In *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, roč. 9, 2000, č. 10, s. 1017-1020.

UHER, Anton - KÓŇA, Ján - VALŠÍKOVÁ, Magdaléna - ANDREJIOVÁ, Alena. 2009. *Zeleninárstvo (Poľné pestovanie)*. Nitra : SPU, 2009. 212 s. ISBN 978-80-552-0199-3.

VALLEJO, Fernando - TOMÁS-BARBERÁN, Francisco - GARCÍA-VIGUERA, Cristina. 2003. Effect of climatic and sulphur fertilisation conditions, on phenolic compounds and vitamin C, in the inflorescences of eight broccoli cultivars. In *European Food and Research Technology*, roč. 216, 2003, č. 5, s. 395-401.

KONTAKTNÁ ADRESA

Monika Štrpková, Jesenského 384, 958 53 Skačany, Slovenská republika, tel.: 0949 586 401, e-mail: monika.strpkova@gmail.com

Zuzana Záhradníková, Cabaj 115, 951 17 Cabaj-Čápor, Slovenská republika, tel.: 0915 215 954, e-mail: zuzka.zahradnikova@yahoo.com

Ing. Miroslav Šlosár, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414261, e-mail: miroslav.slosar@uniag.sk

Ing. Ivana Mezeyová, PhD., Katedra zeleninárstva FZKI SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 037/6414239, e-mail: ivana.mezeyova@uniag.sk