

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 1–4

ZÁHRADNO-ARCHITEKTONICKÉ ZHODNOTENIE HISTORICKÉHO PARKU V HUMENNOM GARDEN-ARCHITECTURAL EVALUATION OF THE HISTORIC PARK IN HUMENNÉ

Pavel HRUBÍK, Erika MŇAHONČÁKOVÁ, Vladimír MATIAS

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The historic object in Humenné is of great historic significance and represents the vista point of the town. It is placed near to the town square. Based on the proposed aims of the research, we focused on the characterization of natural conditions of objective area, its functional exploitation and particularly on the analysis of historic and current state of the park. The analysis of current state was based on terrain screening when detailed list of woody plants composition and its state has been elaborated. In conclusion we have pointed out some of the precautions which are necessary for the maintenance of woody plants state at an appropriate level. The obtained results should emphasize the importance and historic significance of the area and provide a supportive statement for the realization of planned reconstruction.

Key words: historical park, Humenné, woody plants, bosket

Slovensko je veľmi rozmanité vo svojom krajínarskom usporiadani a má i veľa historických parkov, a to v rôznom slohovom i krajínarskom usporiadani, s rozmanitými formami väzieb na okolitú krajinu. Je zaujímavé sledovať vplyv miestnych podmienok na modifikáciu parkových slohov a spôsob i rozsah využitia krajin v kompozícii vlastného parkového interiéru (Tomaško a Supuka, 2003).

Park je syntézou prírodných prvkov, architektúry a umenia, v ktorom sa využíva, obohacuje a vyjadruje bohatstvo a rozmanitosť prírodných podmienok. Ako kultúrny výtvar park tvoria umelo koncipované a realizované spoločenstvá parkových rastlín rôzneho pôvodu, charakteru, požiadaviek a nárokov, ktoré sú špecifické vo svojom výtvarnom i estetickom prejave a tvoria tzv. kultúrne fytocenózy (spoločenstvá rastlín) (Tomaško, 2004).

Materiál a metódy

Metodika pozostávala z krokov – záchytných bodov, ktoré nám napomáhali pri riešení tejto problematiky t. j. konkrétnej práce a ktoré nás dovedli k požadovanému konkrétnemu výsledku a konečnému záveru.

Sú to:

1. štúdium historických a súčasných podkladov a prameňov k riešenej problematike,
2. inventarizácia drevín – kvalitatívne a kvantitatívne zhodnotenie drevín a porastov v parku,
3. zhodnotenie súčasného stavu parku.

Záhradno-architektonické riešenie parku bolo hodnotené jednotliво v súlade s metodikou inventarizácie a klasifikácie. Použili sme sadovnícke hodnotenie podľa Machovca (Machovec, 1987), hodnotenie vitality podľa Pejchala (1995) a zdravotný stav podľa Hrubíka a Tkáčovej (Hrubík a Tkáčová, 2004).

Výsledky a diskusia

Mesto Humenné sa nachádza v severovýchodnej časti východného Slovenska, v juhovýchodnej časti okresu Humenné. Druhé najväčšie mesto historického Zemplína leží v objatí karpatských

vrchov na sútoku riek Laborec a Cirocha a je turistickým východiskom do krajin Východných Karpát.

Historické, spoločenské a kultúrne centrum mesta tvorí pešia zóna na Námestí slobody a renesančný kaštieľ s parkom.

História kaštiele a parku

Renesančný kaštieľ dominuje mestu už niekoľko stáročí. Pravdepodobne už v 12. a 13. storočí stála na jeho mieste stredoveká pevnosť, tzv. vodný hrad. Išlo o jednoduchú blokovú stavbu obohnanú zo všetkých strán vodnou priekopou, ktorú napĺňal nedaleko tečúci Kudlovský potok. Stopy tejto stavebnej činnosti boli objavené počas obhliadky stavby pri rekonštrukčných práciach v roku 1966. Bolo zistené, že obvodové mury východného krídla prekryvajú staršie murivo. Jedinou pamiatkou dodnes pripomínanú stredovekú pevnosť je padací most zachovaný v strede hlavného, južného krídla. Majitelia a možno aj staviteľmi tejto pevnosti boli Pethényiovci (Pečeňovci), prví známi zemepáni vlastniaci Humenné a okolie.

Stavebné obdobie nastáva po roku 1619, keď mestečko a jeho blízke okolie dobyl Gabriel Bethlen. V tomto roku totiž do základov vyhorel starý hrad a na jeho mieste dali Drugethovci, konkrétnie Gabriel Drugeth postaviť veľký reprezentačný kaštieľ. Postupne vznikala veľká budova štvorcového pôdorysu s ústredným dvorom a mohutnými štvorcovými nárožnými vežami, ktoré zaručovali bezpečnosť. Ako spomienka na stredoveký hrad zostal zachovaný padací most pri vstupe do kaštielea.

V období rokov 1715–1729 prebehlo niekoľko väčších či menších opráv, iniciátormi ktorých boli jednotliví majitelia. Do tohto obdobia spadá zamurovanie renesančných arkád a stavba balkóna na južnej strane nádvoria prístupného iba z centrálnych miestností poschodia, ako aj nahradenie časti plochej strechy ukončenej atikou kopulovitou strechou. Jednotný vzhľad dostala budova v roku 1787, keď Štefan Csáky prestaval celú západnú stranu kaštielea.

V druhej polovici 18. storočia bol upravený aj interiér stavby. 19. storočie a noví majitelia úplne zmenili charakter stavby. Kaštieľ prestavali a vznikla pseudoforma francúzskych barokových kaštielov.

Alexander Andrássy, posledný z majiteľov kaštielea, dal smerom k mestu vybudovať francúzsky park a smerom na vý-

chod anglický park s rybníkom, ktorý mal podľa dobových prameňov rozlohu 6 000 uhorských jutár. Vstup do kaštieľa a parku dal vyzdobiť plastikami leva a levice. Na podstavcoch pred kaštieľom ich dopĺňajú erby, vľavo rodu Andrássy a vpravo stylizovaný mestský.

V roku 1947 pri veľkom požiari zhorela pôvodná šindľová strecha kaštieľa. Budova bola provizórne zastrešená. Až v roku 1958 bola schválená investičná úloha na rekonštrukciu kaštieľa. I keď neboli zrekonštruované všetky pôvodné prvky, rekonštrukcia zachovala podobu kaštieľa z čias andrássyovskej prestavby.

Napriek tomu, že historicko-architektonický vývoj a prestavby záhrad a parkov priamo súvisia s historickým vývojom samotných budov, podarilo sa doteraz nazhromaždiť len zopár informácií o parku jeho výzore a jeho premenách, ktoré by nám lepšie napomohli pochopiť fungovanie celého komplexu a vedieť si predstaviť kaštieľ a park v Humennom ako jeden celok, v tom-ktorom vývojovom období.

Podkladom sú tu tieto informácie (výstrížky z úryvkov dobovej tlače, dobovej korešpondencie, či mestských alebo rodiných archívov):

- Posledné desaťročie 17. stor. – naľavo od kaštieľa sa nachádza majer zo šestnástich drevených hospodárskych budov. Pred priečelím kaštieľa sa rozkladala panská záhrada, v ktorej sa však nepestovali polnohospodárske plodiny. S ňou susedila vodná priekopa, využívaná na chov rýb. Nedaleko od kaštieľa bola ďalšia veľká záhrada, v ktorej pestovali kapustu a inú zeleninu. V mestečku na brehu Laborca sa rozprestiera záhrada s ovocnými stromami. Oproti nej na druhej strane rieky stál kamenný panský pivovar.
- Prvá polovica 18. stor. – súčasťou mesta bol aj prosperujúci panský majer. K majeru patrili takisto štyri veľké záhrady pri kaštieli, pri kláštore, v mestečku a pri Laborci, kde panstvo pestovalo predovšetkým ovocné stromy a kvety.
- Koniec 18. stor. – okrem usadlostí vlastnil gróf Csáky na svojich majetkoch aj park, kapustné pole, konopné pole.
- Posledné dve desaťročia 18. stor. – najvýznamnejšie úpravy sa týkali zriadenia rozsiahlych módnych parkov obidvoma zemepánmi. Najprv postavil svoj záhradný komplex s letohrádkom gróf Henrich Van Dernáth a pomenoval ho podľa seba Heinrichs-Ruhe, po ľom zriadil podobný park s letným oddychovým sídlom aj Štefan Csáky a nazval ho Stephans-Ruhe. Keďže Van Dernátov park mal lepšiu polohu i väčšiu rozlohu, musel napokon gróf Štefan Csáky kúpiť od Van Dernátha na stavbu svojej záhrady s letohrádkom nedaleko majera niektoré jeho budovy za 500 zlatých. Jeho park sa však rozprestieral blízko majera a slamené strechy budov záhradných stavieb predstavovali nebezpečenstvo vypuknutia požiaru.
- Časť kaštieľa s dvojakou strechou symbolizuje rozdielne názory dvoch vznešených rodín. Tá časť, ktorá ma tvar hradu, je majetkom grófa Antona Csákyho. Časť kaštieľa s francúzskou strechou je majetkom členov rovzvetvenej grófskej rodiny Vandernátovej. Momentálne ani jeden jej člen tu nebýva. Napriek tomu je táto časť kaštieľa najlepšie udržiavaná. Ku kaštieľu patria dve záhrady. Jedna je v bezprostrednej blízkosti kaštieľa. Je to záhrada vo francúzskom štýle, udržiavaná v plnej kráske. Je v nej veľa pravidelné strihaných stromoradí, ktoré majú vetvami zastrešené podchody. Je v nej tiež prírodné letné divadlo. Z hrabov pestovaných na prírodný spôsob je vytvorené javisko. Lóže tvoria okrúhly priestor s priemerom 30 krokov. Konáre, spojacie sa s ďalšími skupinami a jednotlivými stromami vytvárajú jeden obrovský

tvar v podobe krinolíny. Medzi stromami vyniká niekoľko stôrok stará tuja s obvodom 36 krokov. Z článku humenského rodáka Viktora Matolaya, ktorý bol v tej dobe notárom v Humennom.

- Prvá polovica 19. stor. – viaceré opravy a stavebné zásahy v tomto období sa týkali väčšinou interiérov, parkov, či objektov na majeroch, a tak vonkajší vzhľad budovy nezmenili. V záhradách pribudli nákladné módne skleníky s exotickými rastlinami. Panskí záhradníci v nich bežne pestovali ananásy, rôzne citrónovníky, pomarančovníky, figovníky a iné citrusové rastliny, ibišteky, vždy zelené ruže, vavrínky, rozmarín, ako aj ďalšie cudzokrajné dreviny a kvety.
- Druhá polovica 19. stor. – Alexander Andrássy, posledný z majiteľov kaštieľa, dal smerom k mestu vybudovať francúzsky park smerom na východ anglický park s rybníkom. Vstup do kaštieľa a parku dal vyzdobiť plastikami leva a levice.

Súčasnosť kaštieľa

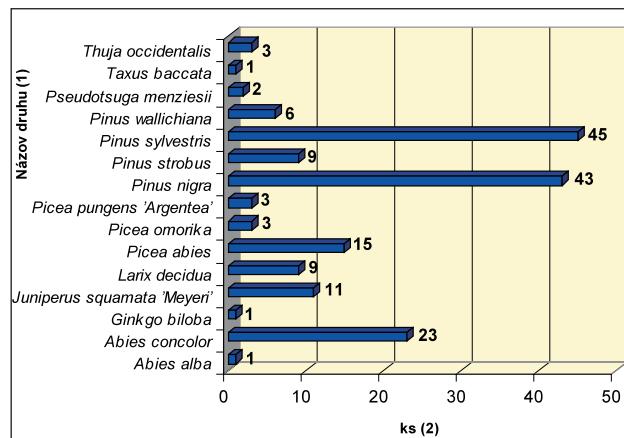
Dnes je sídlom Vihorlatského múzea a jeho návštěvníci si môžu prezrieť v jeho priestoroch expozície:

- umelecko-historická expozícia (vznikla v roku 1971, dnešnú podobu dosiahla v roku 1987),
- expozícia ľudovej architektúry a bývania s 15 objektmi (vznikla v roku 1984) – skansen,
- prírodovedná expozícia (sprístupnená v roku 1990),
- najmladším prírastkom je stála výstava „Z dejín Rómov na Slovensku“.

Zhodnotenie súčasného stavu parku

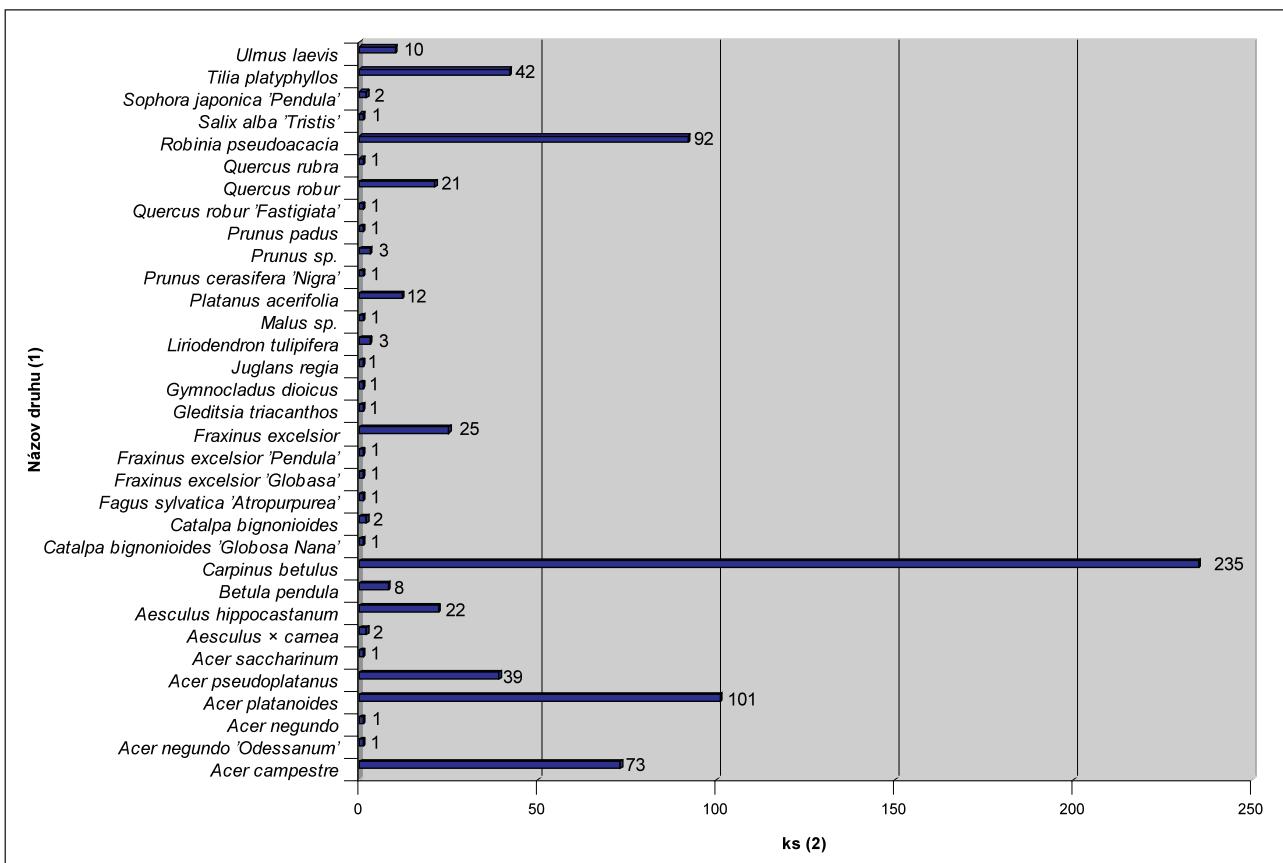
Stav parku bol pred znárodením v 40. rokoch 20. stor. vo veľmi dobrom stave. Bol pravidelne udržiavaný a mal vlastného záhradníka. Posledným grófskym záhradníkom bol p. Sabo z Humenného. V roku 1947 postihol kaštieľ ničivý požiar, počas ktorého bolo rozkradnutých, zničených a stratených mnoho cenných vecí, či už sa to týkalo mobiliáru, alebo iných cenností.

Park až do 90. rokov 20. stor. bol neustále zmenšovaný o individuálnu bytovú výstavbu, o Kudlovskú školu, o bytovú jednotku Pod stráčou nôžkou, o výstavbu garáži, o areál technických služieb, o územie zabrané skansenom a amfiteátrom, a o najväčšiu plochu, ktorú zabraňa budova Mestského kultúrneho strediska. V neposlednom rade posunutie hranice pri vstupe do parku smerom do vnútra parku, z dôvodu zváčšovania námestia a zhromažďovacej plochy pred Mestským kultúrnym strediskom.



Obrázok 1 Zastúpenie ihličnatých drevín v parku

Figure 1 Representation of coniferous trees in the park
(1) genus of coniferous trees, (2) number



Obrázok 2 Zastúpenie listnatých drevín na území parku

Figure 2 Representation of broadleaved trees in the park
(1) genus of broadleaved trees, (2) number

Boli to necitlivé kroky, ktoré rázne zasiahli do celkového vzhľadu parku a aj do samotnej drevinovej a bylinnej skladby.

V parku boli vytvorené neopodstatnené a násilné terénné úpravy. Bolo zavezené jazierko (rybník), ktoré malo zabezpečiť prítok vody z nedalekých skleníkov a tie zas zo studne, a takto prirodzene udržiavalo vlahu v pôde parku, čo po dlhej desaťročia znamenalo pravidelný prísun vlahy pre drevinovú skladbu v jeho blízkosti. Postupne bola prikrytá a zeminou zavezená čiastočná časť potoka pretekajúceho cez park, čo v neposlednom rade spôsobilo opäť úbytok vlahy v parku. Takéto radikálne zásahy do prirodzeného, ale aj umelo vytvoreného kolobehu vody v parku nenechali na seba dlho čakať a odzrkadlili sa na stave niektorých stromov a krovínových porastov a v neposlednom rade aj na stave lúčnych plôch a trávnikov parku.

Dendrologické zhodnotenie súčasného stavu parku bolo spracované na základe vykonanej inventarizácie. Vlastné prieskumné práce v teréne sa uskutočnili v mesiacoch september 2006 – máj 2007.

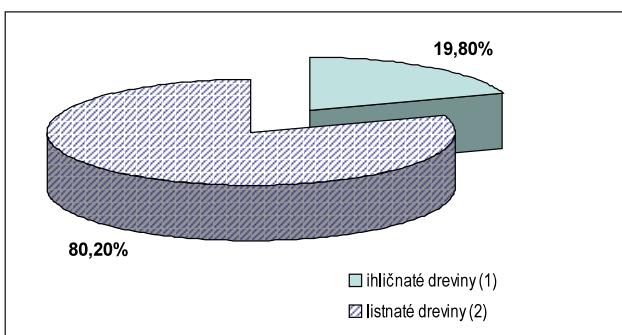
Prieskumom drevín bolo vyhodnotených 883 stromov. Z ihličnatých drevín sa na území parku najviac nachádzajú už krásne jedince *Pinus sylvestris* (obrázok 1) a z listnatých drevín v najväčšej mieri *Carpinus betulus* (obrázok 2).

Hraby sú v parku využité na vytvorenie bosketov. Na riešenom území sú zastúpené počtom 708 ks listnaté dreviny, čo znamená 80,2%. Ihličnaté dreviny sú zastúpené počtom 175 ks (19,8%) (obrázok 3).

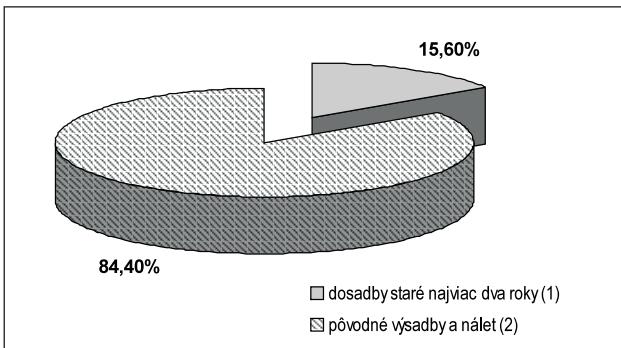
V parku sa nachádzajú dreviny z náletu a dreviny invázne, prudko sa rozširojujúce v danom prostredí bez prírodného nepriateľa. Tieto dreviny sú ponechané v parku a po určitom čase svojho vývinu dosahujú polovičné až konečné rozmery, kedy už fažie určí ich obdobie výsadby a teda aj vhodnosť umiestnenia v parku. Väčšinou sú to dreviny, ktoré bránia rastu pôvodne, zámerne vysadeným drevinám v parku a tak znižujú ich spoločenskú hodnotu a mnohokrát aj zdravotný stav a samotnú nasledujúcu existenciu v parku. Ide väčšinou o druhy rodu *Acer*, *Fraxinus* a *Robinia*.

Na základe podrobnej inventarizácie sme zistili, že dosadby, ktoré sa uskutočnili v posledných dvoch rokoch predstavujú 15,6 %. Park je v súčasnosti bohužiaľ aj miestom už vyschnutých drevín, ktoré odumreli buď prirodzene, alebo už nevydržali nápor klimatických zmien vo vodnom kolobehu v parku.

Dosadba jestvujúcich drevín nie je vždy vhodne zvolená a umiestnená, napriek tomu, že ide o historický park s presne



Obrázok 3 Zastúpenie listnatých a ihličnatých drevín
Figure 3 Percentual representation of coniferous and broad-leaved trees
(1) coniferous trees, (2) broadleaved trees



Obrázok 4 Zastúpenie vysadených drevín v parku
Figure 4 Representation of planted woody plants in the park
(1) trees planted in last two years, (2) original and self-seeded trees

zadefinovaným záhradno-architektonickým slohom v ktorom vznikol, a v ktorom by sa mal ďalej udržiavať (obrázok 4).

Záver

Historická parková zeleň je v súčasnosti negatívne ovplyvnená absenciou dlhorocnej údržby, nejasnej a nevypracovanej konceptie valorizácie, revitalizácie a rekonštrukcie.

Historický park v Humennom má svoje kultúrne dedičstvo a preto sa musí chrániť. Výsledky poukazujú na potrebu vykonať v čo najkratšom čase také opatrenia, ktoré by mohli udržať zdravotný stav drevín na primeranej úrovni a tiež uchovať vzácnosť druhov. Výsledky majú poukázať na dôležitosť a historický význam areálu a zároveň poslúžiť ako podklad pri realizácii plánovanej rekonštrukcie.

V záujme záchrany sa musí podporovať i výskum, šírenie informácií a iniciatíva pre ochranu a kontrolu údržby historickej záhrad a parkov.

Súhrn

Historický objekt v Humennom má veľký historický význam a pre mesto je dominantou, ktorá sa nachádza v blízkosti námestia. Na základe stanovených cieľov práce sme sa zamerali

na charakteristiku prírodných pomerov predmetného územia, jeho funkčného využitia, ale hlavne na analýzu historického i súčasného stavu parku. Zistovanie súčasného stavu sme založili na terénnom prieskume, pričom sme spracovali podrobny zoznam drevinového zloženia a jeho stavu. Výsledky poukazujú na opatrenia, ktoré by mali udržať stav drevín na primeranej úrovni. Spracované výsledky majú dať po vedomia dôležitosť, historický význam areálu a majú poslúžiť ako podklad pri realizácii plánovanej rekonštrukcie.

Literatúra

- Kľúčové slová:** historický park, Humenné, dreviny, boscety
FEDIČ, V. 2002. dejiny Humenného. Humenné : REDOS, 2002. 465 s. ISBN 80-968790-4-9.
FEDIČ, V. 2004. Víziu meníme na skutočnosť. In Múzejné noviny. Humenné : Vihorlatské múzeum v Humennom, 2004, s. 1.
GUZEJ, J. – FRANCÚZ, J. 1993. Humenné. Prešov : Cuper, 1993, 96 s. ISBN 80-901139-2-3.
HRUBÍK, P. – TKÁČOVÁ, S. 2004. Inventarizácia a klasifikácia drevín v záhradnej a krajinnej tvorbe. In: Sídlo – park – krajina. Nitra : SPU, 2004, s. 87–90
MATIAS, V. 2007. Záhradno-architektonické zhodnotenie historického parku v Humennom. Diplomová práca. Nitra : SPU, 2007, 75 s.
TOMAŠKO, I. 2004. Historické parky a okrasné záhrady na Slovensku. Bratislava : VEDA, 2004, 160 s. ISBN 80-224-0797-6
TOMAŠKO, I. – SUPUKA, J. 2003. Obnova historickej zelene. Nitra : SPU, 2003, 76 s. ISBN 80-8069-190-8

Kontaktná adresa:

prof. Ing. Pavel Hrubík, DrSc., Katedra biotechniky parkových a krajinnych úprav, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tulipánová 7, 949 76 Nitra, tel. č.: +421-37-641 54 32, e-mail: pavel.hrubik@uniag.sk
Ing. Erika Mňahončáková, PhD., Botanická záhrada SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel. č.: +421-37-641 60 07, e-mail: erika.mnahoncakova@gmail.com

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 5–8

AN ANTIOXIDANT CAPACITY OF SELECTED BULGARIAN WINES

ANTIOXIDAČNÁ KAPACITA VYBRANÝCH BULHARSKÝCH VÍN

Tatyana YONCHEVA,¹ Lyuba MITEVA,² Vera ALEXIEVA,² Pavel KERCHEV,² Violeta DIMITROVA,¹
Liliana BRANKOVA,² Elena SHOPOVA,² Ján KÓŇA,³ Sergei IVANOV⁴

Poľnohospodárska akadémia, Výskumný ústav vinohradnícky a vinársky, Plevn, Bulharsko¹
Bulharská akadémia vied, Výskumný ústav fyziológie rastlín "Akad. M.Popov", Sofia, Bulharsko²
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko³
Centrum biológie potravinárstva, Sofia, Bulharsko⁴

The Total Antioxidant Capacity (TAC) of 11 red and 9 white Bulgarian wines was determined using three different methods (TEAC, FRAP and DPPH). Part of the wines was cultivar defined and other part was a blend of several grape cultivars. Different vintages were used for some wines to make it possible to compare the influence of aging on the antioxidant capacity of the final product. All red wines possess more antioxidant compounds than the white ones as confirmed by the three methods. The highest TAC from the white wines showed a White wine blend, vintage 2006, and Tamyanka. The lowest TAC had the wine produced form Muskat cultivar. An interesting correlation confirmed by the three methods was observed among the wines Chardonnay vintage 2001, 2004 and 2006 – as the oldest one had the best antioxidant characteristics. No significant differences were found between the values for the first 6 red wines with highest TAC – Cabernet sauvignon, vintage 2001, 2005, 2006; Merlot, Mavrud and Melnik. The Lozishka gamza wine had the lowest antioxidant content. With the aging, the wine Cabernet sauvignon decreased its TAC measured according to the TEAC assay.

Key words: wine, antioxidant capacity, TEAC, FRAP, DPPH

Several research studies have established an inverse correlation between the consumption of food rich in antioxidants and the occurrence of diseases such as inflammation, cardiovascular disease, cancer, and ageing-related disorders (Cao et al., 1998; Lee et al., 1999; Duffy et al., 2001; Anderson et al., 2001; Roberts et al., 2002). Dietary antioxidants, including polyphenolic compounds, vitamin E and C, and carotenoids, are believed to be effective nutrients in the prevention of these oxidative stress related diseases (Halliwell and Gutteridge, 2002).

Red wines are rich in polyphenolic compounds and their moderate consumption has been recognized as beneficial to health for centuries (Waterhouse, 2002). The rare occurrence of cardiovascular diseases among the population of southern France, known for its diet rich in saturated fatty acids, was related to the regular consumption of red wine. The phenomenon is known as the "French paradox" (Renaud and De Lorgeril, 1992). The beneficial health effects of polyphenols are mainly related to their antioxidant properties (Bors and Michel, 2002). However, not all positive effects have to be related to the polyphenols. Furthermore, the synergistic and cumulative interactions between the known and unknown antioxidants and the matrix of the sample have to be taken into account when regarding the antioxidant properties of wines. The only way to detect all the substances having antioxidant properties and the exact role they play is to use different methods for determination of the Total Antioxidant Capacity (TAC). The meaning of TAC in the following investigation refers to the cumulative capacity of the antioxidants present in the sample to detoxify reactive oxygen species (Sanchez-Moreno, 2002; Kerchev and Ivanov, 2008).

Wine has been known in Bulgaria since ancient times. Today, vine-growing and wine-making plays a crucial role in the

economy of the country. The wine industry contributes to the steady development of rural regions and infertile areas, maintains the ecological balance and encourages the appropriate and efficient use of the country's resources. Thus an investigation aiming at evaluating the quality and possible health effects of Bulgarian wines in terms of antioxidant properties will be useful not only as a scientific indicator for wine producers. It will also benefit the final consumer and reveal the quality of this product of importance.

The purpose of this study is to investigate the antioxidant properties of wines produced in Bulgaria. Our research was focused on the TAC of selected commercial and experimental red and white wines. Wines from different vintages and distinct grape cultivars were compared according to their antioxidant characteristics.

Materials and methods

Experimental objects and sample preparation

Twenty wine samples (9 white and 11 red) produced in different regions of Bulgaria, from different grape cultivars and vintages were used for the research. Five of them, Muskat (2004), Tamyanka (2004), Traminer (2004), Mavrud (2005) and Melnik (2005) were bought at the market. The rest of the wines was produced in the Experimental wine cellar of the Institute of Viticulture and Enology, Plevn. Two white and one red wine were blended from several cultivars. Different vintages from Chardonnay (2001, 2004, 2006), White wine blend (2005, 2006), Cabernet sauvignon (2001, 2005, 2006) and Cabernet sauvignon clone D1 (2003, 2006) were chosen in the present study.

Table 1 Antioxidant capacity of investigated white and red wines according to FRAP assay. The data are presented as $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml} \pm$ standard deviation

White Wines			Red Wines		
Cultivar/vintage (1)	Values (2)	Rank (3)	Cultivar/vintage (1)	Values (2)	Rank (3)
Chardonnay 2001	2,908 \pm 0,234	4	Red blend, 2006	10,483 \pm 0,454	
Chardonnay, 2004	2,780 \pm 0,216	5	Storgozia, 2006	8,801 \pm 0,352	
Chardonnay, 2006	2,408 \pm 0,229	7	Lozishka gamza, 2006	7,575 \pm 0,665	
Misket kaylashki, 2004	2,388 \pm 0,216		Cabernet sauvignon, 2001	13,537 \pm 0,953	
White blend, 2005	2,760 \pm 0,335		Cabernet sauvignon, 2005	12,806 \pm 1,049	
White blend, 2006	2,959 \pm 0,250		Cabernet sauvignon, 2006	13,375 \pm 1,169	
Muskat, 2004	1,845 \pm 0,077		Cab. sauvignon D1, 2003	8,821 \pm 0,686	
Tamyanka, 2004	4,014 \pm 0,258		Cab. sauvignon D1, 2006	8,457 \pm 0,376	
Traminer, 2004	3,524 \pm 0,125		Merlot, 2005	13,291 \pm 1,180	
			Mavrud, 2005	12,656 \pm 1,242	
			Melnik, 2005	13,248 \pm 0,959	

Tabuľka 1 Antioxidačná kapacita skúmaných odrôd bielych a červených vín podľa FRAP rozborov. Hodnoty sú prezentované ako $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml} \pm$ štandardná odchýlka
(1) odrôda/ročník, (2) hodnoty, (3) kategória**Table 2** Antioxidant capacity of investigated white and red wines according to TEAC assay. The data are presented as $\mu\text{mol TROLOX/ml} \pm$ standard deviation

White Wines			Red Wines		
Cultivar/vintage (1)	Values (2)	Rank (3)	Cultivar/vintage (1)	Values (2)	Rank (3)
Chardonnay 2001	3,431 \pm 0,055		Red blend, 2006	10,371 \pm 0,076	
Chardonnay, 2004	3,263 \pm 0,022		Storgozia, 2006	9,387 \pm 0,209	
Chardonnay, 2006	2,378 \pm 0,047		Lozishka gamza, 2006	8,965 \pm 0,435	
Misket kaylashki, 2004	2,683 \pm 0,147		Cabernet sauvignon, 2001	8,471 \pm 0,371	
White blend, 2005	3,225 \pm 0,069		Cabernet sauvignon, 2005	15,101 \pm 0,553	
White blend, 2006	4,190 \pm 0,010		Cabernet sauvignon, 2006	16,252 \pm 0,602	
Muskat, 2004	2,023 \pm 0,134		Cab. sauvignon D1, 2003	10,254 \pm 0,256	
Tamyanka, 2004	3,432 \pm 0,272		Cab. sauvignon D1, 2006	10,399 \pm 0,061	
Traminer, 2004	2,921 \pm 0,091		Merlot, 2005	15,773 \pm 0,411	
			Mavrud, 2005	15,273 \pm 0,786	
			Melnik, 2005	15,506 \pm 0,619	

Tabuľka 2 Antioxidačná kapacita skúmaných odrôd bielych a červených vín podľa TEAC rozborov. Hodnoty sú prezentované ako $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml} \pm$ štandardná odchýlka
(1) odrôda/ročník, (2) hodnoty, (3) kategória**Table 3** Antioxidant capacity of investigated white and red wines according to DPPH assay. The data are presented as $\mu\text{mol TROLOX/ml} \pm$ standard deviation

White Wines			Red Wines		
Cultivar/vintage (1)	Values (2)	Rank (3)	Cultivar/vintage (1)	Values (2)	Rank (3)
Chardonnay 2001	0,524 \pm 0,058		Red blend, 2006	2,806 \pm 0,036	
Chardonnay, 2004	0,448 \pm 0,014		Storgozia, 2006	2,377 \pm 0,084	
Chardonnay, 2006	0,426 \pm 0,036		Lozishka gamza, 2006	2,407 \pm 0,144	
Misket kaylashki, 2004	0,424 \pm 0,012		Cabernet sauvignon, 2001	3,518 \pm 0,287	
White blend, 2005	0,553 \pm 0,040		Cabernet sauvignon, 2005	3,569 \pm 0,103	
White blend, 2006	0,848 \pm 0,076		Cabernet sauvignon, 2006	3,375 \pm 0,278	
Muskat, 2004	0,394 \pm 0,016		Cab. sauvignon D1, 2003	2,735 \pm 0,140	
Tamyanka, 2004	0,729 \pm 0,036		Cab. sauvignon D1, 2006	2,947 \pm 0,070	
Traminer, 2004	0,605 \pm 0,051		Merlot, 2005	3,338 \pm 0,194	
			Mavrud, 2005	3,139 \pm 0,249	
			Melnik, 2005	3,259 \pm 0,190	

Tabuľka 3 Antioxidačná kapacita skúmaných odrôd bielych a červených vín podľa DPPH rozborov. Hodnoty sú prezentované ako $\mu\text{mol TROLOX}/\text{ml} \pm$ štandardná odchýlka
(1) odrôda/ročník, (2) hodnoty, (3) kategória

After dilution with distilled water the wines were directly used for determination of TAC without additional processing.

Total Antioxidant Capacity evaluation

The TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) assay is based on the ability of antioxidant molecules to quench the long-lived ABTS^{•+} (2,2'-azinobis-3-ethylbenzotiazoline-6-sulfonic acid) radical, a blue-green chromophore with characteristic absorption at 734 nm, compared with that of Trolox, a water-soluble vitamin E analog (Pellegrini et al., 1999). A stable stock solution of ABTS^{•+} was produced by reacting an aqueous solution of ABTS with potassium persulfate. The mixture was kept at dark at room temperature for 12–16 h before use. Results were expressed as µmol Trolox/ml.

The FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) assay is based on the reduction of the Fe³⁺ TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) complex to the ferrous form at low pH (Benzie and Strain, 1996). This reduction is monitored by measuring the absorption change at 593 nm. Briefly, 0.2 ml of working FRAP reagent prepared daily was mixed with 20 µL of diluted sample; the absorbance at 593 nm was recorded after a 30 min incubation at 37 °C. FRAP values were expressed as µmol Fe²⁺ equivalents per gram milliliter.

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) is a stable radical soluble in ethanol. The odd electron in the DPPH free radical gives a strong absorption maximum at 515 nm and is purple in colour (Bondet et al., 1997; Molyneux, 2004). The colour turns from purple to yellow when the odd electron becomes paired with a hydrogen atom from an antioxidant present in the sample. The resulting decolorization is stoichiometric with respect to the number of captured electrons. Calculation of the results is based on a standard curve prepared with known concentrations of Trolox (a water-soluble vitamin E analog), and is presented as µmol Trolox /ml.

All spectrophotometric measurements were made with microplate reader (Multiscan Spectrum, Thermo Electron Corporation). The results are means of six independent repetitions ± standard deviations. Paired Student's *t*-test was used to identify the levels of significance (*p* < 0.01).

Results and discussion

The wines used in the experiments allowed us to compare directly the antioxidant characteristic of the different cultivars. The presence of wines produced from the same grape cultivar grown in the same vineyards but in different years made it possible to compare the influence of ageing on the antioxidant capacity of the final product.

The results from the FRAP test are presented in table 1. The highest TAC from the white wines marked the Tamyanka followed by Traminer and the White blend wine, vintage 2006 while the wine Muskat had the lowest TAC. An interesting correlation was observed among the wines Chardonnay – the oldest had the best antioxidant characteristics although the differences observed were small. All the red wines possessed from 5% to 8-fold more antioxidant compounds than the white ones. The highest and the lowest TAC were those of Cabernet sauvignon (2001) and Lozishka gamza (2006), respectively. But when the data was statistically analyzed there were no significant differences between the values obtained with the FRAP test for the first 6 wines (Cabernet sauvignon 2001, 2005, 2006; Merlot, 2005; Mavrud, 2005 and Melnik, 2005).

Analogous results (with statistically insignificant differences) were obtained for the three different vintages from the Cabernet sauvignon cultivar (2001, 2005 and 2006).

The results of measurements according to the TEAC method are shown in table 2. Surprisingly, the highest TAC from the white wines had the blend, vintage 2006. On the 2nd and 3rd place with equal values were Tamyanka and Chardonnay (2001). The wine produced from Muskat cultivar is again the last in terms of TAC. With the use of TEAC method, a correlation (found with the FRAP analysis as well) between TAC and the age of the wine (vintage) from Chardonnay cultivar was established there. The highest TAC from the red wines was observed in Cabernet sauvignon, vintage 2006, and the last in terms of TAC was Cabernet sauvignon, vintage 2001. The results had no great distinctions in the values just like those obtained from the FRAP assay – wines Merlot (2005), Mavrud (2005) and Melnik (2005) had no significant differences. However, it is surprising that Cabernet sauvignon, vintage 2001 which according to the FRAP assay had highest TAC fell to the 11th position. The data from the TEAC test revealed an inverse correlation between the age and the antioxidant capacity. With the ageing of the wine Cabernet sauvignon TAC decreased.

Because of the different results obtained with the two methods we had to realize third analytical test. The chemical mechanism and the procedure of DPPH are similar to the TEAC method but the procedure of DPPH allows more precise measurement of the lipophilic antioxidants (vit. E and carotenoids, e.g.) in the samples (table 3). According to the DPPH test the highest TAC from the white wines had the blend, vintage 2006, while Tamyanka was second (analogous to the results from the TEAC method). DPPH confirms the correlation between age and antioxidant capacity of the wines from Chardonnay cultivar (2001, 2004, 2006, established with both FRAP and TEAC. The lowest results in terms of TAC were measured again for the wine Muskat (2004). Red wines had higher TAC than the white and the increase varied from 25% to 10-fold. The first place is for Cabernet sauvignon, vintage 2005, and with the lowest content of antioxidants there was the wine Storgozia, vintage 2006. It must be underlined that similarly to the two previously used methods, the results from the DPPH were very close considering the wines produced from cultivars Cabernet sauvignon (2001, 2005, 2006), Merlot (2005), Mavrud (2005) and Melnik (2005) – no significant differences could practically be found. We did not confirm the TEAC test established inverse age/antioxidant capacity correlation for red wines from cultivar Cabernet sauvignon, vintage 2001, 2005, 2006.

The results of our investigations are consistent in absolute values and trends with the research data obtained by other authors. For example, the high TAC of Cabernet sauvignon wine was confirmed by another researcher using the same methods (Silvina et al., 2002; Pellegrini et al., 2003; Kerchev et al., 2005). For wine produced from this cultivar Pellegrini et al. (2003) reported values of 8.95 (ABTS) and 23.9 (FRAP). The difference in the values is probably due to variations in the initial product caused by local climate and soil peculiarities, as well as the processing technology.

The present experiments lead to certain conclusions. The highest content of antioxidants among the white wines is observed in Tamyanka, vintage 2004, as well as the White blend, vintage 2006. The last place in TAC considering all the three used methods was taken by Muskat (2004). For the wines derived from cultivar Chardonnay there was observed

a positive correlation between the age and the antioxidant capacity. With the ageing, the content of antioxidants became higher as well. It must be taken into consideration that this correlation might be a consequence of the different grape quality reflecting the changeable weather conditions during the years. From the red wines the highest content of antioxidants was observed in the ones produced from the Cabernet sauvignon cultivar. The results of the cultivars Merlot, Mavrud and Melnik were similar. The wine Lozishka gamza was last in the chart. In the case of the different vintages of Cabernet Sauvignon no correlation between age and antioxidant capacity was observed.

Súhrn

Stanovená je celková antioxiadačná kapacita (TAC) jedenásť červených a deväť bielych vybraných bulharských vín, využitím troch rozličných metód (TEAC, FRAP, DPPH). Časť vín je odrodovo čistá, zvyšok sú kupáže niekoľkých odrôd. Využitie niekoľkých ročníkov vín dáva možnosť porovnania starnutia vína na antioxiadačnú kapacitu konečného produktu. Všetky červené vína obsahujú viac antioxiadačných komponentov ako biele, potvrdili to všetky tri metódy. Najvyššie TAC z bielych vín má Biele víno kupáz ročník 2006 a Tamjanka. Najnižšie TAC má víno vyrobené z odrody Muškát. Zaujímavá závislosť je potvrdená pri troch metódach pri odrode Chardonnay z ročníkov 2001, 2004, 2006 – najstarší ročník má dobré antioxiadačné kapacity. Ne-boli zistené rozdiely medzi hodnotami prvých šest červených vín, s najvyšším TAC (Cabernet Sauvignon, ročník 2001, 2005, 2006, Merlo, Mavrud a Melník). Najmenší obsah antioxi-dantov má Ložiska Gamza. Počas starnutia víno Cabernet Sauvignon znížuje svoj TAC, v zhode s výsledkami získanými TEAC metódou.

Kľúčové slová: víno, antioxiadačná kapacita, TEAC, FRAP, DPPH

References

- ANDERSON, K. J. – TEUBER, S. S. – GOBEILLE, A. – CREMIN, P. – WATERHOUSE, A. L. – STEINBERG, F. M. 2001. Walnut Polyphenolics Inhibit In Vitro Human Plasma and LDL Oxidation. *J. Nutr.*, p. 131, 2837–2842.
- BENZIE, I. – STRAIN, J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant” power: The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 239, p. 70–76.
- BONDET, V. – BRAND-WILLIAMS, W. – BERSET, C. 1997. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using DPPH free radical method. In: *Food Science and Technology*, 30, p. 609–615.
- BORS, W. – MICHEL, C. 2002. Chemistry of the Antioxidant. Effect of Polyphenols. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 957, p. 57–69.
- DUFFY, S. – KEANEY, J. – HOLBROOK, M. – GOKCE, N. – SWERDLOFF, P. – FREI, B. – VITA, J. 2001. Short- and long-term black tea consumption reverses endothelial dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation*, 104, p. 151–156.
- GUOHUA CAO, R. – RUSSELL, N. – LISCHNER, R. – PRIOR. 1998. Serum Antioxidant Capacity Is Increased by Consumption of Strawberries, Spinach, Red Wine or Vitamin C in Elderly Women. In: *J. Nutr.*, 128, p. 2383–2390.
- HALLIWELL, B. – GUTTERIDGE, J. 2002. Free radicals in biology and medicine (3rd edn). Oxford University Press, U.K.
- KERCHEV, P. – IVANOV, S. 2008. Influence of extraction techniques and solvents on the antioxidant capacity of plant material. In: *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, vol. 22, 2008, no. 1, p. 556–559.
- KERCHEV, P. – YONCHEVA, T. – IVANOV, S. 2005. Antioxidant capacity of experimental red wines in relation to cultivar differences and chemical composition (In Bulgarian). In: *Food Industry Magazine*, 8, p. 21–24.
- LEE, M. – COOK, N. – MANSON, J. 1999. Beta-carotene supplementation and incidence of cancer and cardiovascular disease, Women's Health Study. In: *J. Natl. Cancer Inst.*, 91, p. 2102–2106.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin. In: *J. Sci. Technology*, vol. 26, 2004, no. 2, p. 211–219.
- PELLEGRINI, N. – SERAFINI, M. – COLOMBI, B. – RIO, D. – SALVATORE, S. – BIANCHI, M. – BRIGHENTI, F. 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. In: *J. Nutr.*, 133, p. 2812–2819.
- PELLEGRINI, N. – RE, R. – YANG, M. – RICE-EVANS, C. 1999. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying the 2, 2'-azobis (3-ethylenbenzothiazoline-6-sulfonic) acid radical cation decolorization assay. *Methods Enzymol.*, 299, p. 15–27.
- RENAUD, S. – DE LORGERIL, M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet* 339, p. 1523–1526.
- ROBERTS, C. – VAZIRI, N. – BARNARD, J. 2002. Effect of diet and exercise intervention on blood pressure, insulin, oxidative stress, and nitric oxide availability. *Circulation*, 106, p. 2530–2532.
- SANCHEZ-MORENO, C. 2002. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. In: *Food Sci. Tech. Int.*, vol. 8, 2002, no. 3, p. 121–137.
- SILVINA, B. – LOTITO, M. – LOURDES, R. – FRAGA, C. 2002. Assessing the antioxidant capacity in the hydrophilic and lipophilic domains study of a sample of argentine wines. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 957, p. 284–287.
- WATERHOUSE, A. L. 2002. Wine phenolics. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 957, p. 21–36.

Contact address:

Tatyana Yoncheva, Violeta Dimitrova, Poľnohospodárska akadémia, Výskumný ústav vinohradnícky a vinársky 5800 Pleven, ul. Kala tepe 1, Bulharsko

Lyuba Miteva, Vera Alexieva, Pavel Kerchev, Liliana Brankova, Elena Shopova, Bulharská akadémia vied, Výskumný ústav fyziologie rastlín „Akad. M. Popov“ 1113 Sofia, ul. Akad. G. Bonchev, blok 21 Bulharsko

Ján Kóna, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Katedra zeleninárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko
Sergej Veselinov Ivanov Centrum biológie potravinárstva, 1592 Sofia, PK 120 Bulharsko tel./fax (+3592) 9780403 e-mail: sivanov 714@abv.bg

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 9–12

POTENCIÁLNE MOŽNOSTI ZNÍŽENIA RIZIKA KADMIA V MRKVE VYUŽITÍM IMOBILIZAČNÝCH TECHNÍK

THE POTENTIAL POSSIBILITIES OF REDUCTION OF CADMIUM IN CARROTS USING THE IMMOBILIZATION TECHNIQUES

Alžbeta HEGEDŰSOVÁ,¹ Magdaléna VALŠÍKOVÁ,² Ondrej, HEGEDŰS¹

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre¹
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre²

During the years 2004 and 2005, the effect of selected soil sorbents on Cd cumulation in edible parts of carrot was followed. Organic humus fertilizer Humavit, and absorbent of mineral origin zeolit, were used as absorbents. The content of Cd in carrot roots indicated that the increase of its content in soil results in a non-linear cumulation in carrots. The observation of the potential ability of the absorbents on the cadmium cumulation decrease showed that application of organic humus fertilizer Humavit significantly decreases Cd content in carrot roots (approximately 25% to 35%) due to contamination of growing medium (2 and 5 mg Cd·kg⁻¹ in soil), and amount of applied Humavit (5%). Zeolite (5%) as an absorbent of mineral origin was applied in soil which was contaminated with 5 mg Cd·kg⁻¹ and significantly decreased the content of cadmium in carrot roots (about 28%). Lower amounts of Humavit and zeolite did not result in statistically significant decrease of Cd content in carrot roots. An intensive and systematic research of specific ion-exchangeable properties of zeolite resources opens wide possibilities for the absorbents use in environmental protection.

Key words: carrot, cadmium, soil, zeolite, Humavit

V celkovom kontexte ochrany životného a pracovného prostredia nie je len jednostranná ochrana prírody, ale na prvom mieste ochrana zdravia ľudskej spoločnosti. Všetky poruchy v biosystémoch sa konečnom dôsledku prejavia i na zdravotnom stave ľudskej populácie. Poloha Slovenska v rámci Európy podmieňuje, že toto územie je dlhodobo kontaminované globálnym prenosom z veľkých priemyselných a energetických komplexov s regionálnym vplyvom. Tieto vplyvy negatívne pôsobia na neobyčajne heterogénny pôdny pokryv so zvýšeným až extrémne vysokým obsahom rizikových prvkov prirodzeného pôvodu. Rizikové oblasti s možným negatívnym vplyvom na životné prostredie a poľnohospodárske produkty tvoria 28,7 % zo poľnohospodárskej pôdy. Sú to pôdy so zvýšeným obsahom kontaminantov nad hodnotami prirodzeného pozadia pôdnego pokryvu Slovenska. V takýchto podmienkach je obťažne rozlíšiť podiel antropogénneho vplyvu jednotlivých druhov rizikových látok od ich prirodzeného obsahu. Najčastejšie sa vyskytujúcim kontaminantom pôd Slovenska je kadmium (Cd), olovo (Pb), menej nikel (Ni) a arzén (As). Extrémne vysoké hodnoty dosahuje ortút (Hg), med (Cu), kadmium, olovo, lokálne arzén, fluór (F) a chróm (Cr).

Ekologické riziká z kumulácie rizikových látok v pôde sa odrážajú na schopnosti pôd poskytovať hygienicky neškodné potraviny. Nebezpečenstvo spočíva najmä v zmenách ich pohyblivosti vplyvom rôznych faktorov. Zvlášť to platí pre obsahy fažkých kovov s vysokým stupňom biotoxicity vplyvom kontaminácie z rôznych zdrojov. Základným cieľom poľnohospodárskej politiky voči pôde je starostlivosť o jej ochranu a využívanie tak, aby bola zachovaná jej produkčná a ekologická funkcia (Linkeš a ī., 1997).

Južné Slovensko je najintenzívnejším producentom zeleniny. Na základe predchádzajúcich výsledkov sa kadmium javí ako najrizikovejší prvek pri pestovaní zeleniny (Hegedűsová a Hegedűs, 2000).

Zo zdravotného hľadiska patrí kadmium medzi fažké kovy, ktoré majú toxicke účinky už pri relatívne nízkych koncentráciach. Kontaminácia potravinového reťazca kadmiom súvisí s kontamináciou všetkých zložiek prostredia a to predovšetkým pôdy. Vyskytuje sa vo všetkých typoch pôd, viaže sa v horných častiach pôdnego profilu, pri poľnohospodárskych pôdach v orničnej a podorničnej vrstve. Antropogénne pôdne vklady kadmia sú reprezentované priemyselnými exhalátmami (15–20 % z celkového príslunu), priemyselnými hnojivami (50–60 % z celkového príslunu), odpadmi a kalmi z čističky odpadových vôd (ČOV) (10 %), sedimentmi z riek a vodných diel, kompostmi a odpadmi pri výrobe zinku a kadmia (Fargašová, 2001). Zvýraznenie významnosti uvedených vstupov sa diferencuje v závislosti od lokálnych podmienok. Vplyv kadmia na rast rastlín a mechanizmus jeho akumulácie v rastlinách je hlavným aspektom výskumu jeho environmentálnych efektov. Je veľa prác o mechanizme toxicity, absorbcii a kumuláciu kadmia do rastlín, avšak štúdie sa týkajú väčšinou jeho vplyvu na nadzemné časti rastliny. Je málo poznatkov o vplyve kadmia na koreňovú sústavu, ktorá je hlavným orgánom výmeny živín medzi rastlinou a jej prostredím. Najintenzívnejšou kumuláciou Cd sa vyznačujú pletivá koreňov, nasledujú listy, stonky, plody a zásobné orgány. Koncentračná hladina kadmia v rastlinnej produkcií v súčasnosti dosahuje kritické hodnoty. Opodstatnený je predpoklad viacerých autorov, že aj pri nízkom stupni kontaminácie pôd kadmiom najvýraznejšie je kontaminovaná listová zelenina (hlávkový šalát, špenát), koreňová zelenina (mrkva, petržlen, zeler, cvikla) a hlúboviny (kel, kapusta, redkovka), (Hegedűsová a ī., 2004; Hegedűsová a Hegedűs, 2000; Simon, 1998). Príjem kadmia koreňmi priamo závisí od jeho koncentrácie v pôdnom roztoku. Jeho priateľnosť ovplyvňuje najmä hodnota pH pôdy, pôdna sorpčná kapacita, hnojenie priemyselnými hnojivami, teplota a vlhkosť pôdy (Rop, Valášek a Kráčmar, 2008; Rop a Valášek, Hrabě, Hoza a Buňka, 2006).

Metódy používané na dekontamináciu pôd od kadmia bez negatívnych vplyvov na životné prostredie spočívajú v ich konverzii na nerozpustné soli, ich kompetitívnej inhibícii a aplikácii sorbentov vyzrážaním vo forme hydroxidov pomocou vápnenia, vo forme uhličitanov, fosforečnanov alebo sulfidov, ďalej mikrobiálnej transformáciou kovov, chelatizáciou s EDTA, aplikáciou humusových látok a aplikáciou zeolitov.

Overil sa vplyv vápnenia, aplikácia slamy, organickej hmoty (maštaľný hnoj, kompost) a prídavok sorbentu v pôde (Vollmannová a i., 2008; Vollmannová a i., 2002). K najväčšiemu poklesu obsahu kadmia došlo po vápnnení, len o málo nižšia účinnosť sa zistila po prídavku sorbentu a najmenšia po zapravení slamy. Ďalšími možnosťami eliminácie negatívnych účinkov kadmia sa zaoberal aj Uher (1995) pomocou baktérie *Desulfovibrio desulfuricans* a pomocou prípravku Humex a Microbion. Aplikovaním baktérií a uvedených prípravkov sa znížil percentuálny obsah Cd v plodoch zeleninovej papriky.

Tažké kovy sa nedajú biologicky alebo chemicky odbúrať. Vhodnou cestou na zmierenie kontaminácie konzumnej časti rastlín pestovaných na pôdach s vyššou hladinou mobilných rizikových prvkov je ich trvalé či prechodné zabudovanie do väzieb, ktoré sú neprístupné pre rastliny. Za veľmi dôležitý faktor pre lepšiu odolnosť pôdy voči intoxikácii tažkým kovom sa považuje hlavne obsah minerálnych koloidov. Jedným z týchto komponentov sú zeolity, v snahe vytvoriť predpoklady pre zníženie koncentrácie tažkých kovov v pôdnom roztoku a tým zníženie ich príjmu rastlinami (Szabová a i., 1999).

Zeolity sú hydratované aluminosilikáty alkálií a alkalických zemín. Výmena iónov a schopnosť zeolitov v dehydratovanom stave adsorbovať anorganické i organické molekuly rôznej veľkosti patria k základným vlastnostiam, pre ktoré sú vyhľadávanou surovinou s mnohostranným využitím (Čipáková, 2002).

Zeolity sa v prírode nachádzajú v dutinách a puklinách bázických vyvretých hornín, kde vykryštalizovali z horúcich roztokov. Všetky zeolity majú svetlú farbu a vytvárajú ihličkovité, doštičkovité alebo tabuľkovité kryštály. Podľa chemického zloženia je to skupina vodnatých hlinitokremičitanov s premenlivým obsahom vody.

Z ich vnútornej stavby vyplývajú mnohé užitočné vlastnosti, vďaka ktorým zeolity patria medzi dôležité pomocníky moderného chemického priemyslu. Kvalitné syntetické zeolity majú zloženie a vlastnosti podobné ako prírodné.

Syntetické zeolity sa vyrábajú vo viacerých modifikáciách, ale ako primárny produkt sú pripravované spravidla v sodnej forme. Modifikované zeolity sú odvodené od primárnych typov výmenou kationov, t. j. vnášaním iných kovových iónov do štruktúry zeolitu. Výmena iónov sa uskutočňuje kontaktovaním zeolitu väčšinou s roztokom soli príslušného kovu alebo kombináciemi solí. Táto výmena sa prakticky nedá uskutočniť na 100 %.

Výmena iónov a schopnosť zeolitov v dehydratovanom stave adsorbovať anorganické i organické molekuly rôznej veľkosti patria medzi základné vlastnosti, pre ktoré sú vyhľadávanou surovinou s mnohostranným využitím. Zeolitová hornina výrazne ovplyvňuje chemické vlastnosti pôdy. Dochádza k zvýšeniu výmenného pH pôdy (neutralizačný vplyv) a zvýšeniu sorpčnej schopnosti.

Sorpcia niektorých tažkých kovov je vysoká, napr. kadmium je silne sorbované na všetky pôdne časticie, najvyššia sorpcia bola sledovaná pri hlinito-piesočnatých pôdach. Pri ľahších pôdach (piesočnaté a hlinito-piesočnaté) s horšimi agrochemickými vlastnosťami sa aplikáciou zeolitu zvyšuje pevnosť väzby kadmia (Čipáková, 2002).

Z minerálnych sorbentov je dôležitý prípravok Humavit, čo je organicko-humusové hnojivo vyrobené novou technológiou spracovania hnojovice z veľkochovov zivočisnej výroby, ktorá rieši ekologicke problémy doterajších spôsobov priamej aplikácie hnojovice na pôdu. Nová technológia umožňuje nielen ekologicke riešenie problémov veľkých množstiev ekologicke nezvládnuťelných exkrementov, ale má aj významný vzťah k ekonomike využívania organickej hmoty z hnojovice, v nej prítomných živín, mikroelementov, stimulátorov rastu, ako i ku biologickej aktivite mikroorganizmov. Je to tuhý humát sodný s obsahom 20 % humínových kyselín a 8 % fulvikyselín.

Riadenu aeróbnu fermentáciu vznikajú humusové látky vysokej kvality s priaznivým pomerom uhlíka a dusíka s prevahou humínových kyselín. Humusové hnojivo vyrábané novou technológiou spĺňa všetky predpoklady z hľadiska ochrany produkčného potenciálu pôd, predovšetkým z dôvodu vysokého obsahu uhlíka a obsahu humusu s prevahou humínových kyselín. Výhody Humavitu, ako pomaly pôsobiaceho hnojiva, sú v postupnom uvoľňovaní dusíka a živín v pôde, ktoré sú efektívnejšie využívané pre tvorbu úrody a prispievajú k dopestovaniu zdravotne nezávadných produktov. Možno predpokladať schopnosť organickej hmoty zachytávať iónovú zložku toxickejho prvku, nakoľko humínové kyseliny obsahujú karboxylové, a fenolové skupiny, ktoré po odštiepení protónu nesú záporný náboj. Kovové ióny majú tendenciu viazať sa na ľahké minerály izomorfou substitúciou alebo fixáciou na voľných miestach. Koncentrácia tažkých kovov v pôdnom roztoku je ovplyvnená aj rovnováhou hydroxylových, karbonátových a fosfátových iónov. Zrážanie tažkých kovov týmito aniónmi limituje ich koncentráciu v pôdnom roztoku (Kiss a Tóth, 2005).

Materiál a metódy

Spôsob zakladania pokusov

Štyri varianty nádobových vegetačných pokusov boli založené vo výskumnom a šachttiteľskom areáli Výskumného ústavu zeleninárskeho Nové Zámky v modelových chránených podmienkach v skleníku (40 m^2) v štyroch opakovaniach (roky 2004 a 2005). Do homogenizovanej pôdy (typ pôdy: černozem – ČM, subtyp: černozem čiernicová – ČMč, druh pôdy: piesočnatohlinitá, lokalita: Hurbanovo-Sesileš, pH = 7,3, obsah Cd 0,065 mg.kg⁻¹, ľahká až stredne tažká pôda v klimatickom regióne: teplý, mierne suchý nižinný). Ako sorbenty sa použili prírodný zeolit a Humavit, aplikované do pôdnego substrátu (10 kg/nádoba) v hmotnostných podieloch 0,5%, 1,0% a 5,0%. Semená poloskorej mrkví *Daucus carota sativus* var. Nevis F1 sa vysiali priamo do vegetačných nádob.

Kadmium, ako sledovaná riziková zložka sa aplikovalo po vzidení mrkvy vo forme roztoku CdCl₂ 2,5 H₂O v dávkach 2,0 a 5,0 mg Cd.kg⁻¹ do pestovateľského substrátu. Mrkva bola pretrhaná v štádiu dvoch až troch pravých listov na 15 rastlín. Živiny vo forme roztoku boli aplikované – dusík vo forme močoviny (0,2 g N.kg⁻¹ suchej pôdy), draslík vo forme K₂SO₄ (1,5 g K.kg⁻¹ suchej pôdy) fosfor vo forme Ca(H₂PO₄)₂ . H₂O (0,1 g P.kg⁻¹ suchej pôdy).

Vlhkosť pôdnego substrátu sa upravovala zalievaním na 50–60 % maximálnej vodnej kapacity pôdy.

Odber a spracovanie vzoriek

Na konci vegetácie sa korene mrkví a pestovateľský substrát po úprave podrobili analýzam. Obsah Cd v pôde sa stanovił vo výluku HNO₃ c = 2 mol.dm⁻³ a v koreňoch mrkví po mokrej minerali-

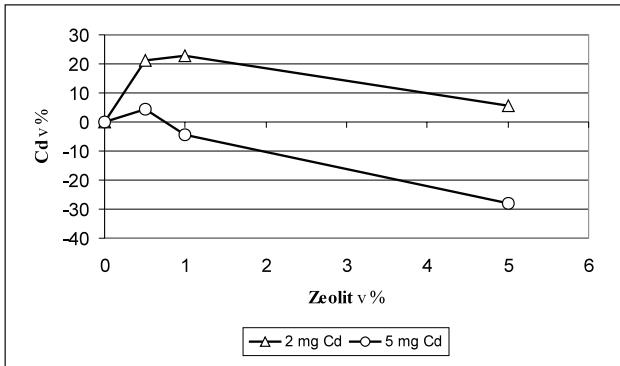
zácia v tlakových nádobách (ZAI JZD Zahnašovice, ČR) metódou ETA-AAS (SpectrAAS-200 Varian) pri vlnovej dĺžke 228,8 nm. Hygienická nezávadnosť konzumnej časti mrkví sa hodnotila podľa najvyššieho prístupného množstva (NPM) podľa Vestníka MZ SR ($0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) (Výnos MP SR a MZ SR, 2004).

Spracovanie výsledkov sa vykonalo v programe Microsoft Excel a na štatistickú analýzu výsledkov sa použila analýza variancie s jednou premennou a Tukeyov b-test pomocou SPSS programu (štatisticky signifikantný rozdiel sa udáva medzi tými hodnotami priemerov na hladine významnosti ($p < 0,05$), ktoré v tej istej skupine majú rôzne indexy).

Výsledky a diskusia

Cieľom práce bola analýza vplyvu vybraných pôdnich sorbentov (zeolit, Humavit) na kumuláciu Cd v konzumnej časti mrkví pomocou imobilizačnej remedicačnej techniky.

Priemerné koncentrácie obsahu Cd v koreňoch mrkví za celé pokusné obdobie vidieť v tab. 1. Výsledky analýz modelových pokusov ukazujú, že zvyšovanie obsahu kadmia v pôde má za následok zvýšenie jeho kumulácie v koreňoch mrkví. Priemerný obsah Cd v mrkeve pestovanej na kontaminovanej pôde s $2 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ bol v rozmedzí $0,070\text{--}0,124 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$. Po aplikácii Humavitu sa obsah Cd zmenil na $0,090$ až $0,108 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$, a po aplikácii zeolitu v rozmedzí $0,074\text{--}0,085 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ v závislosti od aplikovaného množstva sorbentu. Kontaminácia $5 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ pôdy vyvolala kumuláciu Cd v mrkeve v rozmedzí $0,114\text{--}0,156 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, ktorá sa po aplikácii Humavitu



Obrázok 1 Relatívny obsah kadmia v koreni mrkví vplyvom rôznych dávok zeolitu a prídavku kadmia vzhľadom na kontrolný variant

Figure 1 Relative cadmium content in carrot roots influenced by various doses of zeolite and the addition of cadmium with respect to the control variant

zmenila na $0,101$ až $0,162 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a po aplikácii zeolitu v rozmedzí $0,082\text{--}0,119 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ mrkví. Z výsledkov vyplýva, že aplikácia Humavitu znížila hladinu obsahu kadmia v koreňoch mrkví pod hladinu hodnoty NPM ($0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) len po prídavku 5% jeho obsahu do pôdy kontaminovanej s $2 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Sledovaním potenciálnej schopnosti zeolitu znížiť transfer kadmia do konzumnej časti mrkví možno konštatovať, že aplikovanie dávok zeolitu $5,0\%$ do pôdy kontaminovanej $5 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$ vyvolalo štatisticky významné zníženie kadmia v koreňoch mrkví (28%) (obr. 1). Podobné zníženie obsahu Cd dosiahli v nadzemnej časti láskavca na prirodzeno vysoko

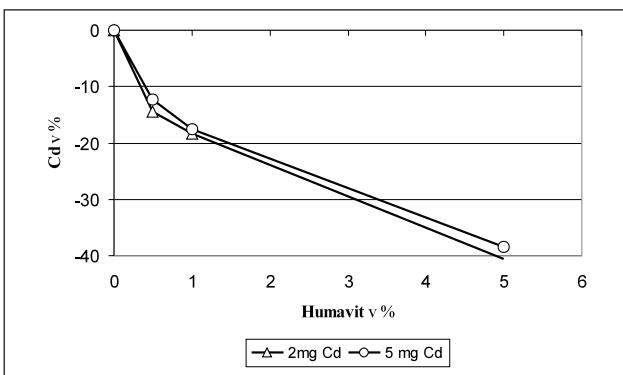
Tabuľka 1 Priemerný obsah kadmia v koreňoch čerstvej mrkví po aplikácii rôznych dávok zeolitu a Humavitu v rokoch 2004 a 2005

Variant (1)	Obsah Cd v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (2)		Variant (1)	Obsah Cd v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (2)	
	mrkva (3)	s (4)		mrkva (3)	s (4)
K-I (5)	0,004a	0,0009	K-I (5)	0,005a	0,0011
Z-I (6)	0,005a	0,010	H-I (17)	0,005a	0,0009
Z-II (7)	0,004a	0,0014	H-II (18)	0,004a	0,0006
Z-III (8)	0,005a	0,0012	H-III (19)	0,004a	0,0006
K-II (9)	0,070b	0,0109	K-II (9)	0,124b	0,0257
Z-IV (10)	0,085ab	0,0345	H-IV (20)	0,108cb	0,0466
Z-V (11)	0,086ab	0,0245	H-V (21)	0,111cb	0,0359
Z-VI (12)	0,074bc	0,0090	H-VI (22)	0,090d	0,0109
K-III (13)	0,114b	0,0433	K-III (13)	0,156b	0,0333
Z-VII (14)	0,119b	0,0257	H-VII (23)	0,162b	0,0231
Z-VIII (15)	0,109ab	0,0245	H-VIII (24)	0,129b	0,0157
Z-IX (16)	0,082d	0,0351	H-IX (25)	0,101c	0,0294

Cd – kadmijum; a, b, c, d – indexy Tukeyov b-testu
K-I – kontrolný variant bez prídavku Cd, Humavit a zeolitu a zeolitu do pôdy, Z-I – bez prídavku Cd a $0,5\%$ prídavku zeolitu, Z-II – bez prídavku Cd a $1,0\%$ prídavku zeolitu, Z-III – bez prídavku Cd a $5,0\%$ prídavku zeolitu, K-II – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a bez zeolitu a Humavitu, Z-IV – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $0,5\%$ zeolitu, Z-V – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $1,0\%$ zeolitu, Z-VI – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $5,0\%$ zeolitu, K-III – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a bez zeolitu a Humavitu, Z-VII – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $0,5\%$ zeolitu, K-IV – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $1,0\%$ zeolitu, K-V – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $5,0\%$ zeolitu, H-I – bez prídavku Cd a $0,5\%$ prídavku Humavitu, H-II – bez prídavku Cd a $1,0\%$ prídavku Humavitu, H-III – bez prídavku Cd a $5,0\%$ prídavku Humavitu, H-IV – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $0,5\%$ Humavitu, H-V – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $1,0\%$ Humavitu, H-VI – s prídavkom $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $5,0\%$ Humavitu, H-VII – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $0,5\%$ Humavitu, H-VIII – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $1,0\%$ Humavitu, H-IX – s prídavkom $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Cd a $5,0\%$ Humavitu

Table 1 The average cadmium content in fresh carrot roots after application of different doses of zeolite and Humavit in 2004 and 2005

(1) variant, (2) Cd – cadmium content in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, (3) carrot, (4) standard deviation, (5) control variant without addition of Cd, Humavit and zeolite to the soil, (6) Cd addition $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0,5\%$ of zeolite, (7) Cd addition $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $1,0\%$ of zeolite, (8) Cd addition $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $5,0\%$ of zeolite, (9) control variant with $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ of Cd addition and without Humanit and zeolite addition to the soil, (10) Cd addition $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0,5\%$ of zeolite, (11) Cd addition $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $1,0\%$ of zeolite, (12) Cd addition $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $5,0\%$ of zeolite, (13) control variant with 5% of Cd addition and without Humanit and zeolite addition to the soil, (14) Cd addition $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0,5\%$ of zeolite, (15) Cd addition $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $1,0\%$ of zeolite, (16) Cd addition $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $5,0\%$ of zeolite, (17) Cd addition $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0,5\%$ of Humavit, (18) Cd addition $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $1,0\%$ of Humavit, (19) Cd addition $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $5,0\%$ of Humavit, (20) Cd addition $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0,5\%$ of Humavit, (21) Cd addition $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $1,0\%$ of Humavit, (22) Cd addition $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $5,0\%$ of Humavit, (23) Cd addition $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $0,5\%$ of Humavit, (24) Cd addition $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $1,0\%$ of Humavit, (25) Cd addition $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $5,0\%$ of Humavit, a, b, c, d – indexes of Tukey b-test



Obrázok 2 Relatívny obsah kadmia v koreni mrkví vplyvom rôznych dávok Humavitu a prídavku kadmia vzhľadom na kontrolný variant

Figure 2 Relative cadmium content in carrot root influenced by various doses of Humavit and the addition of cadmium with respect to the control variant

kontaminovanej pôde po aplikácii zeolitu aj Vollmannová a i. (2008), avšak obsah Cd aj napriek zníženiu prekračoval hygienický limit.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že len po aplikácii 5,0 % obsahu sorbantu organického humusového hnojiva Humavitu sa potvrdilo štatisticky významné zníženie obsahu kadmia v koreňoch mrkví v porovnaní s kontrolným variantom, ktorý bol kontaminovaný s 2 a 5 mg Cd.kg⁻¹ pôdy. Pri nižšej kontaminácii pestovateľského substrátu (2 mg.kg⁻¹) sa obsah Cd v mrkeve znížil pod hranicu NPM (0,090 mg Cd.kg⁻¹ čerstvej hmoty) o 25%, ale aplikáciou 5% Humavitu do kontaminovanej pôdy 5 mg Cd.kg⁻¹ súce sa znížil obsah Cd v mrkeve až o 35%, ale len na hranicu NPM (obr. 2).

Z výsledkov vyplýva, že použitím Humavitu a zeolitu na imobilizáciu Cd za uvedených pôdnich podmienok možno znížiť jeho obsah pod hladinu NPM v konzumnej časti mrkví na pôdach kontaminovaných do 2 mg.kg⁻¹ prídavkom Humavitu 5 %. Pri kontaminácii pôd 5 mg Cd.kg⁻¹ iba 5% prídavok zeolitu znížil obsah kadmia pod NPM, čím sa stala mrkva zdravotne nezávadná.

Nakoľko sa nepredpokladá pestovanie koreňovej zeleniny na vysoko kontaminovaných pôdach v podmienkach južného Slovenska, prídavok 5% obsahu zeolitu a Humavitu do pôdy môže byť postačujúci na pestovanie zdravotne nezávadnej koreňovej zeleniny.

Súhrn

Počas rokov 2004 a 2005 sa sledoval vplyv vybraných pôdnich sorbentov na kumuláciu Cd v konzumnej časti mrkví. Ako sorbenty sa použili organické humusové hnojivo Humavit a sorbent minerálnej povahy zeolit. Stanovením obsahu kadmia sa zistilo, že zvyšovanie jeho obsahu v pôde má za následok nelineárne zvýšenie jeho kumulácie v koreňoch mrkví. Sledovaním potenciálnej schopnosti uvedených sorbentov znížiť kumuláciu kadmia je možno konštatovať, že po aplikácii organického humusového hnojiva Humavit sa jeho obsah v koreňoch mrkví v porovnaní s kontrolným variantom štatisticky významne znížil o 25% až 35%, v závislosti od kontaminácie pestovateľského prostredia (2 a 5 mg Cd.kg⁻¹ pôdy) a od aplikovaného množstva Humavitu (5%). Zeolit, ako sorbent minerálnej povahy, po aplikácii do kontaminovanej pôdy s 5 mg Cd.kg⁻¹ v množstve 5%, štatisticky významne znížil obsah kadmia v ko-

reňoch mrkví o 28%. Nižšie dávky Humavitu a zeolitu nevyvolačili štatisticky významné zníženie obsahu kadmia v koreňoch mrkví. Intenzívny a systematický výskum špecifických iónovýmenných vlastností priemyselne využitelných domáčich zdrojov zeolitov otvára široké možnosti využitia týchto sorbentov pri ochrane zložiek životného prostredia.

Kľúčové slová: mrkva, kadmium, pôda, zeolit, Humavit

Literatúra

- ČIPÁKOVÁ, A. 2002. Imobilizácia rádionuklidov a kadmia v pôdach aplikáciou zeolitu. In: Journal of Hydrology and Hydromechanics, roč. 50, 2002, č. 4, s. 320–340.
- FARGAŠOVÁ, A. 2001. Phytotoxic effects of Cd, Zn, Pb, Cu and Fe on *Sinapis alba* L. seedlings and their accumulation in roots and shoots. In: Biol. Plant. 44, p. 471–473.
- HEGEDÚSOVÁ, A. – HEGEDÚŠ, O. 2000. Contamination of agricultural soils and vegetables with heavy metals in southern Slovakia. In: Záhradníctví – Hort. Sci. Praha, roč. 27, 2000, č. 2, s. 57–64.
- HEGEDÚSOVÁ, A. – HEGEDÚŠ, O. – BELKO, I. 2004. Existuje riziko kumulácie kadmia v mrkve a hlávkovom šaláte? In: Zahradníctví, 2004, č. 4, s. 28–29.
- LINKA, V. – KOBZA, J. – ŠVEC, M. – ILKA, P. – PAVLANDA, P. – BARANCIKOVÁ, G. – MATUŠKOVÁ, L. 1997. Monitoring pôd Slovenskej republiky. In: Súčasný stav monitorovaných vlastností pôd. Bratislava : VÚPÚ, 1997, 128 s. ISBN 80-85361-35-3.
- ROP, O. – VALÁŠEK, P. – HRABÉ, J. – HOZA, I. 2006. The effect of cadmium on chemical composition of potato leaves and tubers. In: Sborník The Abstrakt Book Vitamins 2006, Pardubice, s. 134. ISBN 80-7194-855.
- ROP, O. – VALÁŠEK, P. – KRÁČMAR, S. 2008. Vliv kadmia a rtuti na chemické složenie bramborových hlizí. Sborník z mezinárodní vědecké konference Proteiny, Zlín : UTB, 21.–22. května, s. 161–164. ISBN 978-80-7318-706-4.
- UHER, A. 1995. Možnosti eliminácie negatívnych účinkov niektorých ľahkých kovov v zeleninovej paprike. (Ways of elimination of negative effects of some heavy metals in sweet pepper.) In: Záhradníctví, roč. 22, 1995, č. 3, s. 77–83.
- KISS, G. – TÓTH, J. 2005. HUMAVIT – nové humusové hnojivo zabezpečujúce pôdu úrodnosť. Biom.cz [online]. 2005-06-20 [cit. 2009-02-11]. URL:WWW:<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/humavit-nove-humusove-hnojivo-zabezpecuje-podnu-urodnosť>. ISSN 1801-2655.
- VOLLMANNOVÁ, A. – BYSTRICKÁ, J. – MUSILOVÁ, J. – URMÍNSKÁ, D. – MELICHÁČOVÁ, S. 2008. Možnosti fytořeđediacie metalický kontaminovaných pôd láskavcom. In: Biotechnologie 2008. České Budějovice : JU, 2008, s. 209–212. ISBN 80-85645-58-0 (AFC)
- SZABOVÁ, T. – BÚGEL, M. – LEŠČINSKÁ, M. 1999. Možnosti využitia zeolitov v ochrane zložiek životného prostredia. In: Acta Montanistica Slovana, roč. 4, 1999, č. 1, s. 61–65.
- Výnos MP SR a MZ SR z 15. marca 2004 č. 328/2004-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos MP SR a MZ SR č. 981/1996-100 z 20. mája 1996, ktorým sa vydáva prvá časť a prvá, druhá a tretia hlava druhej časti Potravinového kódexu Slovenskej republiky. Vestník MP SR, roč. 36, 1. apríl 2004, čiastka 10 – I. časť
- VOLLMANNOVÁ, A. – TOMÁŠ, J. – TÓTH, T. – LAHUČKÝ, L. 2002. Vplyv sorbentov na príjem ľahkých kovov rastlinami kukurice. In: Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Nitra : SPU, 2002, s. 103–105. ISBN 80-8069-126-6
- SIMON, L. 1998. Cadmium accumulation and distribution in sunflower plant. J. Plant Nutr. 21, p. 341–52.

Kontaktná adresa:

doc. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD., Katedra chémie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, tel.: 037/640 86 59, e-mail: ahegedusova@ukf.sk

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 13–16

ZOOBENTOS PRÍRODNÝCH REZERVÁCIÍ ŽITAVSKÝ LUH A ALÚVİUM ŽITAVY

ZOOBENTHOS OF THE NATURE RESERVES ŽITAVSKÝ LUH AND ALÚVİUM ŽITAVY

Alena RAKOVSKÁ, Jaroslav NOSKOVIČ, Jana PORHAJAŠOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

This paper introduces the results of hydrobiological study comparing the structure of zoobenthos in the two most important Nature Reserves in south-western Slovakia. During the monitoring period (in 2005 and 2006), a total of 24 water samples were collected in 6 sites in the Nature Reserve Žitavský luh containing 25 966 benthic animals distinguished in 134 different species; and a total of 24 water samples were collected in 6 sites in the Nature Reserve Alúvium Žitavy, containing 12 670 benthic animals in 126 different species. These water samples were taken in regular three-months intervals. In the monitored aquatic habitats, the structure of zoobenthos (14 monitored systematic groups) was mainly created by Gastropoda, Isopoda, Ephemeroptera and individuals from the *Chironomidae* family. On the contrary, the least numerous were the systematic groups of Megaloptera, Turbellaria and Odonata. The Nature Reserve Žitavský luh and its overall biodiversity of aquatic invertebrate communities is evaluated as an ampler and more balanced one compared to the Nature Reserve Alúvium Žitavy.

Key words: nature reserve, water, monitoring, zoobenthos structure, protected species

Mokrade ako najohrozenejšie ekosystémy našej Zeme sú ovplyvňované predovšetkým vodou, ktorá ako najvzácnejší zdroj biosféry predurčuje nielen ich výskyt, ale aj ich charakter (Slobodník a Kadlecík, 2000). Aj na Slovensku následkom antropogenných zásahov, viaceré vodné ekosystémy a tým aj mokrade zanikajú, čím sa strácajú nielen vzácné biotopy, ale aj rozmanité druhy rastlín a živočíchov, znižuje sa ekologická stabilita krajiny. Takýmito vzácnymi mokraďovými ekosystémami sú aj prírodné rezervácie Žitavský luh a Alúvium Žitavy, ktoré majú nielen národný, ale aj medzinárodný význam a sú súčasťou chránených území Natura 2000. Pretože obidve PR sú významné ako migračné trasy stahovavého vtáctva, realizuje sa tu predovšetkým výskum vtákov. Ornitofaunu sledovali napr. Babó (1983), Hora a Kaňuch (1992), Lengyel (2003), Muránsky et al. (2004). Realizuje sa tu však výskum aj ďalších zástupcov fauny. Výskumom cicavcov Žitavského luhu sa zaoberali Baláž, Jančová a Noga (2003); prieskum mäkkýšov vykonal Čejka (2007), väžok Šácha (2000) a Šálek (2003). Pretože rozsiahlejší prieskum vodných bezstavovcov v žiadnej z monitorovaných prírodných rezervácií nebol realizovaný, resp. realizovaný bol len čiastočne, predloženým príspievkom chceme prispieť k rozšíreniu poznatkov v oblasti výskumu zoobentosu.

Materiál a metódy

Biologický materiál, ktorý sa použil na porovnanie štruktúry bentických spoločenstiev dvoch významných prírodných rezervácií juhozápadného Slovenska, sa odoberal v pravidelných štvrtročných intervaloch bežnými hydrobiologickými metódami, hlavne pomocou tzv. „kicking“ techniky. Vzorky sa odoberali na šiestich odberových miestach PR Žitavský luh a na šiestich odberových miestach PR Alúvium Žitavy. V získanom spoločenstve živočíchov sa hodnotila druhová skladba, počet druhov, počet jedincov, dominancia (podľa Rajchard et al., 2002). Odberové miesta sa zvolili tak, aby charakterizovali prírodné pod-

mienky rôznych biotopov monitorovaných mokradí, ale aj kvalitu vody ovplyvňujúcu štruktúru zoobentosu.

Vzorky vody v PR Žitavský luh, ktorá leží v nivie rieky Žitavy, v Podunajskej nížine na úpätí Hronskej pahorkatiny v nadmorskej výške 132–133 m. n. m., sa odberali na týchto odberových miestach: 1. odberové miesto – zregulovaný tok rieky Žitava. Na dne bol väčšinou sypaný kameň, veľké balvany a bahno; 2. odberové miesto – začiatok starého koryta rieky Žitavy. Na dne meandrovitého toku sa ako substrát nachádzalo bahno; 3. odberové miesto – južná strana starého koryta rieky Žitavy. Dno tvorilo prevažne bahno s množstvom opadaného lístia a popadaných konárov stromov; 4. odberové miesto – južná a juhovýchodná strana starého toku. Na dne sa prevažne nachádzalo bahno s množstvom rozkladajúcich sa hydrofytov; 5. a 6. odberové miesto – obidve sa nachádzali na okraji východnej časti prírodnnej rezervácie, kde boli vytvorené menšie jazierka s otvorenou vodnou hladinou striedajúce sa s plochami spoločenstiev vodných rastlín. Dno tvorilo prevažne bahno.

Monitorované územie bolo v roku 1980 vyhlásené za Štátne prírodnú rezerváciu, v roku 1994 prekategorizované na Prírodnú rezerváciu. Nachádza sa v katastrálnych územiaciach obcí Maňa, Kmeťovo a Michal nad Žitavou. Výmera chráneného územia je 74,69 ha.

PR Alúvium Žitavy je územie nachádzajúce sa v geomorfologickom celku Podunajská nížina, v katastrálnom území obce Martovce a mesta Hurbanovo, v nadmorskej výške 107–112 metrov, v oblasti vyústenia rieky Žitavy do rieky Nitry. Za chránené územie, na výmere 32,53 ha, bola vyhlásená v roku 1993. Zber bentického materiálu sa realizoval na týchto odberových miestach: 1. odberové miesto – prítok rieky Žitavy do Alúvia. Na dne sa väčšinou nachádzalo bahno s odumretými časťami vodných rastlín a lístia stromov; 2. a 3. odberové miesto – obidve sa nachádzali pod redím porastom stromov, s hladinou vody pokrytou žaburinkou. Na bahnitom dne sa nachádzali riasy, vodné rastliny a lístie stromov; 4. odberové miesto – bolo situované pod mostom komunikácie tvoriacej vstup do obce Martovce. Na dne sa nachádzali väčšie balvany a menšie kamene pokryté riasami; 5. odberové miesto – typický močiarový ekosys-

tém s otvorenou vodnou hladinou, na pobreží s riedkym porastom stromov. Dno bolo bahníte, s výskytom rias a vodných rastlín; 6. odberové miesto – sa nachádzalo medzi stromami. Na dne bolo bahno, riasy a vodné rastliny.

Výsledky a diskusia

Na sledovaných odberových miestach sa v priebehu rokov 2005 a 2006 odobralo 48 vzoriek vody, z ktorých sa po dôkladnej analýze získal vhodný biologický materiál – organizmy zoobentusu. Ich zástupcovia, ako uvádzajú napr. Timm (2002), Šporka (2003), Řihová a Ambrožová (2007) sú živočíchy žijúce buď prisadenuté, alebo voľne sa pohybujúce po dne vodných biotopov. Majú rôzne požiadavky na kvalitu vody, preto sú bio-indikátormi, ktorých prítomnosť, ale aj druhové a početné zastúpenie odzrkadľuje nielen aktuálny stav, ale aj dlhodobý stav čistoty a kvality vodného biotopu.

Biologický materiál získaný z vód PR Žitavský luh predstavoval 25 966 jedincov 134 druhov týchto pätnásťich systematických skupín: Turbellaria, Gastropoda, Bivalvia, Oligochaeta, Hirudinea, Isopoda, Amphipoda, Ephemeroptera, Odonata, Heteroptera, Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera, Diptera (bez Chironomidae) a Chironomidae. Zoobentos PR Alívium Žitavy reprezentovalo len 12 670 jedincov 126 druhov štrnásťich systematických skupín. Vo vodách PR Alívium Žitavy sa s výnimkou Megaloptera (vodnárky) zaznamenal výskyt zástupcov rovnakých systematických skupín ako vo vodách PR Žitavský luh. Jedince determinovaných druhov uvedených systematických skupín sa vo vodách Žitavského luhu pravidelne vyskytovali len na odberových miestach 1, 2 a 3. Na odberových miestach 4, 5 a 6 výraznejšiu absenciu vykazovali prevažne larvy vodnárok (Megaloptera) a vážok (Odonata). Vo vodách Alívia Žitavy sa výskyt zástupcov všetkých sledovaných systematických skupín zaznamenal len na 4. odberovom

mieste. Na ďalších odberových miestach (s výnimkou 2. odberového miesta) sa vôbec nezaznamenal výskyt lariev potočníkov (Trichoptera). Jedinec ďalších systematických skupín sa zvyčajne nevyskytovali len na jednom, resp. dvoch odberových miestach (tab. 1 a 2).

V priebehu sledovaného obdobia sa vo vodách obidvoch monitorovaných chránených území celkovo zistilo až 175 rozmanitých druhov zoobentusu. Z nich sa na štruktúre zoobentusu ako PR Žitavský luh, tak aj PR Alívium Žitavy podieľalo len 82 druhov. Ďalšie zo zistených druhov sa sporadicky vyskytovali v mokraďových biotopoch len jednej z prírodných rezervácií. Vychádzajúc z autokologickej charakteristiky determinovaných druhov a zo zistenej druhowej skladby zoobentusu sa dá konštatovať, že štruktúru zoobentusu obidvoch prírodných rezervácií tvorili prevažne druhy euryvalentné, euryekné, teda nenáročné na podmienky prostredia a viac menej bežne sa vyskytujúce vo vodných biotopoch južného Slovenska.

Ako vyplýva z údajov uvedených v tabuľkách 1 a 2, permanentnú zložku zoobentusu obidvoch prírodných rezervácií tvorili Gastropoda, Isopoda, Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera a Chironomidae. S výnimkou čeľade Chironomidae, ktorej zástupcovia sa na jednotlivých odberových miestach prírodných rezervácií Žitavský luh aj Alívium Žitavy vyskytovali pravidelne, v každom odbere, výskyt zástupcov ostatných uvedených systematických skupín bol nepravidelný. Predovšetkým počet ich jedincov bol nielen v rámci jednotlivých odberov, ale aj na jednotlivých odberových miestach nerovnomerný, výrazne ovplynený odlišnými stanovištnými podmienkami, ale aj priebehom životného cyklu a dĺžkou života jednotlivých druhov benthických živočíchov. Dominantné zastúpenie v priebehu celého sledovaného obdobia malo predovšetkým zástupcovia kmeňa Mollusca – triedy Gastropoda. Vo vodách PR Žitavský luh boli systematickou skupinou s najväčším početným aj percentuálnym zastúpením na štruktúre zoobentusu (celkovo 7 948 jedincov, t. j. 30,61 %). Ako potvrdzujú výsledky uvedené v tab. 1 ich

Tabuľka 1 Početné a percentuálne zastúpenie systematických skupín zoobentusu (Žitavský luh)

Systematická skupina (1)	Odberové miesto 1 (2)		Odberové miesto 2 (2)		Odberové miesto 3 (2)		Odberové miesto 4 (2)		Odberové miesto 5 (2)		Odberové miesto 6 (2)	
	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)
Turbellaria	4	1,40	0	0	40	1,77	10	0,18	12	0,40	0	0
Gastropoda	82	2,12	506	10,24	34	1,50	2 286	40,55	1 276	41,37	3 764	60,99
Bivalvia	224	5,79	152	3,08	80	3,54	80	1,42	6	0,20	8	0,13
Oligochaeta	18	0,47	228	4,62	280	12,37	716	12,70	100	3,24	186	3,01
Hirudinea	18	0,47	58	1,17	34	1,50	10	0,18	16	0,52	10	0,16
Isopoda	20	0,52	810	16,40	1 048	46,31	214	3,80	18	0,58	28	0,45
Amphipoda	30	0,77	404	8,18	32	1,41	488	8,65	0	0	798	12,93
Ephemeroptera	332	8,58	1 976	40,01	168	7,42	978	17,34	758	24,58	0	0
Odonata	94	2,43	38	0,77	4	0,18	4	0,07	0	0	0	0
Heteroptera	4	0,10	111	2,25	18	0,80	36	0,64	88	2,85	198	3,21
Megaloptera	4	0,10	24	0,49	2	0,09	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	52	1,34	134	2,71	102	4,51	192	3,40	308	9,99	672	10,89
Trichoptera	1 964	50,75	102	2,06	124	5,48	6	0,116	26	0,84	10	0,16
Diptera (bez Chironomidae)	292	7,55	104	2,11	218	9,63	142	2,52	260	8,43	282	4,57
Chironomidae	732	18,91	292	5,91	79	3,49	476	8,44	216	7,00	216	3,50
Spolu (5)	3 870	100	4 939	100	2 263	100	5 638	100	3 084	100	6 172	100

Table 1 Number of individuals and percentual representation of zoobenthos systematic groups (Žitavský luh)
(1) systematic group, (2) sampling site, (3) number of individuals, (4) percentage, (5) total

Tabuľka 2 Početné a percentuálne zastúpenie systematických skupín zoobentosu (Alívium Žitavy)

Systematická skupina (1)	Odberové miesto 1 (2)		Odberové miesto 2 (2)		Odberové miesto 3 (2)		Odberové miesto 4 (2)		Odberové miesto 5 (2)		Odberové miesto 6 (2)	
	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)	ks (3)	% (4)
Turbellaria	44	3,13	118	2,67	32	2,20	68	2,56	22	1,59	52	3,84
Gastropoda	378	26,90	2 406	54,41	504	34,71	456	17,19	270	19,50	446	32,93
Bivalvia	6	0,43	70	1,58	76	5,23	100	3,77	36	2,60	60	4,43
Oligochaeta	80	5,69	70	1,58	50	3,44	56	2,11	106	7,66	86	6,35
Hirudinea	4	0,30	82	1,86	14	0,96	96	3,62	22	1,59	12	0,88
Isopoda	464	33,00	862	19,49	316	21,78	396	14,93	394	28,47	166	12,20
Amphipoda	0	0	268	6,06	74	5,1	20	0,75	10	0,72	0	0
Ephemeroptera	164	11,66	0	0	28	1,93	628	23,68	162	11,71	46	3,40
Odonata	14	0,99	6	0,14	0	0	38	1,43	20	1,45	12	0,88
Heteroptera	28	1,99	14	0,32	4	0,28	410	15,50	58	4,19	132	9,75
Coleoptera	84	5,97	198	4,48	132	9,09	144	5,43	138	9,97	140	10,43
Trichoptera	0	0	36	0,81	0	0	42	1,58	0	0	0	0
Diptera (bez Chironomidae)	30	2,13	36	0,81	122	8,40	124	4,66	22	1,60	64	4,72
Chironomidae	110	7,82	256	5,79	100	6,88	74	2,79	124	8,95	138	10,19
Spolu (5)	1 406	100	4 422	100	1 452	100	2 652	100	1 384	100	1 354	100

Table 2 Number of individuals and percentual representation of zoobenthos systematic groups (Alívium Žitavy)

(1) systematic group, (2) sampling site, (3) number of individuals, (4) percentage, (5) total

Tabuľka 3 Dominantné druhy zoobentosu

Druh (1)	Žitavský luh			Alívium Žitavy		
	n (2)	% (3)	stupeň dominancie (4)	n (2)	% (3)	stupeň dominancie (4)
Asellus aquaticus (Linné, 1758)	2138	8,93	D	2598	21,00	ED
Cloeon dipterum (Linné, 1761)	3112	12,99	ED	288	2,33	—
Gyraulus albus (O. F. Müller, 1774)	1296	5,41	D	672	5,43	D
Gyraulus riparius (Westerlund, 1865)	5934	24,77	ED	82	0,66	—
Chironomidae	2011	7,74	D	802	6,48	D
Valvata cristata (O. F. Müller, 1774)	—	—	—	640	5,17	D

D – dominantný druh, ED – eudominantný druh

D – dominant, ED – eudominant

Table 3 Dominant species of zoobenthos

(1) species, (2) number of individuals, (3) percentage, (4) value of dominance

výskyt sa vo väčšom počte zaznamenal na odberových miestach 4, 5 a 6, ktoré im pravdepodobne svojimi abiotickými aj biotickými vlastnosťami najviac vyhovovali pre život. Vo vodách PR Alívium Žitavy sa ich podiel na štruktúre zoobentosu zvýšil, pretože z celkového počtu 12 670 determinovaných bentických živočíchov až 4 460 jedincov (35,20 %) predstavovali Gastropoda (ulitníky). Z uvedeného počtu viac ako 50 % (2 406 jedincov) sa zaznamenalo na 2. odberovom mieste (tab. 2). Druhy, ktoré sa na sledovaných biotopoch vyskytovali najčastejšie a zároveň aj v najväčšom počte, boli: *Gyraulus albus*, *Valvata cristata*, *Bithynia leachi*, *Valvata piscinalis* a *Gyraulus laevis*. V porovnaní s našimi výsledkami (v PR Žitavský luh zaznamenaných 15 a v PR Alívium Žitavy 21 druhov ulitníkov), menší počet druhov živočíchov tejto systematickej skupiny zistil Čejka (2007), ktorý v PR Žitavský luh zaznamenal len päť druhov vodných mäkkýšov. Autor uvádza, že zo zistených druhov jednoznačne dominoval typický druh periodických mokradí kotúčka svetáčka (*Anisus spirorbis*). Výskyt tohto druhu sa pri našich pozorovaniach sice zaznamenal v priebehu celého sledovaného obdobia, nepatrým podielom na štruktúre zoobentosu (Žitavský

luh 1,34%; Alívium Žitavy 0,55%) ho však charakterizujeme ako druh výnimcočný až vzácny.

Ephemeroptera (podenky) zaraďuje Haviar (2006) medzi nenahraditeľnú zložku bentickej spoločenstiev tečúcich vôd. Ako však vyplýva z výsledkov uvedených v tab. 1 a 2 predstavujú taktiež významnú zložku mokradí a stojatých vôd. Ich zvýšený výskyt sa zaznamenal hlavne vo vodách PR Žitavský luh.

Systematickou skupinou s veľmi nízkym druhovým, početným aj percentuálnym zastúpením na celkovej skladbe zoobentosu boli pijavice (Hirudinea) – tab. 1 a 2. Nami zistený menší podiel pijavíc na štruktúre zoobentosu pravdepodobne súvisí s názorom, ku ktorému dospeli Majzlan et al. (1998) a Košel (2001). Podľa uvedených autorov pijavice uprednostňujú chladnejšie vody, preto svojim výskytom zasahujú do väčších nadmorských výšok, zatiaľ čo v biotopoch s menšou nadmorskou výškou je ich výskyt vzácnejší.

Pomerne vzácny bol aj výskyt zástupcov radu Odonata (vážky), ktoré v PR Žitavský luh skúmali aj Šácha (2000) a Šálek (2003). Napriek tomu že uvedení autori na tomto chránenom území zaznamenali prítomnosť až 18 druhov vážok,

v priebehu nami sledovaného obdobia sa zaznamenal výskyt len týchto sedem druhov lariev vážok: *Calopteryx splendens*, *Coenagrion pulchellum*, *Lestes sponsa*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Platycnemis pennipes*, *Somatochlora metallica* a *Sympetrum vulgatum*. V PR Alívium Žitavy sa okrem uvedených druhov zaznamenal aj výskyt druhov *Aeshna grandis*, *Anax imperator*, *Coenagrion puella*, *Sympetrum danae* a *Sympetrum flaveolum*, ktoré sa však na sledovaných odberových miestach nevyskytovali pravidelne.

Zo sledovaných systematických skupín, celkovým počtom zistených jedincov aj druhov, najmenší podiel na štruktúre zoobentosu malí Megaloptera, ktorí boli vo vodách PR Žitavský luh reprezentované len jediným druhom *Sialis lutaria*. Výskyt lariev uvedeného druhu, ani iných zástupcov Megaloptera sa vo vodách PR Alívium Žitavy nezaznamenal vôbec. Z celkového počtu 175 zaznamenaných druhov zoobentosu, druhom pravidelne sa vyskytujúcim vo vodách obidvoch monitorovaných prírodných rezervácií a zároveň aj druhom vyskytujúcim sa v najväčšom počte jedincov bol *Asellus aquaticus*. Nakoľko je typickým živočíchom obývajúcim hlavne stojaté a mierne tečúce vody, v ktorých sa na dne nachádza rozkladajúca sa rastlinná organická hmota, najväčší počet jeho jedincov sa zaznamenal predovšetkým na odberových miestach s väčším výskytom vodných rastlín a množstvom opadaného, často už rozkladajúceho sa a hnijúceho lístia. Vo vodách PR Žitavský luh aj Alívium Žitavy patril medzi druhy dominantné až eudominantné. K dominantným živočíchom obidvoch prírodných rezervácií patrili aj jedince čeľade *Chironomidae*. Okrem uvedených zástupcov zoobentosu medzi najčastejšie, takmer pravidelne a v najväčšom počte sa vyskytujúce druhy PR Žitavský luh patrili *Gyraulus riparius*, *Cloeon dipterum* a *Gyraulus albus*. V prírodnej rezervácii Alívium Žitavy to boli *Gyraulus albus* a *Valvata cristata* (tab. 3). Zistená štruktúra bentických živočíchov obidvoch prírodných rezervácií zodpovedá štruktúre vodných bezstavovcov bežne sa vyskytujúcich aj v iných biotopoch stojatých vód južného Slovenska. Nakoľko sa zaznamenali určité odlišnosti v druhovej aj početnej skladbe organizmov zoobentosu, spoločenstvo vodných bezstavovcov PR Žitavský luh sa môže hodnotiť ako bohatšie a stabilnejšie v porovnaní s rovnakým spoločenstvom živočíchov zistených vo vodách PR Alívium Žitavy.

Súhrn

V príspevku sa uvádzajú výsledky hydrobiologickej štúdie zameranej na porovnanie štruktúry zoobentosu dvoch významných prírodných rezervácií juhozápadného Slovenska. V sledovanom období (v rokoch 2005 a 2006) sa celkovo odobralo 24 vzoriek vody na šiestich odberových miestach prírodnej rezervácie Žitavský luh, čím sa získalo 25 966 jedincov, determinovaných ako 134 druhov bentických živočíchov; a 24 vzoriek vody na šiestich odberových miestach prírodnej rezervácie Alívium Žitavy, čím sa získalo 12 670 jedincov 126 druhov bentických živočíchov. Vzorky vody sa odoberali v pravidelných štvrtročných intervaloch. V monitorovaných vodných biotopoch sa na štruktúre zoobentosu zo 14 sledovaných systematických skupín početne aj percentuálne najviac podielali Gastropoda, Isopoda, Ephemeroptera a jedince čeľade Chironomidae. Naopak, najmenší podiel na štruktúre zoobentosu malí Megaloptera, Turbellaria a Odonta. Celkovou biodiverzitu spoločenstiev vodných bezstavovcov sa prírodná rezervácia Žitavský luh hodnotí ako bohatšia a vyrovnanejšia v porovnaní s prírodnou rezerváciou Alívium Žitavy.

Kľúčové slová: prírodná rezervácia, voda, monitoring, štruktúra zoobentosu, chránené druhy

Príspevok sa riešil v rámci grantových projektov VEGA – 1/0457/08 a 1/0275/08.

Literatúra

- BABÓ, T. 1983. Príspevok k avifaune Gedrianskych mokrých lúk na strednom toku Žitavy. In: Muzeálny spravodaj. Západoslovenské múzeum Trnava, 1983, s. 9–16.
- BALÁŽI, P. 2003. Biologické hodnotenie kvality vody (saprobita). In: Biospravodaj, roč. 5, 2003, č. 1–2, s. 11–12.
- BALÁŽ, I. – JANČOVÁ, A. – NOGA, M. 2003. Drobné zemné cicavce (Rodentia, Insectivora) prírodnnej rezervácie Žitavský luh. Msc., 4 s. (<http://www.zitava.sk/zl/zl-zivotistvo.html>) [cit. 2007/03/11]
- ČEJKA, T. 2007. Výskum mäkkýšov Žitavského luhu v minulom roku, 2007. Dostupné na internete: <http://www.zitava.sk> [cit. 2008-02-15].
- ELEXOVÁ, E. 2000. Hydrobiologický determinačný atlas, Konzumenty I., Bratislava : STIMUL, 2000, 75 s. ISBN 80-88982-22-7.
- HAVIAR, M. 2006. Druhové bohatstvo a odhad druhovej diverzity podeniek (Insecta, Ephemeroptera) v monitorovacích a referenčných vzorkáchoz Slovenska. Vodárenská biológia, Sborník konference, Praha, 2006, s. 22–29. ISBN 80-86832-17-1.
- HORA, J. – KAŇUCH, P. 1992. Významná ptačí území v Evropě – Československo. Československá sekce ICBP, Praha 114 s.
- KOŠEL, V. 2001. Hirudinológia pre hydrobiológov v praxi. In: Zborník z hydrobiologického kurzu, 2001, Rajecke Teplice, 2001, s. 37–54. ISBN 80-968282-8-2.
- LENGYEL, J. 2003. Inventarizačný prieskum avifauny lokality Luh a Dolná Gedra. Návrh aktualizovaného manažmentu PR Žitavský luh. Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny, 2003.
- MAJZLAN, O. – ANTALÍKOVÁ, M. – KALIVODOVÁ, Z. 1998. Makrozoobentos potoka Čierna voda s ohľadom na pijavice (Hirudinea) a vodné chrobáky (Coleoptera), Folia faunistica Slovaca, 1998, š. s. 45–49. ISSN 1335-7522.
- MURÁNSKY, P. – LENGYEL, J. – SÁDOVSKÝ, M. – KRČMÁR, M. 2004. Program záchrany a starostlivosti o PR Žitavský luh, 10 s.
- RAJCHARD, J. – KINDELMANN, P. – BALOUNOVÁ, Z. 2002. Eko- logie II., České Budějovice: Kopp nakladatelství, 2002, 120 s. ISBN 80-7232-190-0.
- ŘÍHOVÁ-AMBROŽOVÁ, J. 2007. Bentos. From Encyklopédie hydrobiologie: výkladový slovník [online]. Praha : VŠCHT Praha, 2007 [cit. 2008-04-08]. Dostupné na internete:<http://www.vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006/ebook.html?p=P030>.
- SLÁDEČEK, V. et al. 1981. Biologický rozbor povrchové vody. Komentár k ČSN 830532 – časť 6: Stanovení saprobního indexu. Praha : Vyd. Úradu pro normalizaci a měření, 1981, 186 s.
- SLOBODNÍK, V. – KADLEČÍK, J. 2000. Mokrade Slovenskej republiky. Prievidza : Slovenský zväz ochrancov prírody a krajiny, 2000, 148 s. ISBN 80-85453-37-1.
- ŠÁCHA, D. 2000. Príspevok k poznaniu vážok (Odonata) stredného Požitavia. Rosalia, Nitra, 2000, 15, s. 105–112.
- ŠÁLEK, P. 2003. Žitavský luh – k. ú. Maňa, okr. Nové Zámky, cca 74 ha. Co bylo pozorováno pri pochúzce terén v této veľmi pozoruhodnej lokalite, 2003. [cit. 2008-03-09], Msc. (http://www.zitava.sk/zl/zl_zivotistvo.html).
- ŠPORKA, F. 2003. Vodné bezstavovce (makrovertebráta) Slovenska, súpis druhov a autokologické charakteristiky. SHMÚ : Bratislava, 2003, 590 s. ISBN 80-88907-37-3.
- TIMM, T. 2002. Meiobenthos in some Estonian small stratified lakes. Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol., 51, p. 184–2003.

Kontaktná adresa:

RNDr. Alena Rakovská, CSc., Katedra environmentalistiky a zoologie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, ☎ 037/641 44 37, e-mail: alena.rakovska@uniag.sk

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 17–23

CHRÁNI MULČ RASTLINY PRED SUCHOM? PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA NA RASTLINÁCH DYNE ČERVENEJ

DOES MULCH PROTECT PLANTS FROM DROUGHT? A CASE STUDY IN WATERMELON

Peter FERUS, Silvia FERUSOVÁ, Ján KÓŇA

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

In order to determine the water saving capacity of different mulch materials and their colourization (black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene (PE) film) for watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) growth and development, a greenhouse experiment was carried out in autumn 2007. Water supply was stopped to pots covered by mulch, and plants were submitted to slow dehydration. On 20th day of dehydration at 1:30 p.m., the youngest expanded leaf from main stem was sampled for relative water content (RWC) determination. Thereafter, growth analysis comprising total leaf area, above-ground dry mass and inflorescence number specification followed. Soil substrate rehydration enabled root capacitance measurement supplemented by root dry mass determination. Despite of relatively long lasting dehydration, RWC fell to round 80 %, and the only significant water loss reduction (compared to non-mulched control) was observed in plants mulched by yellow PE film. In total leaf area and above-ground dry mass we found the same positive effect in every plastic film. Root dry mass reduction under black non-woven textile as well as increase under red foil were non-significant. However, root capacitance in plants mulched by the plastic film showed markedly higher values than non-mulched control. Therefore, we recommend this method for root magnitude assessment only. Female flower number was not affected by mulch and dehydration. On the other hand, probability of pollination and fruit formation, characterized by male flower number oscillated among mulches with highest values on brown and red PE foil, and lowest ones on black non-woven textile and in non-mulched plants. This parameter was significantly correlated with above-ground dry mass. Nevertheless, relationship between RWC and above-ground dry mass was mild strong only. In our former work under field conditions with sufficient water supply, mulch influenced fruit yield in a similar manner. This suggests no protection to extremely drought resistant watermelon exerted by mulch, and questions importance of irrigation in watermelon cultivation.

Key words: drought, mulch, watermelon, growth and development

Zmena distribúcie vzdušných mäs spojená s klimatickou zmenou nesie so sebou zvýšenú frekvenciu extrémnych environmentálnych situácií. Na jednej strane sú to dlho trvajúce či intenzívne sa prehľbujúce suchá, na druhej silné búrky a prietreže mračien s deštrukčným účinkom na rôznej úrovni života spoločnosti (Barros, 2006).

Vzhľadom na schopnosť obmedziť výpar z pôdneho povrchu (Grom, 2006), sa v technológii pestovania mnohých záhradných plodín ako vhodný ochranný pravok pred suchom javí aplikácia mulču. V literatúre sa najčastejšie stretávame s týmto intenzívňačným elementom v prípade kultivácie rajčiaka (Diaz-Perez et al., 2007; Diaz-Perez and Batal, 2002; Decotau, 2007; Hudu et al., 2002), papriky (Locher et al., 2005; Gough, 2001), uhoriek (Kaya et al., 2005; Saleh et al., 2003; Ibarra-Jimenez et al., 2008) melónov (Arancibia and Motzenbocker, 2008; Romic et al., 2003; Munguia-Lopez et al., 2000; Farias-Larios and Orozco-Santos, 1997) ale aj cibule (Diaz-Perez et al., 2004) či lokálne pestovaných druhov (napr. tomatilo, Diaz-Perez et al., 2005; jahody, Matuškovič, 2004; Matuškovič et al., 2002; Kirnak et al., 2001).

Na mulčovacie účely sa používa celá škála materiálov s množstvom variácií v rámci nich. Nepochybne najširšie využitie má polyetylénová fólia (Ibarra-Jimenez et al., 2008; Kaya et al., 2005; Locher et al., 2005). V súčasnosti však pribúda práca študujúcich aplikáciu bio- resp. fotodegradovateľných plastických hmôt (Romic et al., 2003), materiálov biologického pôvodu (slama, Diaz-Perez et al., 2004; kompost, odpad po recyklácii papiera a sena, Forge et al., 2003; piliny, drvina z cukrovej trstiny, papier a vrecovina, Olsen and Gounder, 2001) či anorganického mulču (hrubozrnný piesok a štrk, Xie et al., 2006), a netkaných textilií (Pfeiferová a Kóňa, 2007; Matuškovič, 2004).

Pritom účel použitia mulču nemusí byť výhradne vodoochranný. Jeho priamy efekt na úrodu a kvalitu plodov dyny červenej popisujú Farias-Larios a Orozco-Santos (1997). Na schopnosť regulovať dynamiku šírenia chorôb a škodcov ako aj rastu burín poukazujú Diaz-Perez et al. (2007), Forthnum et al. (2000) a Webster (2005).

V tejto práci sme sa zamerali na test schopnosti mulčovacieho materiálu (netkaná textília a polyetylénová fólia) a jeho zafarbenia (čierna, hnedá, červená a žltá) zmierniť negatívne následky postupnej dehydratácie na rast jednotlivých častí rastlín dyny červenej ako aj jej produkčný potenciál. Súčasťou tejto štúdie je tiež hodnotenie možností využitia nedeštrukčnej metódy zisťovania veľkosti koreňovej sústavy cestou merania kapacitancie.

Materiál a metódy

Rastlinný materiál

Priesady dyny červenej (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) hybridu Paladin F1 (Sakata Seed corp., Japonsko) s 3 pravými listami boli dospelované v zakoreňovačoch so substrátom AB Extra pre zeleninu (Agro CS a.s., ČR) začiatkom jesene 2007. Po presadení do 3 litrových plastových nádob so substrátom Potgrond H (Klasmann-Deilmann GmbH, Nemecko) pre pestovanie tekvicovitých zelenín, sa jednotlivé nádoby prekryli mulčovacím materiálom a prenesli do skleníka. Ako mulčovací materiál sme použili polyetylénovú fóliu Bralen RA 2-63 s farebným koncentrátom Maxithen (HP 231111 – žltý, HP 431641 – červený a HP 831951 – hnedý) s hrúbkou 50 µm

(Plastika a.s., SR) a netkanú textíliu čiernej farby (Milmar s.r.o., ČR). Pravidelná zálevka ako aj ochrana voči bakteriállym, hubovitým a živočíšnym škodlivým činiteľom na úrovni priesad či vyvíjajúcich sa rastlín boli zabezpečené. Keď stonky rastlín dosiahli takú dĺžku, že sa začali dotýkať podložky, na ktorej boli nádoby umiestnené (po 18 dňoch), prestalo sa so zálevkou a rastliny boli vystavené pozvoľnej dehydratácii.

Fiziologické a rastovo-produkčné merania

V dvadsiaty deň dehydratácie o 13:30 boli najmladšie expandované listy z hlavnej stonky (tretie od apexu) odobraté na gravimetrickú analýzu relatívneho obsahu vody (RWC):

$$RWC = (W_{ACT} - W_{DM}) \times 100 / (W_{SAT} - W_{DM}); \% \quad (1)$$

kde:

- W_{ACT} – hmotnosť vzorky pri odobratí (g)
- W_{SAT} – hmotnosť vzorky po trojhodinovej saturácii vodou (g)
- W_{DM} – hmotnosť sušiny vzorky (g)

Následovali merania rastovo-produkčných ukazovateľov zahŕňajúce analýzu hmotnosti sušiny stoniek a listov, ako aj počtu samčích a samičích kvietkov. Celková listová plocha na rastlinu bola zistená prostredníctvom priemeru špecifickej listovej plochy (SLA) tretích listov od apexu a bázy hlavnej stonky.

$$SLA = A/W_L; \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1} \quad (2)$$

kde:

- A – plocha listovej čepele
- W_L – hmotnosť jej sušiny

Po oddelení nadzemnej časti rastlín bol substrát hydratovaný a podrobenej meraniam kapacitancie koreňovej sústavy (van Beem et al., 1998) aparátu BK-810C (BK Precision, USA) poskytujúcej nepriamy údaj o jej veľkosti. V závere sme koreňový systém izolovali vyplavovaním a určili hmotnosť jeho sušiny, čo umožnilo vypočítať pomer hmotnosti sušiny nadzemnej a podzemnej časti.

V dvanásťty deň dehydratácie o 6.30 a 16.00 h bola pôdnym teplomerom snímaná teplota rizosféry v hĺbke 0,10 m. Teplometry boli umiestnené vždy v jednej z trojice nádob pripadajúcich na variant.

Štatistická analýza

Získané výsledky boli podrobenej štatistickej analýze rozptylu (LSD test, $P=0,01$) a sily vzťahu prostredníctvom aplikácií Statgraphics Plus v. 4.0 a MS Excel v. 2002.

Výsledky a diskusia

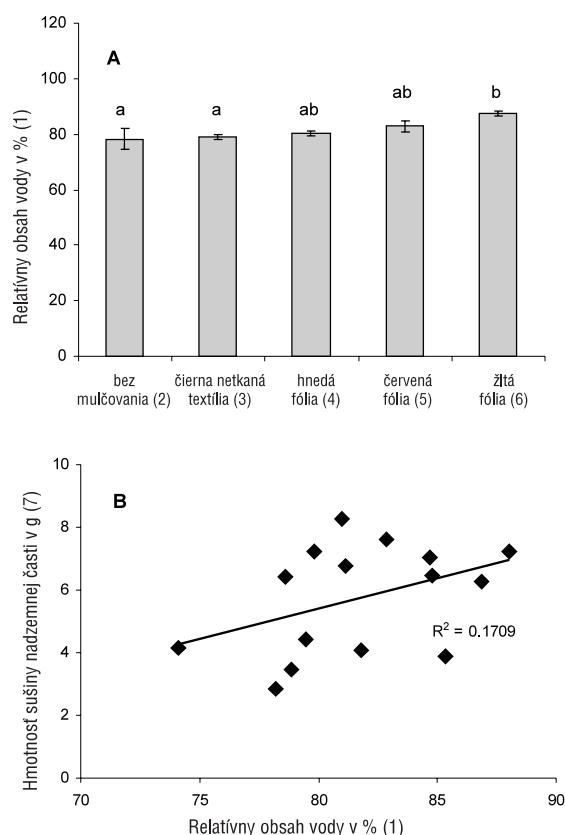
Napriek relatívne dlhodej dehydratácii (20 dní), relatívny obsah vody (RWC) v analyzovaných listoch rastlín dyne červenej poklesol len na úroveň približne 80 %. Pritom štatisticky preukaznú redukciu straty vody oproti nemulčovaným rastlinám zabezpečila zo všetkých mulčovacích materiálov iba žltá polyetylénová fólia (obr. 1A).

Proces dehydratácie spolu s mulčovacím materiálom výrazne zasiahli do rastovo-produkčného procesu dyne červenej. Celková listová plocha na rastlinu (obr. 2) ako aj sušina nadzemnej časti (obr. 3A), zahŕňajúca sušinu listov, stoniek, kvetov a úponkov, narástli štatisticky významne (oproti nemulčovanej kontrole) len v prípade aplikácie mulču na báze polyetylénovej

fólie. Efekt jej zafarbenia sa na týchto parametroch neprejavil. Potom analýza vzťahu tvorby nadzemnej biomasy a RWC ukázala iba miernu silu (obr. 1B).

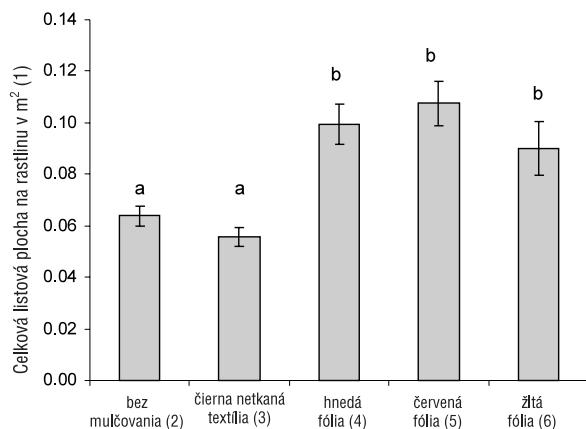
Polyetylénová mulčovacia fólia zlepšila akumuláciu sušiny a celkovú úrodu aj rastlín uhorky pestovaných v semi-aridných podmienkach (Kaya et al., 2005). Na rozdiel od poréznej netkanej textílie má teda schopnosť redukovať stratu vody, do určitej miery zodpovednú za obmedzený rast fytomasy. Pozvolná strata vody dáva tiež väčší priestor pre osmotické prispôsobenie (Morgan, 1984), ktoré je pri rastlincáh dyne červenej úzko späté s akumuláciou citrulinu s výrazným antioxidačným a stabilizačným účinkom (Yokota et al., 2002; Akashi et al., 2001).

Prehľbjujúci sa vodný deficit (Nilsen and Orcutt, 1996) ako aj aplikácia polyetylénovej fólie ako mulčovacieho materiálu (Romic et al., 2003) môže mať tiež za následok urýchlenie ontogenézy a urýchlenie zberu plodov dyne červenej. Značné zmeny v rastovo-vývojovom procese sú teda vyvolané aj priamym pôsobením mulčovacieho materiálu. Diaz-Perez a Batal (2002) poisisú pozitívny vzťah medzi teplotou v koreňovej zóne a rastom



Obrázok 1 Relatívny obsah vody v najmladších expandovaných listoch hlavnej stonky po 20 dňovej pozvoľnej dehydratácii rastlín dyne červenej ošetrených odlišným mulčovacím materiálom (A), a jeho vzťah k produkcií nadzemnej biomasy (B). Analýza rozptylu zodpovedá hladine významnosti 99 %

Figure 1 Relative water content (RWC) in the youngest expanded leaves in main stem of watermelon plants after 20 days of dehydration under different mulch material (control, black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene film) (A), and its relationship to plant above-ground dry mass (B). Letters indicate statistical difference at $P = 0,01$. (1) relative water content, (2) no mulch, (3) black non-woven textile, (4) brown PE film, (5) red PE film, (6) yellow PE film, (7) above-ground dry mass weight



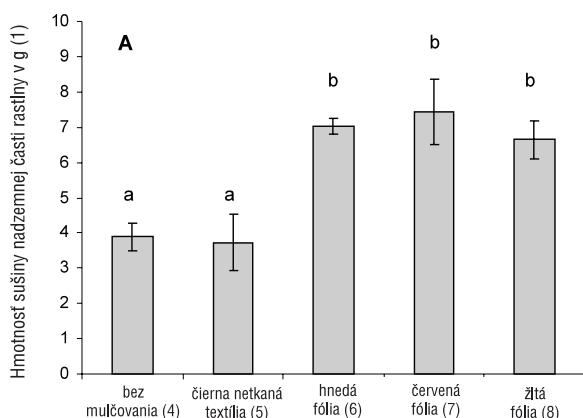
Obrázok 2 Celková listová plocha rastlín dyne červenej ako výsledok aplikácie odlišného mulčovacieho materiálu a dehydratácie. Analýza rozptylu zodpovedá hladine významnosti 99 %

Figure 2 Total leaf area per watermelon plant as a result of mulch application (control, black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene film) and dehydration. Letters indicate statistical difference at $P = 0.01$
(1) total leaf area per plant, (2) no mulch, (3) black non-woven textile, (4) brown PE film, (5) red PE film, (6) yellow PE film

a úrodom rajčiaka. Pritom teplota pôdy silne koreluje s intenzitou zafarbenia polyetylénového mulču (biely-strieborný-sivý-čierny).

Nadmerné zvýšenie teploty v blízkosti koreňovej sústavy pôsobí však na celkový rast negatívne. Príkladom je štúdia Munguia-Lopez et al. (2000), pri ktorej čistý výkon fotosyntézy (NAR) rodiacich rastlín melónu cukrového klesol následkom mulčovania degradovaťou fóliou až o 50 %. Zhang et al. (2008) poskytujú čiastočné vysvetlenie tohto poklesu, keď opisujú stomatárnu limitáciu fotosyntetickej asimilácie vyvolanú supraoptimálou teplotou na úrovni rizosféry (cestou zvýšenej produkcie kyseliny abscisovej).

Použitie bielej verzu čiernej mulčovacej fólie pri juvenilných rastlinách rajčiaka viedlo tiež k formovaniu odlišnej architektúry jedinca (Decotau, 2007). Na čiernej fólii sa tvorilo menej axilárnych stoniek a listová plocha sa na nich sústredila do šiesteho stonkového uzla, prícom na bielej do prvého a druhého. Distribúcia listovej plochy na hlavnej stonke vykazovala presne opačné usporiadanie.

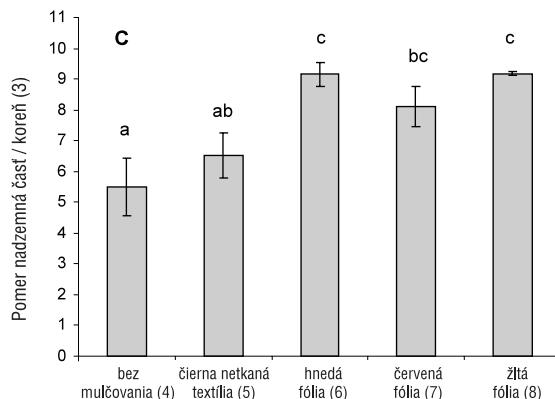
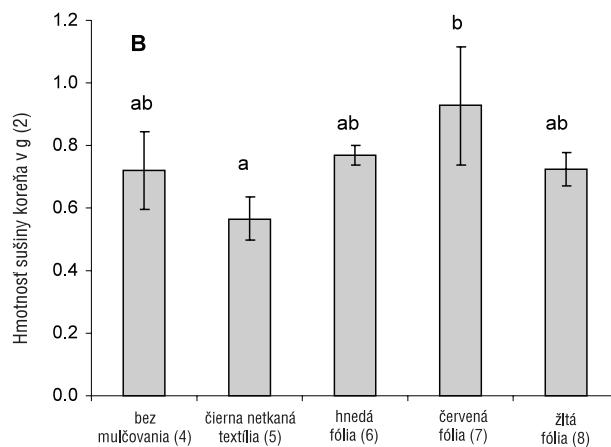


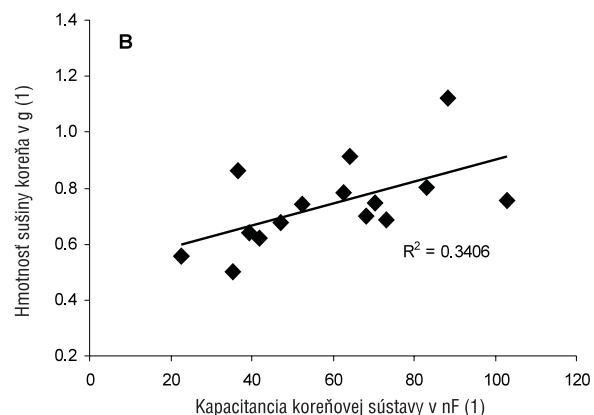
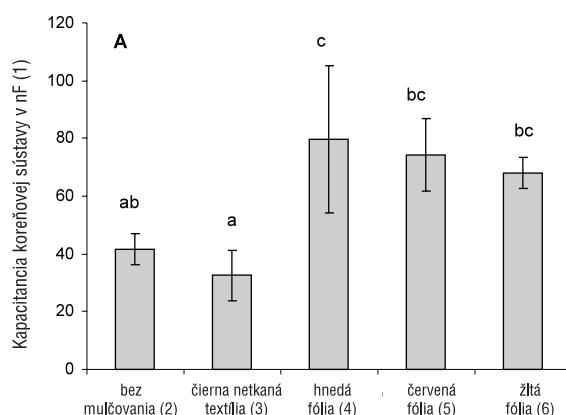
Obrázok 3 Hmotnosť sušiny nadzemnej časti rastlín (A) a podzemnej časti rastlín dyne červenej (B) a ich vzájomný pomer (C) na konci dehydratácie, ovplyvnené odlišným mulčovacím materiálom. Analýza rozptylu zodpovedá hladine významnosti 99 %

Figure 3 Above-ground (A) and root dry mass (B) of watermelon plants at the end of dehydration (20th day) as influenced by mulch material (control, black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene film), and their ratio (C). Letters indicate statistical difference at $P = 0.01$
(1) above-ground dry mass weight, (2) root dry mass weight, (3) above-ground dry mass/root dry mass ratio, (4) no mulch, (5) black non-woven textile, (6) brown PE film, (7) red PE film, (8) yellow PE film

Hoci sfarbenie polyetylénového mulču v našom pokuse nemalo v konečnom dôsledku vplyv na listovú plochu a sušinu nadzemnej fytomasy určované na konci dehydratačného cyklu, určitý podiel na variabilite, pravdepodobne skrytý súčasnej dehydratáciou, možno predpokladať. Okrem pôsobenia cez pôdnu teplotu, pripadá do úvahy aj zmena svetelných a teplotných pomerov nadzemných častí rastlín. Zvlášť markantný nárast v tvorbe sušiny očakávame v prípade rastlín mulčovaných červenou polyetylénovou fóliou. Zväčšenie podielu červenej farby výrazne prispieva k efektívnosti, s ktorou sa využíva vo fotosynteticom procese (zodpovedá absorpcnému maximu fotosyntetických pigmentov), na druhej strane však mení pomer červené/dlhovlnné červené (R/FR) žiarenie smerujúce k redukcii rastu internodíí ale k zvýšenej tvorbe sekundárnych výhonkov. Sumárne teda rastliny môžu vytvoriť viac nadzemnej biomasy ako na mulčovacích fóliach iných farieb. Skleníkový experiment v jesennom období (podobne ako v našom prípade) realizovaný na rastlinách uhorky to potvrzuje (Saleh et al., 2003).

Ako vidno na hmotnosti sušiny (obr. 3B) a kapacitancii koreňovej sústavy (obr. 4A), čierna netkaná textília spôsobila ne-signifikantnú redukciu rastu koreňovej sústavy. Jeho mierna stimulácia bola pozorovaná len pri rastlinách prekrytých polyetylénovou fóliou červenej farby. Meranie kapacitancie však ukázalo preukazný nárast pri všetkých mulčovacích fóliach a najväčší pri hnedej. Korelácia tohto parametra s hmotnosťou



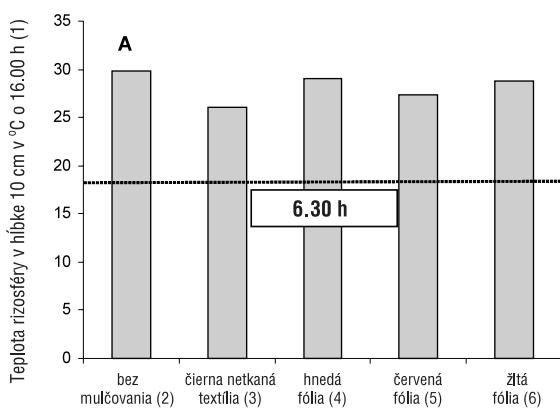


Obrázok 4 Kapacitancia koreňovej sústavy na konci dehydratácie rastlín dyne červenej ošetrovanej odlišným mulčovacím materiálom (A), a jej vzťah k hmotnosti sušiny koreňa (B). Analýza rozptylu zodpovedá hladine významnosti 99 %
Figure 4 Root capacitance of watermelon plants treated by different mulch materials (control, black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene film) at 20th day of dehydration (A), and its relationship to root dry mass (B). Letters indicate statistical difference at $P = 0.01$
(1) root capacitance, (2) no mulch, (3) black non-woven textile, (4) brown PE film, (5) red PE film, (6) yellow PE film, (7) root dry mass weight

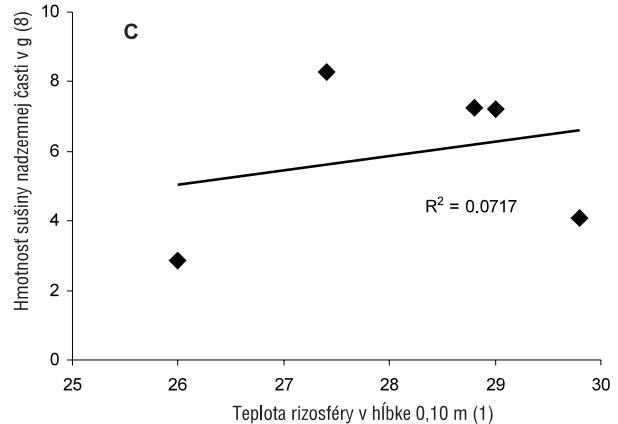
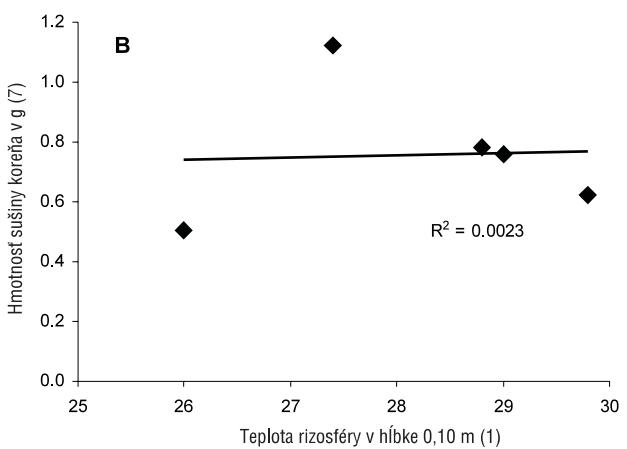
sušiny bola teda na vysokej úrovni (obr. 4B). Pomer hmotnosti sušiny nadzemnej a podzemnej časti rastlín (obr. 3C) sa následkom mulčovania zväčší v nasledovnom poradí: mierne v prípade čiernej netkanej textílie (v priemere asi o 1), štatisticky významné pri použíti červenej polyetylénovej fólie (v priemere asi o 2,5), a ešte výraznejšie pri hnedej a žltej fólii (v priemere asi o 3,5).

Teplota rizosféry v hĺbke 0,10 m v dvanásťty deň dehydratácie o 6.30 h vystúpila vo všetkých analyzovaných nádobách na úroveň 18 °C a o 16.00 h sa pohybovala na úrovni 30 °C (obr. 5A). Jej výraznejšie zniženie bolo pozorované iba pri čiernej netkanej textílii a červenej polyetylénovej fólii. Tieto výsledky však nekorelujú s hmotnosťou sušiny koreňovej sústavy (obr. 5B), ani nadzemnej časti rastlín (obr. 5C).

Dyňa červená je považovaná za model C3 xerofytu s extrémnou suchovzdornosťou (Yoshimura et al., 2008). Jej výnimočnosť spočíva vo zdvojenej stratégii prežitia, ktorá sa prehľbovaním sucha mení zo stratégie vyhnutia sa suchu na stratégii tolerancie sucha. Prvá sa spája s akceleráciou rastu koreňa s cieľom čo najrýchlejšie dosiahnuť zásobu vody vo väčšej hĺbke, druhá s akumuláciou chaperónov chrániacich bunkové štruktúry.



V nemulčovaných nádobách ako aj v nádobách prekrytých čierrou netkanou textíliou prebiehal pravdepodobne intenzívnejší výdaj vody formou evaporácie ako v prípade mulčovacej



Obrázok 5 Teplota rizosféry v hĺbke 0,10 m v nádobách prekrytých odlišným mulčovacím materiálom zistená v dvanásťty deň dehydratácie o 6.30 a 16.00 h (A), a jej vzťah k produkcií biomasy koreňa (B) a nadzemnej časti (C)

Figure 5 Morning (6:30 a.m.) and afternoon (4 p.m.) rhizosphere temperature in 10 cm depth on 12th day of dehydration as changed by mulch material (control, black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene film) (A), and its relationship to root (B) as well as above-ground dry mass (C)
(1) rhizosphere temperature in 10 cm depth at 4 p.m., (2) no mulch, (3) black non-woven textile, (4) brown PE film, (5) red PE film, (6) yellow PE film, (7) root dry mass weight, (8) above-ground dry mass weight

fólie. Preukazný rozdiel v RWC listov v blízkosti apexu bol však zaznamenaný len pri žltej fólii. Vďaka rozsiahlej listovej ploche, rastliny mulčované polyetylénovou fóliou s najväčšou pravdepodobnosťou vydávali vodu predovšetkým cestou transpirácie, a keďže medzi listovou plochou rastlín v týchto variantoch neboli preukazný rozdiel, menšia absorpcia žiarenia žltou fóliou mohla znížiť tlak na evaporáciu cez otvor v nej určený pre rastlinu, a tak vyústila do celkovo vyššej zásoby vody v pôde a rastline. Dynamika stravy vody jednotlivými časťami sa teda pri rastlinách na rôznych mulčovacích materiáloch môže výrazne lísiť. Pri nemulčovaných a mulčovaných čiernej netkanou textiliou mohla byť taká intenzívna, že rastliny prešli hneď na druhý typ stratégie a k výraznejšiemu rastu koreňa nedošlo. Spomalenosť rast môže byť tiež následkom sub- alebo supraoptimálnych teplôt v rizosfére či nevhodného zafarbenia mulčovacieho materiálu. Gough (2001) totiž popisuje, že hoci k zmenám architektúry koreňovej sústavy papriky následkom aplikácie mulču nedošlo, jeho zafarbenie významne negatívne zasiaholo do tvorby adventívnych koreňov v poradí strieborná-čierna-červená a laterálnych koreňov v postupnosti červená-čierna-strieborná. Nemulčované rastliny mali najrozšiahlejší koreňový systém. Nič z toho sa však pri našich rastlinách nepotvrdilo – pravdepodobne následkom druhovej odlišnosti a súčasnej dehydratácie.

Účinok teploty na rast koreňa nemožno v našom prípade vylúčiť, hoci medzi řou a hmotnosťou sušiny koreňa ba dokonca ani nadzemnej časti neboli zistený žiadny vzťah, a napriek tomu, že zapadala do intervalu optimálnych hodnôt (25 – 32 °C) pre klíčenie dyne červenej (Pevná et al., 1989; dátá o optimánoch pre rast koreňa chýbajú). Jeho formulovanie by zrejme vyžadovalo pravidelné merania počas celého dehydratačného cyklu. Teplota nemulčovanej pôdy je pritom spravidla nižšia ako pri mulčovanej a zároveň podlieha väčším výkyvom (Dodds et al., 2003). S nárastom intenzity odtieňa mulčovacieho materiálu narastá aj teplota pôdy (Diaz-Perez et al., 2007), a dôležitý je aj použitý materiál. Aký je však jej vývoj pri súčasnej dehydratácii, je otázne.

Meranie kapacitancie koreňa predstavuje jednoduchý nedestrukturčný spôsob, ako definoval veľkosť koreňovej sústavy. Jeho nevýhodou je však nevyhnutnosť hydratácie pôdneho substrátu (van Beem et al., 1998) a adaptácia na študovaný

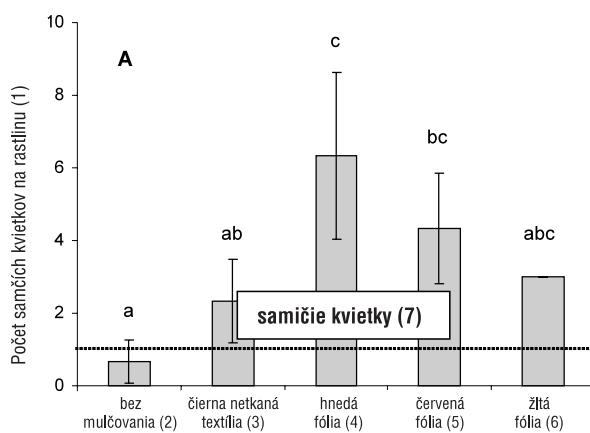
rastlinný druh, zahŕňajúca umiestnenie elektród na rastline a v pôde (Ozier-Lafontaine and Bajazet, 2005). Získavanie štvorce údajov z jednotlivých rohov štvorcových nádob po pozvoľnej hydratácii substrátu a ich analýza nám umožnila vytvoriť vysoko preukazný vzťah tohto parametra k hmotnosti sušiny koreňa. Vzhľadom k určitej odlišnosti výstupov u oboch prístupov, odporúčame túto metódu len na odhad veľkosti koreňovej sústavy.

Vo všeobecnosti sa alokácia asimilátov sústredila do nadzemnej časti rastliny a polyetylénový mulč ju výrazne znásobil. Zodpovednosť za tento jav možno pravdepodobne prisúdiť najmä pozvoľnej strate vody počas dehydratačného cyklu, no určitý podiel na ňom môžu mať aj zmenené svetelné pomery v nadzemnej časti rastlín.

Dehydratácia a mulčovací materiál zasiahli aj do tvorby samičích kvietkov, počet samičích zostaol pri všetkých rastlinách na úrovni 1 (obr. 6A). Zatiaľ čo pri čiernej netkanej textilií bol nárast počtu samičích kvietkov na rastlinu v priemere približne štvornásobný, žltá fólia zvýšila ich počet asi 5-krát, červená asi 7-krát a hnedá až 9-krát. Za štatisticky signifikantný možno však považovať len nárast pozorovaný na červenej a hnedej fólii. Ich formovanie do značnej miery (významná korelácia) súviselo s celkovým rastom nadzemnej biomasy (obr. 6B).

Z hľadiska optimalizácie mulčovacieho materiálu a jeho farby nie je dôležitý rast nadzemnej alebo podzemnej biomasy ale úroda plodov. Kritériom výberu mulču v našom pokuse, poukazujúcim na pravdepodobnosť opelenia a následnej tvorby plodov, je počet samičích kvietkov na jediný samičí kvietok na rastline pozorovaný na konci dehydratácie. Z tohto pohľadu dosiahli najlepšie výsledky rastliny na hnedej a červenej fólii. Počet týchto kvietkov pritom významne koreloval s hmotnosťou sušiny nadzemnej biomasy, čo poukazuje na fakt, že podpora vegetatívneho rastu stimuluje násadu samičích kvietkov.

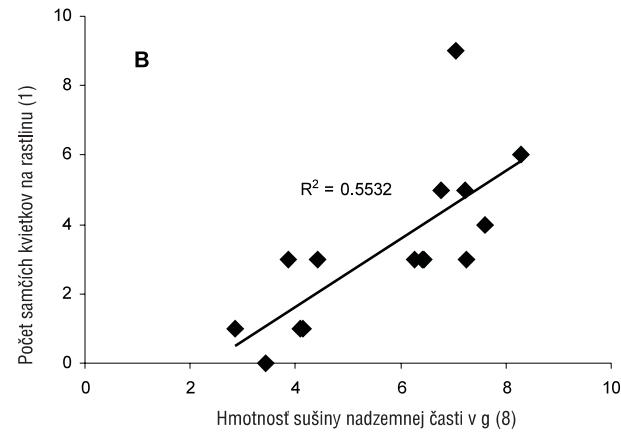
V polných podmienkach, pri kvapkovou závlahou optimalizovanou zásobe vody v pôde sa dosiahli najvyššie úrody plodov na červenej a žltej polyetylénovej fólii, a najnižšie na čiernej netkanej textilií a bez mulču, pričom veľmi tesne korelovali s teplotou rizosféry v hĺbke 10 cm (Pfeiferová a Kóna, 2007). Podobnosť so súčasnými výsledkami naznačuje rozhodujúci vplyv mulčovacieho materiálu a jeho zafarbenia – bez ohľadu na vlašové pomery rastlín.



Obrázok 6 Zmena počtu samičích a samičích kvietkov na rastlinu dyne červenej následkom aplikácie odlišného mulčovacieho materiálu a dehydratácie (A) a vzťah počtu samičích kvietkov k hmotnosti sušiny nadzemnej časti rastlín (B). Analýza rozptylu zodpovedá hladine významnosti 99 %

Figure 6 Number of male and female inflorescences in watermelon plants as influenced by mulch material (control, black non-woven textile, and brown, red and yellow polyethylene film) and dehydration (A), and relationship of male flower number to above-ground dry mass weight (B). Letters indicate statistical difference at $P = 0.01$

(1) number of male inflorescence per plant, (2) no mulch, (3) black non-woven textile, (4) brown PE film, (5) red PE film, (6) yellow PE film, (7) female flowers, (8) above-ground dry mass weight



V zahraničných prácach dominujú testy účinku čiernej, bielej a priesvitnej mulčovacej fólie na úrodu dyne. Romic et al. (2003) pozorovali najväčšie úrody na čiernej polyetylénovej fólii, Munguia-Lopez et al. (2000) súčasne na čiernej a priesvitnej, a Farias-Larios et al. (1997) na priesvitnej. Ibarra-Jimenez et al. (2008) však nedospeli k signifikantným rozdielom v úrode uhoriek na polyetylénovej fólii odlišného zafarbenia a s perforáciami (modrej, bielej, čiernej, čiernej perforovanej, červenej a hnedej polyetylénovej fólii).

Možno teda uzavrieť, že z testovaných alternatív mulčovacieho materiálu sa z pohľadu produkcie nadzemnej fytomasy ako aj potenciálnej tvorby úrody javí ako najvýhodnejšia aplikácia červenej resp. hnedej polyetylénovej fólie. Vzhľadom k extrémnej suchovzdornosti dyne červenej sa jej efekt pravdepodobne realizuje bez ohľadu na vodný režim rastlín, čo otvára otázku významu závlahy pri pestovaní tejto plodiny.

Súhrn

Za účelom definovania vodoochranného účinku mulčovacieho materiálu a jeho zafarbenia (čierna netkaná textília a hneda, červená resp. žltá polyetylénová (PE) fólia) bol na jeseň 2007 v skleníkových priestoroch realizovaný modelový pokus na rastlinách dyne červenej (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). Mulčom prekryté nádoby sa prestali zalievať a rastliny boli vystavené pozvoľnej dehydratácii. V dvadsiaty deň dehydratácie o 13.30 h. sa najmladší expandovaný list z hlavnej stonky odobral na analýzu relatívneho obsahu vody (RWC) a nasledovala rastová analýza zahŕňajúca zisťovanie veľkosti listovej plochy, hmotnosti sušiny nadzemnej biomasy a počtu samičích a samičích kvietkov. Po hydratácii pôdneho substrátu bola meraná kapacitancia koreňa a hmotnosť jeho sušiny. Napriek dlhodobej dehydratácii dosahoval RWC hodnoty na úrovni 80 %. Preukaznú redukciu straty vody následkom mulčovania sme pozorovali iba pri žltej fólii. Na listovej ploche a hmotnosti sušiny nadzemnej biomasy sme pri všetkých PE fóliách pozorovali rovnaký pozitívny efekt. Pokles hmotnosti sušiny koreňa na čiernej netkanej textílii a jej nárast na červenej fólii boli však neprekazné. Na druhej strane, kapacitancia koreňa ukázala na fóliách signifikantne vyššie hodnoty ako pri nemulčovanej kontrole. Z tohto dôvodu odporúčame túto metódu len na odhad veľkosti koreňového systému. Počet samičích kvietkov sa následkom mulčovania a dehydratácie nezmenil. Pravdepodobnosť opelenia a formovania plodu charakterizovaná počtom samičích kvietkov však výrazne kolísala, pričom najvyššie hodnoty dosiahla na hnedej a červenej mulčovacej fólii, a najnižšie na čiernej netkanej textílii a pri nemulčovaných rastlinách. Medzi týmto parametrom a hmotnosťou sušiny nadzemnej časti bola zistená významná korelácia. Na druhej strane, vzťah RWC a sušiny nadzemnej časti bol len mierne silný. V našej predchádzajúcej práci v polných podmienkach s dostatočnou zásobou vody v pôde bol však efekt mulčovacieho materiálu na úrodu plodov takmer totožný. To nás vedie k záveru, že mulč nepredstavuje pre extrémne suchovzdornú dyňu žiadnu ochranu pred suchom, a otvára otázku o význame závlahy pri kultivácii tejto plodiny.

Kľúčové slová: sucho, mulč, dyňa červená, rast a vývoj

Podávanie

Táto práca vznikla s podporou projektu AV/1109/2004 finančneho Grantovou agentúrou aplikovaného výskumu Ministerstva školstva SR.

Literatúra

- AKASHI, K. – MIYAKE, C. – YOKOTA, A. 2001. Citrulline, a novel compatible solute in drought-tolerant wild watermelon leaves is an efficient hydroxyl radical scavenger. In: FEBS Lett., vol. 508, 2001, no. 3, p. 438 – 442.
- ARANCIBIA, R.A. – MOTSENBOCKER, C.E. 2008. Differential watermelon fruit size in response to plastic mulch and spunbonded polyester rowcover. In: Horttech., vol. 18, 2008, no. 1, p. 45 – 52.
- BARROS, V. 2006. Globálni změna klimatu. Praha : Mladá fronta, 2006, 168 s. ISBN 80-204-1356-1
- DECOTCAU, D.R. 2007. Leaf area distribution of tomato plants as influenced by polyethylene mulch surface color. In: Horttech., vol. 17, 2007, no. 3, p. 341 – 345.
- DIAZ-PEREZ, J.C. – GITAITIS, R. – MANDAL, B. 2007. Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted wilt symptoms and yield of tomato. In: Sci. Hort., vol. 114, 2007, no. 2, p. 90 – 95.
- DIAZ-PEREZ, J.C. – PHATAK, S.C. – GIDDINGS, D. – BERTRAND, D. – MILLS, H.A. 2005. root zone temperature, plant growth, and fruit yield of tomatillo as affected by plastic film mulch. In: Hortsci., vol. 40, 2005, no. 5, p. 1312 – 1319.
- DIAZ-PEREZ, J.C. – RANDLE, W.M. – BOYHAN, G. – WALCOTT, R.W. – GIDDINGS, D. – BERTRAND, D. – SANDERS, H.F. – GITAITIS, R. 2004. Effects of mulch and irrigation system on sweet onion: 1. Bolting, plant growth, and bulb yield and quality. In: J. Am. Soc. Hort. Sci., vol. 129, 2004, no. 2, p. 218 – 224.
- DIAZ-PEREZ, J.C. – BATAL, K.D. 2002. Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. In: J. Am. Soc. Hort. Sci., vol. 127, 2002, no. 1, p. 127 – 135.
- DODDS, G.T. – MADRAMOOTOO, C.A. – JANIK, D. – FAVA, E. – STEWART, K.A. 2003. Factors affecting soil temperature under plastic mulches. In: Trop. Agric., vol. 80, 2003, no. 1, p. 6 – 13.
- FARIAS-LARIOS, J. – OROZCO-SANTOS, M. 1997. Color polyethylene mulches increase fruit quality and yield in watermelon and reduce insect pest populations in dry tropics. In: Gartenbauwiss., vol. 62, 1997, no. 6, p. 255 – 260.
- FORGE, T.A. – HOGUE, E. – NEILSEN, G. – NEILSEN, D. 2003. Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web. In: App. Soil Ecol., vol. 22, 2003, no. 1, p. 39 – 54.
- FORTNUM, B.A. – KASPERBAUER, M.J. – DECOTEAU, D.R. 2000. Effect of mulch surface color on root-knot of tomato grown in simulated planting beds. In: J. Nemat., vol. 32, 2000, no. 1, p. 101 – 109.
- GOUGH, R.E. 2001. Color of plastic mulch affects lateral root development but not root system architecture in pepper. In: Hortsci., vol. 36, 2001, no. 1, p. 66 – 68.
- GROM, J. 2006. Výskumná správa 2006. Nitra : VÚSAPL, Osobná komunikácia Silvia Pfeiferová.
- HUDU, A.I. – FUTULESS, K.N. – GWORGWOR, N.A. 2002. Effect of mulching intensity on the growth and yield of irrigated tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and weed infestation in semi-arid zone of Nigeria. In: J. Sustain. Agric., vol. 21, 2002, no. 2, p. 37 – 45.
- IBARRA-JIMENEZ, L. – ZERMENO-GONZALES, A. – MUNGUA-LOPEZ, J. – QUEZADA-MARTIN, M.A.R. – DELA ROSA-IBARRA, M. 2008. Photosynthesis, soil temperature and yield of cucumber as affected by colored plastic mulch. In: Acta Agri. Scan., vol. 58, 2008, no. 4, p. 372 – 378.
- KAYA, C. – HIGGS, D. – KIRNAK, H. 2005. Influence of polyethylene mulch, irrigation regime, and potassium rates on field cucumber yield and relates traits. In: J. Plant Nutr., vol. 28, 2005, no. 10, p. 1739 – 1753.
- KIRNAK, H. – KAYA, C. – HIGGS, D. – GERCEK, S. 2002. A long-term experiment to study the role of mulches in the physiology and macro-nutrition of strawberry grown under water stress. In: Aust. J. Agric. Res., vol. 53, 2002, no. 9, p. 1085 – U30.
- LOCHER, J. – OMBODI, A. – KASSAI, T. – DIMENY, J. 2005. Influence of coloured mulches on soil temperature and yield of sweet pepper. In: Eur. J. Hort. Sci., vol. 70, 2005, no. 3, p. 135 – 141.
- Matuškovič, J. 2004. Netkané textílie pri úspešnom pestovaní jačôd. Nitra : SPU, 2004, 22 s. ISBN 80-8069-321-8

- MATUŠKOVIČ, J. – BOGDAN, M. – JURÍČEK, M. – MIKLA, J. 2002. Vplyv netkanej textílie a iných agrobiologických faktorov na pestovanie jahôd. In: Rožnovský, J. – Litschmann, T. (ed.): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Morave 2. – 4. září 2002, s. 307 – 311. ISBN 80-85813-99-8.
- MORGAN, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. In: Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1984, no. 35, p. 299 – 319.
- MUNGUIA-LOPEZ, J. – QUEZADA-MARTIN, R. – DELA ROSA-IBARRA, M. – CEDENO-RUVALCABA, B. 2000. Phyton, 2000, no. 69, p. 37 – 44.
- NILSEN, E.T. – ORCUTT, D.M. 1996. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. John Wiley & Sons, 1996, 689 p. ISBN 0-471-03512-6
- OLSEN, J.K. – GOUNDER, R.K. 2001. Alternatives to polyethylene mulch film – a field assessment of transported materials in capsicum (*Capsicum annuum* L.). In: Aust. J. Exp. Agric., vol. 41, 2001, no. 1, p. 93 – 103.
- OZIER-LAFONTAINE, H. – BAJAZET, T. 2005. Analysis of root growth by impedance spectroscopy. In: Plant Soil, vol. 277, 2005, no. 1 – 2, p. 299 – 313.
- PEVNÁ, V. et al. 1989. Záhradníctvo. Bratislava : Príroda, 1989. 622 s. ISBN 80-07-00039-9.
- PFEIFEROVÁ, S. – KÓŇA, J. 2007. Vplyv mulčovania na výšku úrody dyny červenej (*Citrullus lanatus* MANSF.) In: Vplyv globálneho otepľovania na pestovanie zeleniny. Zmeny v legislatíve EÚ. Nitra : Garmond, 2007, s. 40 – 43. ISBN 978-80-89148-37-0.
- ROMIC, D. – BOROSIC, J. – POLJAK, M. – ROMIC, M. 2003. Polyethylene mulches and drip irrigation increase growth and yield in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). In: Eur. J. Hort. Sci., vol. 68, 2003, no. 4, p. 192 – 198.
- SALEH, S.M. – MEDANY, M.A. – EL-BEHIRY, U.A. – ABU-HADID, A.F. 2003. Effect of polyethylene colour on the growth and production of cucumber (*Cucumis sativus*) under greenhouses during autumn season. In: Proceedings of the international symposium on the horizons of using organic matter substrates in horticulture, 2003, no. 608, p. 259 – 265.
- VAN BEEM, J. – SMITH, M.E. – ZOBEL, R.W. 1998. Estimating root mass in maize using a portable capacitance meter. In: Agr. J., 1998, no. 90, p. 566 – 570.
- WEBSTER, T.M. 2005. Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nut-sedge (*Cyperus rotundus*). In: Weed Sci., vol. 53, 2005, no. 6, p. 834 – 838.
- XIE, Z.K. – WANG, Y.J. – JIANG, W.L. – WEI, X.H. 2006. Evaporation and evapotranspiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China. In: Agric. Water Manag., vol. 81, 2006, no. 1 – 2, p. 173 – 184.
- YOKOTA, A. – KAWASAKI, S. – IWANO, M. – NAKAMURA, C. – MIYAKE, C. – AKASHI, K. 2002. Citrulline and DRIP-1 protein (ArgE homologue) in drought tolerance of wild watermelon. In: Annals Bot., 2002, no. 89, p. 825 – 832.
- YOSHIMURA, K. – MASUDA, A. – KUWANO, M. – YOKOTA, A. – AKASHI, K. 2008. Programmed proteome response for drought avoidance/tolerance in the root of a C3 xerophyte (wild watermelon) under water stress. In: Plant Cell Physiol., vol. 49, 2002, no. 2, p. 226 – 241.
- ZHANG, Y.P. – QIAO, Y.X. – ZHANG, Y.L. – ZHOU, Y.H. – YU, J.Q. 2008. Effects of root temperature on leaf gas exchange and xylem sap abscisic acid concentration in six Cucurbitaceae species. In: Photosynthetica, vol. 46, 2008, no. 3, p. 356 – 362.

Kontaktná adresa:

Ing. Peter Ferus, PhD., Katedra botaniky, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, SR, ☎ +421 37/641 44 43, e-mail: peter.ferus@uniag.sk

Acta horticulturae et regiotecturae 1

Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriæ, 2010, s. 23–25

MONITORING PRIEBEHU REFLEXIE VEGETÁCIE V ZÁVISLOSTI OD ZMENY JEJ VLHKOSTI**MONITORING OF COURSE OF THE VEGETATION REFLECTION IN DEPENDENCE
ON THE CHANGE OF HUMIDITY**

Lucia TÁTOŠOVÁ, Eva ŠMITALOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

Each matter has different radiant properties, different ability to emit, absorb, transmit or reflect electromagnetic radiation to an extent characteristic for the given material. These features describe its spectral characteristics expressed by the dependence course of the reflectance or emissivity on the wavelength. By measuring the radiation in different wavelengths the characteristics of the material can be defined. Spectral reflection of the plant crops is influenced by various factors, including humidity. Information about the changes in external factors can be obtained through the measurement of leaf area reflection in various spectral bands. The aim of our research was to recognize relevant state parameters from the knowledge of the relationship between spectral characteristic of vegetation and the best spectral band for the measurement. From the evaluation of the measured values, the change of course of the vegetation reflection depending on the humidity change can be inferred. Spectral characteristics of vegetation were measured experimentally in laboratories by using the available equipment.

Key words: reflection, solar radiation, electromagnetic spectrum, vegetation, water content of the plant

Voda je nevyhnutnou podmienkou pre rast rastlín. Voda má veľmi rýchly kolobeh v ekosystémoch a jej zásoba v rastlinách a v pôde postačuje len na pomerne krátku dobu. Najčastejšie dopĺňovanie zásob vody je zrážkami, avšak tie sú často neprä-

videlné a náhodné, a tak nie sú vylúčené ani dlhšie periody sucha (Procházka et al., 1998). Aj trend klimatických zmien za posledných sto rokov signalizuje stály pokles sumy ročných atmosférických vodných zrážok a pokles ročných priemerov re-

latívnej vlhkosti vzduchu. Súčasne sa zvyšujú priemerné ročné teploty vzduchu a narastajú transpiračné požiadavky na vodu. Períody sucha medzi atmosférickými zrážkami sa predĺžujú, takže rastliny často trpia nedostatkom vody (Masarovičová, Repčák a ď., 2002). Voda patrí medzi najdôležitejšie klimatické činitele najmä preto, že vlhkostné podmienky stanovišta rastlín sa v niektorých oblastiach stávajú najväčšou prekážkou pri zvyšovaní úrovne rastlinnej výroby (Krištín a ď., 1989), nakoľko obmedzujú rast a produktivitu rastlín. Jednou z cieľov monitorovania stavu poľnohospodárskych plodín so zameraním sa na ovplyvnenie vodným stresom sú metódy založené na určení charakteristik žiarivých vlastností – reflexie vybranej poľnohospodárskej plodiny v rôznych vlahových podmienkach v rastovej fáze vegetačného obdobia najviac ovplyvňovanej obsahom vody. Vzhľadom na to, že reflexia dopadajúcej energie sa liší v závislosti od vlnovej dĺžky, optické správanie sa každého povrchu môže byť zaznamenané v distribučnej krivke jeho reflexie pozdĺž slnečného spektra (Seker and Tavil, 1996).

Nakoľko sa obsah vody v rastline neustále mení, zamerali sme sa na monitorovanie reflexie počas dňa, pričom sme hodnotili priebeh reflexie rastlín vystavených postupnému vodnému deficitu v priebehu dňa a vzájomné vzťahy medzi reflexiou a obsahom vody v sledovanej rastline.

Materiál a metódy

Predmetom skúmania boli 3 rastliny kukurice siatej pestovanej na siláz (*Zea mays* – hybrid TURINI) vystepované v skúmanej oblasti VPP Kolíňany a prenesené do laboratórnych podmienok. Vzorky boli vystavené slnečnému žiareniu, pričom dve z nich boli zbavené pôdneho substrátu, čím sme zvýraznili vplyv nedostatku vody v rastline.

Určenie spektrálnej odraznosti vzoriek kukurice bolo vykonané prístrojom LiCOR LI-1800 so štandardnou 0,5 mm výstupnou štrbinou. Merania boli vykonané v spektrálnom rozpätí 400 – 1 100 nm s krokom 2 nm. Na meranie vzoriek bola použitá vonkajšia integračná sféra, ako referenčný materiál pre stanovenie spektrálnej odraznosti spektrotfotometricky čistý sýran bárnatý ($BaSO_4$), na prácu s prístrojom LiCOR LI-1800 bol potrebný program PROCOMM.

Súbežne s týmito meraniami prebiehalo hodnotenie obsahu vody v rastline prostredníctvom parametrov RWC (relatívny obsah vody) a VSD (vodný sýtostný deficit). Parameter RWC predstavuje podiel skutočného obsahu vody v rastline z obsahu vody pri plnom nasýtení vyjadrený v percentách (vzťah 1.1).

$$RWC = \frac{\bar{C}H - SU\check{S}}{SH - SU\check{S}} \times 100 \quad (1.1)$$

kde:

- $\bar{C}H$ – čerstvá hmotnosť pletiva listu
- $SU\check{S}$ – sušina
- SH – saturovaná hmotnosť pletiva listu

Parameter VSD predstavuje rozdiel medzi obsahom vody v rastline v danom okamihu a jej obsahom pri maximálnom nasýtení vyjadrený v percentách (vzťah 1.2).

$$VSD = \frac{SH - \bar{C}H}{SH - SU\check{S}} \times 100 \quad (1.2)$$

kde:

- $\bar{C}H$ – čerstvá hmotnosť pletiva listu
- SH – saturovaná hmotnosť pletiva listu
- $SU\check{S}$ – sušina (Masarovičová, Repčák a ď., 2002).

Metodický postup meraní

Merania spektrálnej reflexie sledovaných rastlín ako aj súbežné hodnotenie obsahu vody v rastline prostredníctvom parametrov RWC a VSD prebiehali cca v hodinových intervaloch.

Meranie reflexie začalo spustením programu PROCOMM a zadáním príkazu PA, ktorým sme upravili meracie parametre podľa potreby. V tomto kroku sme si zvolili rozsah skúmaného spektra 400 – 1 100 nm s intervalom 2 nm. Príkazom ME sme si volili banku, do ktorej sa nám ukladali dátá. Nasledovalo snímanie vzorky. Skúmanú vzorku sme vložili do portu na meranie. Po zapnutí batérie iluminátora sme docielili jej osvetlenie. Následne sme zadali príkaz SC, názov súboru a potvrdením sme začali skenovanie.

Údaje uložené vo vybranej banke sme zobrazili príkazom SH a uložili vo formáte kódovacieho systému ASCII. Tieto údaje sme už spracovali pomocou MS EXCEL© na hodnoty reflexie.

Najpoužívanejšou metódou stanovenia vodného deficitu je metóda podľa Stockera, podľa ktorej sme v blízkosti miesta merania odrezali kúsok z listu vzorky, a dali sme ho na 4 hodiny nasýtiť destilovanou vodou v temnom prostredí nasýtenom vodnými parami. Po tomto čase sme odrezky jemne osušili a zvážili, čím sme získali hodnotu hmotnosti plného nasýtenia. Hodnoty parametrov RWC a VSD sme získali výpočtom podľa vzťahov 1.1 a 1.2.

Výsledky a diskusia

Priebeh reflexie vzoriek kukurice

Rozsah skúmaného spektra reflexie troch variantov rastliny kukurice počas dňa je charakterizovaný žiareniom vlnových dĺžok od 400 nm do 1 100 nm, pričom viditeľná časť spektra predstavuje rozsah približne do 780 nm a rozsah blízkeho infračervenejho žiarenia (NIR) od 760 nm.

Priebeh reflexie jednotlivých vzoriek kukurice A, B a C je v priebehu dňa veľmi podobný. Vo všetkých troch prípadoch je reflexia viditeľnej časti spektra slabá. K výraznému zvýšeniu dochádza v oblasti zeleného spektra (cca 550 nm), ktorá je ovplyvňovaná chlorofylom. Toto reflexné maximum sa nachádza medzi dvoma absorpčnými pásmi – modré (450 nm) a červené (650 nm), v ktorých chlorofyl pohlcuje väčšinu žiarivej energie. Celkovo je odrazené žiarenie pomerne málo intenzívne, nakoľko je z veľkej časti absorbované a z časti prechádza listom. V pásmi NIR absorbuje listový materiál všetkých troch vzoriek iba malý podiel žiarenia, ktorá je rozptyľovaná mnohonásobným odrazom na rozhraniach optickej hustoty vo vnútri štruktúry mezofylu. Tak dochádza k prudkému nárastu hodnôt reflexie v oblasti 700 nm, čo je pre vegetáciu typické, nakoľko je oblasť NIR ovplyvňovaná hrubou štruktúrou špongióvého mezofylu vo vnútri listov a charakterizovaná veľmi nízkou absorpciou. Od pásmu 760 nm sú hodnoty pomerne vysoké, iba v pásmi NIR v oblasti 775 nm a 940 nm indikuje grafické zobrazenie spektrálneho priebehu reflexie kukurice drobné zmeny. Oblast začiatku vysokej odrazivosti v pásmi NIR sa považuje za hranicu červenej – tzv. Red Edge. Jej presná poloha udáva obsah chlorofylu v listoch.

Priebeh reflexie vzorky A, B a C v zelenom pásme (550 nm) má v priebehu meraní počas dňa vzrastajúci charakter v dopoludňajších a stúpajúci v popoludňajších hodinách. Podobné charakteristiky majú reflexné minimá v modrom (500 nm) a červenom pásme (680 nm). V pásme NIR dochádza od začiatku výskumu k väčšiemu nárustu hodnôt. Vo vzorkách A a C dochádza cca po 10.00 h k miernemu poklesu hodnôt, iba vo vzorke B pokračuje ich stúpanie až do 12.00 h. Všetky vzorky majú najvyššiu reflexiu napoludnie o 12.00 h (cca 60%). Popoludní nastáva opäť pokles hodnôt, pričom k stúpaniu (do 16.00 h) dochádza iba na vzorke C po dosiahnutí najnižšej hodnoty popoludňajšej reflexie (15.00 h) (cca 52%).

Priebeh obsahu vody v kukurici

Nedostatok obsahu vody v rastline, ktorý predstavuje často až 90%, spôsobuje vodný stres, ktorý má za následok rôzne deformácie. Všetkým vzorkám kukurice sme počas výskumu cielene zamedzili prístup k vode, čím sme sledovali zmenu jej obsahu v listoch počas dňa. Hodinové sledovanie nám umožnilo získať komplexný prehľad o priebehu vysychania jednotlivých vzoriek.

Hodnoty RWC sa pohybovali od cca 80% až po 55,13%. Najvyššie boli na začiatku výskumu, potom plynule klesali. Počas prvých dvoch hodín najmenej klesla vlhkosť vo vzorke A (1,15%), viac vo vzorke C (5,21%) a najvýraznejšie sa menila vlhkosť vo vzorke B (13,35%). Tieto rozdiely boli spôsobené rôznym obsahom pôdnego substrátu v nádobách, kedy vzorka A mala koreňový systém úplne zasypaný pôdnym substrátom, ostatné vzorky ho mali obnažený – koreňový systém vzorky B sme od substrátu očistili viac, C menej. Od začiatku výskumu mali rastlinné vzorky hodnoty pod 90%, čo spočiatku spôsobilo zatváranie prieduchov, pod hodnotu 70%, spôsobujúc zásah do metabolizmu, sa dostala vzorka B medzi 3. a 4. meraním približne o 11,45 h, vzorka C približne okolo 13,30 h.

Hodnoty VSD nám umožnili stanoviť, aký vodný sýtostný deficit sa nachádza v rastline. Všetky tri vzorky sa už na začiatku výskumu nachádzali v stave kritického VSD (10 – 30%), ten sa však označuje ako prechodný VSD, nakoľko sa obyčajne v priebehu noci vyrovňáva vplyvom zníženia výparnosti atmosféry, kondenzáciou rosy, zatvorením prieduchov a pod. Hranicu subletálneho VSD (30 – 50%) prekročili iba vzorky B (11,45 h) a C (13,30 h). Pri týchto hodnotách došlo vo vzorkách B a C k irreverzibilnému poškodeniu 5 – 10% plochy sledovaného listu a k poruchám metabolismu. Žiadna zo skúmaných vzoriek nedosiahla stav letálneho VSD (>50%).

Vyhodnotenie vzájomných závislostí meraných veličín vzoriek kukurice variantov A, B, C

Pri hodnotení priebehu reflexie počas dňa sme zistili, že reflexia rastlín v dopoludňajších hodinách má stúpajúci charakter, v popoludňajších klesajúci, pričom maximá dosahuje na popoludnie. Pre vyhodnotenie súčasnej rady meraní sme určili pravé popoludnie (12.00 h) ako obdobie najvhodnejšie na meranie reflexie rastlín v priebehu vysúšania, nakoľko z hľadiska sledovania rozptylu hodnôt v tomto čase dosahuje rastlina maximálne hodnoty. Rozdiely medzi touto hodnotou a hodnotami na začiatku a konci dňa indikujú váhu vodného stresu – čím má rastlina vyššie hodnoty VSD, tým budú väčšie rozdiely medzi hodnotami reflexie na začiatku a konci dňa a na pravé popoludnie. Sledovaním rozpätia hodnôt sme tiež zistili, že porovnaním hodnôt reflexie na konci jedného dňa a hodnôt na začiatku druhého by nám umožnili získať informáciu o tom, či rastlina počas noci bola schopná vyravnovať VSD alebo nie. Čím bližšie by boli hodnoty, tým by bola nižšia schopnosť vyravnania. Tieto závery sa

odporúčajú potvrdiť ďalším výskumom trvajúcim niekoľko dní, obohateným o merania počas noci. Dá sa očakávať, že za mierne zmenených vonkajších podmienok ranné meranie bude mať priebeh za rovnakých podmienok rovnaký. Pokiaľ v priebehu noci nedôjde k redistribúcii vodných zásob, potom rozdiel v hodnotách reflexie bude signalizovať kritický stav. V ďalšom priebehu bude potrebné porovnávať celodenné priebehy reflexie v priebehu suchého obdobia.

Súhrn

Každý materiál má rozdielne žiarivé vlastnosti, rozdielnu schopnosť vyžarovať, absorbovať, prepúšať alebo odrážať elektromagnetické žiarenie do miery charakteristickej pre daný materiál. Tieto vlastnosti popisuje jeho spektrálna charakteristika vyjadrená priebehom závislosti odrazivosti alebo emisivity od vlnovej dĺžky. Pri meraní množstva žiarenia v rôznej vlnovej dĺžke možno definovať charakteristiky skúmaného materiálu. Spektrálna odraznosť rastlinných porastov je ovplyvňovaná rôznymi faktormi, medzi ktoré patrí aj vlhkosť. Informácie o zmenách vonkajších faktorov je možné získať pomocou merania reflexie listovej plochy v rôznych spektrálnych pásmach. Cieľom nášho výskumu bolo zistiť príslušné stavové parametre zo znalosti vzťahu medzi spektrálnou charakteristikou vegetácie a najvhodnejším spektrálnym pásmom pre meranie. Z výhodnotenia nameraných hodnôt sa dá odvodit zmena priebehu reflexie vegetácie v závislosti od zmeny jej vlhkosti. Spektrálne charakteristiky vegetácie boli zistované experimentálne v laboratóriách pomocou dostupných prístrojov.

Kľúčové slová: reflexia, slnečné žiarenie, elektromagneticke spektrum, vegetácia, obsah vody v rastline

Literatúra

- ALBERTZ, J. 2001. Einführung in die Fernerkundung: Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001, 249 s. ISBN 3-534-14624-7
- KOLÁŘ, J. 1990. Dálkový průzkum Zeme. Praha : SNTL, 1990, 176 s. ISBN 80-03-00517-5
- KRIŠTÍN a i. 1989. Náuka o prostredí. Bratislava : Príroda, 1989, 414 s. ISBN 80-07-00064-X
- RAŠI, R. 2003. Využitie spektrorádiometrie v klasifikácii poškodenia lesov : dizertačná práca. Zvolen : TU, 2003, 101s.
- MASAROVIČOVÁ, E. – REPČÁK, M. et al. 2002. Fyziológia rastlín. Bratislava : UK, 2002, 304 s. ISBN 80-223-1615-6
- PROCHÁZKA, S. et al. 1998. Fyziologie rostlin. Praha : Academia AV ČR, 1998. 484s. ISBN 80-200-0586-2
- SEKER, D. Z. – TAVIL, A. U. 1996. Evaluation of exterior building surface roughness degrees by photogrammetric methods. Building and Environment, vol. 31, 1996, no. 4, p. 393 – 398.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. – SCHEER, L. 1996. Diaľkový prieskum zeme v lese. Zvolen : TU, 1996, 165 s. ISBN 80-228-0555-6

Kontaktná adresa:

Ing. Lucia Tátošová, PhD. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Hospodárska 7, 949 76, Nitra, ☎ 037/641 52 21, e-mail: Lucia.Tatosova@uniag.sk; Ing. Eva Šmitalová, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra krajinného inžinierstva, Hospodárska 7, 94976, Nitra, ☎ 037/641 52 39, e-mail: eva.smittalova@uniag.sk

Acta horticulturae et regiotecturae 1
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2010, s. 26–28

VÝSLEDKY SADOVNÍCKEHO HODNOTENIA DREVÍN V ZELENI OKOLO NÁRODNEJ KULTÚRNEJ PAMIATKY SLAVÍN – BRATISLAVA

RESULTS OF THE WOODY PLANTS HORTICULTURAL EVALUATION IN THE GREENERY AROUND THE NATIONAL CULTURAL HERITAGE SLAVÍN – BRATISLAVA

Gabriela JUHÁSOVÁ,¹ Katarína ADAMČÍKOVÁ,¹ Marek KOBZA,¹ Katarína SERBINOVÁ²

Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín, Nitra, SR¹
Slovenská polnohospodárska univerzita v Nitre, SR²

The results of the health condition evaluation of 170 woody plants species (340 species from 67 genera) located in the greenery around the National cultural heritage Slavín – Bratislava are described in this article. Horticultural evaluation, degree of damage and awaited lifespan are evaluated too. Degree of wood plants damage is determined using our method, where way of damage is diagnosed with 89 points and mode of treatment with 44 points. Results are processed in tables, woody plants are numbered and located in a digital map.

Key words: woody plants, health condition, horticultural evaluation

Na základe našich dlhoročných skúseností sme potvrdili, že každú kolekciu drevín vo verejnej zeleni je vhodné pred ošetroním a celkovou rekonštrukciou posúdiť z hľadiska ich zdravotného stavu, sadovníckej hodnoty a predpokladanej životnosti. Na základe výsledkov hodnotenia vypracovali optimálny návrh ochranných opatrení a posúdiť vhodnosť ich pestovania na konkrétnej lokalite (Juhássová and Serbinová, 1996; Juhássová et al. 2007; Juhássová, Tkáčová and Kobza, 2003). Na hodnotenie vitality drevín vypracovali metodiky Pejchal (1995), Hrubík, Tkáčová (2004), Gáperová, Púpavová (2007), Serbinová (2004), Hudeková (2005). Dreviny z kompozične estetického hľadiska hodnotia Supuka, Feriancová (2003), Supuka, Feriancová, Štrba (2006). Hodnotenie drevín na príklade historického parku Sad J. Kráľa v Bratislave Petržalke publikovali Kmet a Hlaváč (2007) a Juhássová a ī. (2005).

Spôsobom ošetroenia drevín vo verejnej zeleni sa dlhodobo venuje Gregorová (1995, 2000, 2006), Gregorová, Altmanová, Drápalová (1994), Kolařík a kol. (2003, 2005). Vhodné je riadiť sa metodickými pokynmi podľa Baumertovej a Krištofa (2002).

Materiál a metódy

V záujmovom území sme určili druhovú skladbu drevín. Na všetkých drevinách sme zhodnotili nasledovné znaky:

- druh dreviny, obvod kmeňa $d_{1,3}$ (cm), sadovnícku hodnotu (5 – 1 bodov), stupeň poškodenia (1 – 5 bodov). Stupeň poškodenia sme doplnili nami vytvorenou metodikou (Juhássová a Serbinová, 1996), v ktorej číslami od 1 do 89 sme vyjadrili príčiny poškodenia drevín a 44 číslami sme vyjadrili návrh na ošetroenie každej dreviny.

Z príčin poškodenia drevín (tabuľka 1) v hodnotenej lokalite uvádzame len čísla použité v tejto publikácii:

2. Suché konštrukčné konáre, 3. Preriadla koruna, 4. Suchý vrchol, 7. Dutina na kmeni, 7a/ Otvorená dutina (cm), 7b/ Zatvorená dutina (v cm), 8. Dutina v mieste rozkonárenia (v cm), 9. Dutina na báze kmeňa (cm), 9a/ Otvorená dutina (cm),

11. Nevyvážená koruna, 11a/ šikmo naklonený strom, 11b/ jednostranne zavetvená koruna, 12. Znižená stabilita 12a/ poškodené korene, 13. Odlomené konáre, 17. Poškodené korene, 17a/ parazitickými hubami, 18. Drevokazné huby, 18a/ Plodnice húb na konároch, 18b/ Plodnice húb na kmeni, 18c/ Plodnice húb na báze kmeňa, 19. Suchá hniloba, 21. Doštičková hniloba, 24. Huby rodov: *Nectria*, *Schizophyllum*, *Trametes*, *Phellinus*, *Fomes*, *Armillaria*, 25. Huby rodov: *Cytospora*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Phoma*, 26. Tracheoomykózne huby, 27. Škvry na listoch, 27a/ Nepohlavné štadiá vreckatých húb rodov: *Cylindrosporium*, *Marssonina*, *Gnomonia*, *Septoria*, *Phyllosticta*, *Phytophthora*, 28. Múčnatky, 29. Hrdze 29a/ na listoch, 31. Živočíšni škodcovia, 32. Vošky, 33 Poškodené pupene ihličnatých drevín (*Rhyacionia buoliana*, *Rh. duplana...*), 38. Podkôrny hmyz, 45. Úmyselné poškodenie ľlovekom, 45i/ poškodenie kmeňa pri kosení, 48. Nesprávny rez, 48c/ ponechané dlhé pahýle po rezoch, 51. Vidlicovitá koruna, 52. Vysoce vyvetvený kmeň, 54. Zle založená koruna, 55. Zdeformovaný kmeň, 56. Zdeformované konáre, vzájomné tracie rany sú mechanicky poškodené, 57. Hrozí rozlomenie koruny, 63. Odlupuje sa kôra na napadnutej časti hostiteľa, 63a/ kmeni, 63b/ báze kmeňa, 63c/konároch, 63d/ v rázscoche.

Na základe zhodnotenia zdravotného stavu sme navrhli spôsob ošetroenia poškodených drevín. V tabuľke 1 uvádzame len čísla použité v tejto publikácii:

2. Orezať konštrukčné konáre, 4. Ošetriť dutiny, 5. Vyvážiť korunu (sadovnícky orez koruny, odstrániť konáre), 6. Ošetriť rany po odlomených konároch, 7. Opraviť staré rezné rany, 10. Chemická ochrana (huby), 11. Chemická ochrana (živočíšni škodcovia), 13. Návrh na výrub.

Súčasný zdravotný a kondičný stav drevín sme zdokumentovali farebnými fotografiemi.

Sadovnícku hodnotu sme vyjadrili klasifikátorom, ktorý definiuje kvalitu drevín podľa stupňa ich účinnosti ako účelovej a funkčnej zložky prírodnej časti životného prostredia. V tejto práci je použitá metodika vypracovaná na Mendelovej zemedeľskej a lesnickej univerzite v Lednici na Morave, v ktorej jednotlivé kvalitatívne stupne sú bodované od 1 – 5 bodov, kde

Tabuľka 1 Výsledky sadovníckeho hodnotenia vybraných druhov drevín a ich predpokladaná životnosť vo verejnej zeleni v areáli NKP Slavín – Bratislava

Poradové číslo (1)	Názov dreviny (2)	Obvod kmeňa (3)	Sadovnícka hodnota (4)	Stupeň poškodenia (5)	Životnosť (6)	Pričiny poškodenia (7)	Spôsob ošetrovania (8)
1	<i>Rosa sp.</i>	ker (9)	3	1	1	27, 28, 29, 31, 32	10, 11
2	<i>Fraxinus excelsior</i>	74	3	1	4	2, 7a,d (110 × 58 × 12 cm), 28	2, 4
3	<i>Acer pseudoplatanus</i>	51	3	1	3	2, 11a, 18, 20, 27, 28	1, 2, 5
6a	<i>Acer platanoides</i>	95	1	4	0	2, 3, 4, 26, 48c, 51, 54, 55, 74h (0 cm)	13
9	<i>Syringa vulgaris</i>	ker (9)	2	2	1	28, 27a	2, 11
14	<i>Picea pungens</i>	56	2	3	3	2b,c, 7b (50 × 20 × 2 cm), 12c, 17a	1, 2, 4
72	<i>Betula pubescens</i>	73	3	2	2	2, 11a,b, 13, 24, 25, 27, 31, 32	2, 6
94	<i>Malus domestica</i>	41	2	4	0	1, 2, 7a,d (83 × 23 × 8 cm) 9a (40 × 20 × 1 cm), 11a, 18a,b,c, 19, 21, 24, 25, 27a, 31, 40, 41, 54, 56, 57, 63	13
95	<i>Mahonia aquifolium</i>	ker (9)	2	2	1	27, 28, 29	10
97	<i>Castanea sativa</i>	7	3	1	4	9a (21 × 4 × 1 cm), 25, 27a, 45i	4
146	<i>Acer platanoides</i>	35	2	1	1	2, 25, 26, 31, 38	2
225	<i>Quercus petraea</i>	109	2	1	2	2,5a (20 × 20 × 7 cm), 27a, 28, 31	2, 4
272	<i>Pinus nigra</i>	89	4	2	4	25, 27a, 31, 33	10, 11
324a	<i>Acer pseudoplatanus</i>	58	2	3	1	5a (10 × 10 × 4,12 × 4 × 4 cm) 7a (104 × 28 × 1 cm), 19, 20, 25, 27, 31	2, 4, 6, 7
339	<i>Rhus typhina</i>	ker (9)	3	1	1	25	2
340	<i>Pyracantha coccinea</i>	ker (9)	3	0	1	25, 27a,c	11

Table 1 Results of selected woody plants horticultural evaluation and their awaited lifespan in the greenery around the NCH Slavín – Bratislava
(1) ordinal number, (2) name of woody plant, (3) trunk circumference, (4) horticultural evaluation, (5) degree of damage, (6) lifespan, (7) reasons of damage, (8) mode of treatment

najkvalitnejšie dreviny dostávajú 5 a najmenej hodnotné 1 bod (Machovec, 1982).

Na hodnotenie zdravotného stavu a stupňa poškodenia sme použili 6 bodovú stupnicu (0 – bez príznakov poškodenia, 5. stupeň – úplne suchý alebo usychajúci strom v rozsahu viac ako 2/3 objemu koruny).

Na základe zhodnotenia celkového zdravotného a kondičného stavu drevín sme posúdili životnosť drevín v konkrétnych podmienkach, za akých sa pestujú v areáli NKP Slavín – Bratislava. Životnosť stromov sme vyjadrili bodmi 0 – 4. Životnosť 0 majú dreviny, ktoré sa musia ihneď asanovať, životnosť 4 majú dreviny, ktoré budú plniť svoju funkciu viac ako 40 rokov.

Názvoslovie drevín sme použili podľa Marholda a Hindáka (1998).

Výsledky a diskusia

Údaje získané pri terénnom prieskume sme usporiadali do tabuľky. Spracované je sadovnícke hodnotenie drevín, vyznačený stupeň poškodenia, životnosť dreviny, príčiny poškodenia, spôsob ošetrovania. Dreviny nachádzajúce sa v riešenom území sú zakreslené do inventarizačného plánu.

Z výsledkov hodnotenia v terénnych podmienkach sme následne stanovili počet drevín zaradených do jednotlivých kategórií sadovníckej hodnoty, stupňa poškodenia a predpokladanej životnosti. V tabuľke 1 uvádzame výsledky sadovníckeho hodnotenia drevín, ich predpokladanú životnosť, príčiny poškodenia a spôsob ošetrovania. Pre obmedzený rozsah príspevku uvádzame len čísla a komentár k nim, ktoré sme použili v predloženej práci. V tabuľke sú len vybrané ukážky hodnotenia drevín.

Záver

Pri riešení grantového projektu VEGA 2/0149/10 a doktorandskej dizertačnej práce bol jedným z modelových území areál okolo Národnej kultúrnej pamiatky Slavín – Bratislava. Na uvedenej lokalite sme hodnotili 170 taxónov (1 134 stromov a kríkov). Z nich stromy patria do 32 rodov a kríky do 35 rodov.

Výsledné hodnotenie sadovníckej hodnoty, stupňa poškodenia a životnosti drevín uvádzame v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Výsledné hodnotenie sadovníckej hodnoty, stupňa poškodenia a životnosti drevín na lokalite NKP Slavín Bratislava

Sadovnícka hodnota (1)						
1	2	3	4	5	spolu (4)	
77	378	606	71	2	1 134	
Stupeň poškodenia (2)						
0	1	2	3	4	5	spolu (4)
316	434	188	140	42	14	1 134
Životnosť (3)						
0	1	2	3	4	spolu (4)	
57	442	121	227	287	1 134	

Table 2 Results of evaluation of the woody plants horticultural evaluate, degree of damage and their lifespan in the greenery around the NCH Slavín – Bratislava
(1) horticultural evaluation, (2) degree of damage, (3) lifespan

Záverom konštatujeme, že ošetrovaniu drevín v areáli NKP Slavín Bratislava sa v predchádzajúcich rokoch venovala dosťatočná pozornosť. Napriek tomu z 215 kríkov a stromov treba odstrániť suché konáre, na 24 drevinách treba ošetriť dutiny na kmeni a na konároch. V korunách stromov sú odlomené ko-

náre, niektoré zlomy sú jednoduché, iné zasahujú až do kmeňa. V posledných rokoch sa realizovala nová výsadba drevín. Zistili sme, že niektoré z nich (javory) sa dovezli poškodené už z okrasných škôlok. Významným predpokladom pre ďalší dobrý rast a vývoj drevín vysadených vo verejnej zeleni je nákup zdravého sadbového materiálu. Treba si uvedomiť, že ide o rastlinný materiál, ktorý je určený pre výsadbu dlhodobého charakteru. Stromy majú mať dobre založenú korunu, dostatočne rozvinutý koreňový systém. Treba im zabezpečiť dobrú výsadbovú a povýsadbovú starostlivosť. Pri nákupe si treba všímať, či nie sú na kmeni a na konároch farebné zmeny, reprodukčné orgány húb, požerky alebo výletové otvory po živočišných škodcoch.

Na základe získaných poznatkov konštatujeme, že na 316 drevinách nie sú viditeľné príznaky poškodenia, ohodnotili sme ich ako zdravé. Dreviny, ktoré sú ohodnotené stupňami poškodenia 1 – 3, odporúčame po ošetrení na ďalšie pestovanie. Dreviny ohodnotené stupňom 4 a 5 (56 ks) sú určené na výrub, pretože na frekventovanom mieste v areáli NKP Slavín ohrozujú bezpečnosť a zdravie návštevníkov, hrozí nebezpečenstvo, že vzniknú materiálne škody na pomníkoch pri náhlom odložení konárov alebo celej koruny stromov a sú zdrojom infekcie pre ďalšie zdravé stromy.

Zistili sme, že aj na takom často navštevovanom mieste boli z estetického, sadovníckeho a dendrologického hľadiska nevhodné dreviny. Tie sa podľa našich návrhov postupne odstránili, prehustené výsadby sa preriedili, upravili sa svahy okolo areálu.

Súhrn

V príspevku uvádzame výsledky hodnotenia zdravotného stavu, sadovníckej hodnoty a životnosti 170 taxónov (340 ks) drevín zo 67 rodov, ktoré sa nachádzajú v zeleni okolo Národnej kultúrnej pamiatky Slavín – Bratislava. Stanovili sme ich sadovnícku hodnotu, stupeň poškodenia a predpokladanú životnosť. Stupeň poškodenia drevín sme doplnili nami vypracovanou metodikou, v ktorej 89 číslami vyjadrujeme spôsob poškodenia drevín a 44 číslami spôsob ošetrenia drevín. Výsledky sú spracované v tabuľkách, dreviny sú očíslované a zakreslené do digitálnej mapy.

Kľúčové slová: dreviny, zdravotný stav, sadovnícka hodnota

Tento príspevok bol podporený: VEGA 2/0149/10 a projektom APVV 0421-07.

Literatúra

- BAUMERTHOVÁ, O. – KRIŠTOF, M. 2002. Ošetrovanie chránených stromov. Metodické listy č. 18, 2002, 47 s.
GÁPEROVÁ, S. – PÚPAVOVA, Z. 2007. Vitalita drevín vo vybraných parkoch v Banskej Bystrici, vo Veľkom Krtíši a v Dolnej Strešovej. In: Ekoľoggia a environmentalistika 2007: Medzinárodná vedecká konferencia : Zvolen, 2007, s. 175 – 183.

- GREGOROVÁ, B. 1995. Monitoring zdravotného stavu drevín – choroby s tracheomykóznymi príznaky a základná ochranná opatrenie. Sborník referátu – Aktuálni problémy ochrany drevín, Prachaticce, 1995, s. 72 – 82.
GREGOROVÁ, B. 2000. řez drevin ve meste AOPK CR. Praha, 2000, 103 s.
GREGOROVÁ, B. 2006. Poškození drevin a jeho príčiny. Praha : ČSOP, 2006, 504 s.
GREGOROVÁ, B. – ALTMANOVÁ, O. – DRÁPALOVÁ, P. 1994. Monitoring zdravotného stavu drevín. Sběr základních dat, Praha : ČÚOP, 1994, 41 s. ISBN 80-86064-97-2
HRUBÍK, P. – TKÁČOVÁ, S. 2004. Inventarizácia a klasifikácia drevín v záhradnej a krajinnej tvorbe. In: Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou Sídlo – park – krajina. Nitra : SPU, 2004, s. 87 – 89. ISBN 80-8069-457-5
JUHÁSOVÁ, G. – SERBINOVÁ, K. 1996. Metódy fytopatologického hodnotenia drevín v mestských aglomeráciach na príklade Komárnna. In: Ekoľoggia a tvorba sídelnej a polnohospodárskej krajiny, 1996, s. 181 – 183.
JUHÁSOVÁ, G. – TKÁČOVÁ, S. – KOBZA, M. 2003. The results of phytopatological and mycological research of the trees on Sun lakes in Senec. In: Mitt- Biol. Bundesanst Land-Forstwirtsch., 2003, no. 394, p. 35 – 41.
JUHÁSOVÁ, G. – ADAMČÍKOVÁ, K. – KOBZA, M. – HRUBÍK, P. – SERBINOVÁ, K. – HANZEL, E. 2007. Horticultural evaluation of woody in the National Cemetery Martin, Slovakia. In: Folia oecologica, vol. 34, 2007, no. 1, p. 9 – 15.
KMET, J. – HLAVÁČ, P. 2007. Zdravotný stav stromov v parku (Sad Janka Krála) v Bratislave. Zvolen : TU, 2007, 93 s. ISBN 978-80-228-1835-3
KOLAŘÍK, J. a i. 2003. Péče o dreviny rostoucí mimo les I. Vlašim : CSPO, 2003, 261 s.
KOLAŘÍK, J. a i. 2005. Péče o dreviny rostoucí mimo les II. Metodika Českého svazu ochranců přírody. Vlašim : CSPO, 2005, č. 6, 720 s.
MACHOVEC, J. 1982. Sadovnická dendrologie. Praha, 1982, SPN, 246 s.
MARHOLD, K. – HINDÁK, F. 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Bratislava : Veda, 1998, 688 s. ISBN 80-224-0526-4
PEJCHAL, M. 1995. Hodnocení vitality stromů v městských ulicích. In: Sborník přednášek „Stromy v ulicích“, Praha, 1995, s. 44 – 55.
SERBINOVÁ, K. 2004. Význam sadovníckeho hodnotenia drevín vo verejnej zeleni. In: Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou Dreviny vo verejnej zeleni. Zvolen : Ústav ekologie lesa SAV, 2004, s. 62 – 68. ISBN 80-967238-8-X
SUPUKA, J. – FERIANCOVÁ, L. 2003. Kompozično-estetické a environmentálne aspekty dendrologickej štruktúry sídelnej zeleni. In: Dreviny vo verejnej zeleni, Košice : BZ UPJŠ, 2003, s. 38 – 44
SUPUKA, J. – FERIANCOVÁ, L. – ŠTRBA, B. 2006. Progresívne architektonicko-parkové riešenia námestí a peších zón na Slovensku. In: Trendy ve veřejné zeleni : mezinárodní odborný seminář : sborník přednášek, Lednice, 19. – 20. září 2006. Brno : MZLU, 2006, s. 15 – 21. ISBN 80-7157-973-4.

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Gabriela Juhásová, CSc., Ústav ekologie lesa SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín, Akademická 2, 949 01 Nitra, tel.: +421 37 73 366 56, e-mail: gabriela.juhasova@savzv.sk