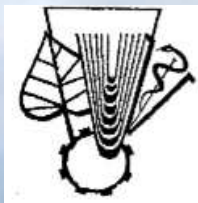




Ústav ekológie lesa
Slovenskej akadémie vied
Zvolen



**Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke,
potravinárske a veterinárske vedy
pri SAV v Bratislave**



Zborník vedeckých prác

Zvolen, 11. jún 2015

Jozef Golian, Ján Kukla, Margita Kuklová (eds)

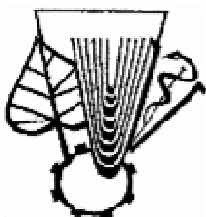
Zvolen



Ústav ekológie lesa
Slovenskej akadémie vied
Zvolen



**Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke,
potravinárske a veterinárske vedy
pri SAV v Bratislave**



Zborník vedeckých prác

Zvolen, 11. jún 2015

Ján Kukla, Margita Kuklová, Jozef Golian (eds)

Zvolen

Zborník vedeckých prác, ÚEL SAV Zvolen, 11. jún 2015

Zostavovatelia: Jozef Golian, Ján Kukla, Margita Kuklová,

Recenzenti: doc. Ing. Radoslav Židek, PhD.
doc. MVDr. Július Šnirc, CSc.
prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.,

Vydal: Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave, Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied vo Zvolene.

Typ väzby a dokumentu: elektronický optický disk (CD-ROM)

Náklad: 100 ks, 1. vydanie, 193 strán

ISBN: 978-80-89408-20-7

© Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied, Zvolen, 2015

MEDZINÁRODNÝ ROK PÔDY 2015 INTERNATIONAL YEAR OF SOILS 2015

Jaroslava Sobocká

Abstract: Soil is a core component of land resources, and foundation of agricultural development and ecological sustainability. Soil is the basis for food, feed, fuel, and fiber production. The area of productive soil is limited due to increasing pressure of intensification and competing uses for cropping, forestry, urban land etc. Soil degradation is a real and escalating threat that involves a number processes including erosion, compaction, soil organic matter decrease, contamination, soil sealing etc. The Global Soil Partnership (FAO) is intended to create a unified and recognized voice to advocate due attention to sustainable soil management and protection. Its initiative was foundation of 5th December as World Soil Day, and International Year of Soils in 2015.

Keywords: soil sustainability, soil functions, soil threats, ecosystem services, WSD,

Motto:

...málokto si uvedomuje, že len účinnou ochranou poľnohospodárskej i lesnej pôdy a krajiny a uplatnením integrovaného prístupu k udržateľnému manažmentu možno prispieť k zachovaniu prírodných zdrojov na Zemi...

Úvod

Pôda je všeobecne chápaná ako obmedzený a v podmienkach ľudského života neobnoviteľný prírodný zdroj. Je základnou zložkou životného prostredia a výrobným prostriedkom poľnohospodárskej výroby. Pôdni experti prisudzujú pôde vysoký celospoločenský význam chápaný ako nenahraditeľný a neobnoviteľný prírodný zdroj, ktorý disponuje produkčným a multifunkčným potenciálom. Je jedným z intenzifikačných faktorov sociálneho a ekonomického vývoja spoločnosti. Poskytuje bázu pre produkciu potravín, palív, krmovín a tkanív. Preto býva často predmetom súťaženía medzi poľnohospodármi, lesníkmi, mestskými projektantmi a investormi.

Pôda má veľkú variabilitu v priestore i čase. Veľmi rýchlo môže podliehať rôznym degradačným vplyvom. Na Slovensku sa pôdy najviac degradujú nesprávnym hospodárením na pôde, resp. nerešpektovaním princípov udržateľného manažmentu poľnohospodárskej krajiny. Pôda má rôzne funkcie, ktoré sú dôležité z hľadiska poľnohospodárstva, lesného hospodárstva zabezpečenia kvality životného prostredia, ochrany prírody, krajinnej architektúry a mestského života.

V historickom kontexte poľnohospodársky pôdny fond prešiel najvýraznejšími zmenami založenými na veľkoplošnom hospodárení. Toto podnietilo vývoj viacerých degradačných fenoménov ako vodná a veterná erózia, zníženie organického uhlíka v pôde, redukciu biodiverzity druhov, nevyvážený živinový a vodný režim v pôde. Ďalšími faktormi ovplyvňujúcimi kvalitu pôdy sú antropogénne vplyvy, ktoré narušujú dynamiku vodno-vzdušných podmienok a redukujú ekologickú stabilitu územia. Z uvedených dôvodov každý štát je povinný zabezpečiť starostlivosť o pôdu a jej ochranu. K ochrane pôdy je potrebná legislatíva, výkonná zložka a odborná poznatková základňa.

Okrem degradácie predovšetkým poľnohospodárskych pôd sa často stretávame s pojmom zábery pôd pre nepoľnohospodárske účely a s pojmom pokrytie pôdy. Zábermi pôd nenávratne strácame tento prírodný zdroj, resp. ho môžeme získať až po náročných rekultiváciách. Každý štát by mal mať uvedomelú pôdnu politiku, ktorá by regulovala stret rôznych záujmov v prospech zachovania pôdy.

Základné fakty o pôdnych zdrojoch Slovenska

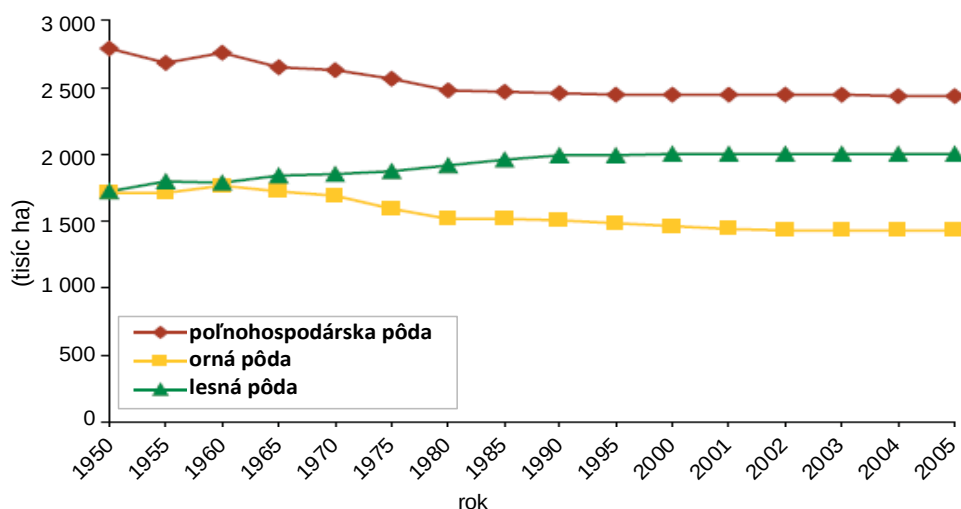
Podľa „Štatistickej ročenky o pôdnom фонде v SR podľa údajov katastra nehnuteľností k 1. 1. 2014“ (ÚGKK SR):

- Výmera poľnohospodárskej pôdy 2 401 693 ha (úbytok za rok 2013 činí 4 278 ha), z toho:
 - orná pôda 1 413 129 ha (úbytok 610 ha)
 - chmeľnice 513 ha (úbytok 2 ha)
 - vinice 26 750 ha (úbytok 214 ha)
 - záhrady 76 447 ha (úbytok 121 ha)
 - ovocné sady 16 793 ha (úbytok 68 ha)
 - trvalé trávne porasty 868 061 ha (úbytok 3 263 ha).
- Výmera lesných pozemkov 2 015 368 ha (prírastok v roku 2013 predstavuje 1 309 ha).

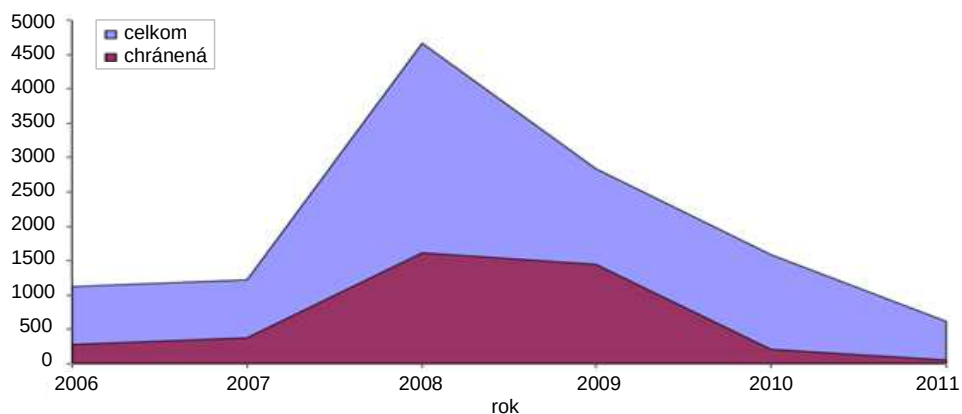
Výmera poľnohospodárskej a ornej pôdy v SR na 1 obyvateľa k 31. 12. 2013 je:

- 0,4434 ha poľnohospodárskej pôdy na jedného obyvateľa
- 0,2609 ha ornej pôdy na jedného obyvateľa.

Vývoj pôdneho fondu v SR dokumentuje obr. 1. Vývoj záberov pôd poľnohospodárskej pôdy (chránenej a nechránenej) vykazuje klesajúci trend (obr. 2.).



Obr. 1. Vývoj pôdneho fondu v SR (zdroj: Štatistická ročenka o pôdnom фонде, 2007).



Obr. 2. Vývoj záberov pôdy (chránená a nechránená pôda).

Teda k 1.1.2014 eviduje kataster nehnuteľností 2 401 693 ha poľnohospodárskej pôdy. V roku 1990 bolo v evidencii katastra nehnuteľností 2 448 tis. ha poľnohospodárskej pôdy, čiže od roku 1990 došlo k úbytku 46 tis. ha poľnohospodárskej pôdy. V týchto číslach sú však okrem fyzických záberov poľnohospodárskej pôdy započítané aj zmeny pri zalesnení.

Najväčšie úbytky poľnohospodárskej pôdy podľa štatistiky boli v 50tych a 60tych rokoch (po vojne nastala nebyvalá industrializácia krajiny), napríklad medzi rokmi 1952 a 1953 došlo k úbytku až 136 tis. ha a medzi rokmi 1961 a 1962 došlo k úbytku 36 tis. ha. Posledný veľký úbytok je zaznamenaný v roku 1980, kedy oproti roku 1979 došlo k úbytku 53 tis. ha.

Treba povedať, že v podstate nie je dôvod brániť investičnej činnosti na pôdach, avšak zábery pôdy pre stavebné účely treba regulovať tak, aby najkvalitnejšia pôda ostala poľnohospodárom. Na Slovensku je mnoho príkladov nerozvážnej a neuvedomelej lokalizácie obchodných a priemyselných aktivít s cieľom zabezpečiť ekonomický rozvoj Slovenska. Tí, ktorí rozhodujú o lokalizácii vo vzťahu k pôde sú štátni zamestnanci, poľnohospodári, lesníci, územní projektanti na rôznych úrovniach riešenia problémov pôdy. Pre nich je potrebné vyvinúť úsilie dostať do povedomia pôdu ako vzácny a neobnoviteľný prírodný zdroj, s ktorým treba starostlivo hospodáriť.

Ochrana pôdy na Slovensku

Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a jeho novelizácie ustanovuje ochranu vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy a zabezpečenie jej trvalo udržateľného obhospodarovania a poľnohospodárskeho využívania. Zákon chráni pôdu pred:

- pred degradáciou (kontaminácia, zhutnenie, strata pôdnej organickej hmoty, vodná a veterná erózia)
- pred zábermi plôch pre nepoľnohospodársku činnosť (ochrana prostredníctvom zaradenia pôd podľa BPEJ do skupín kvality a zavedením inštitútu odvodov)
- pri zmenách využívania poľnohospodárskej pôdy (zmeny druhov pozemkov).

Zásady trvalo udržateľného využívania poľnohospodárskej pôdy a obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy a jej ochrany pred degradáciou definuje niekoľko paragrafov:

- §5 ochrana poľnohospodárskej pôdy pred eróziou
- §6 ochrana poľnohospodárskej pôdy pred zhutnením
- §7 zásady bilancie pôdnej organickej hmoty
- §8 ochrana poľnohospodárskej pôdy pred rizikovými látkami.

Dohľad nad dodržiavaním ustanovení zákona o ochrane poľnohospodárskej pôdy majú pozemkové a lesné odbory MNV, Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR v spolupráci s Pôdnou službou VÚPOP. Zákon 220/2004 Z.z. rieši v novele zákona č. 57/2013 ochranu poľnohospodárskej pôdy v každom katastri. V porovnaní s predchádzajúcim zákonom sa podiel chránených pôd zvýšil z 21% na 37%. Negatívom zákona je fakt, že časť kvalitných poľnohospodárskych pôd možno zabráť pre nepoľnohospodárske účely bez zaplattenia odvodov. Na druhej strane je pozitívum v tom, že na území Stredného a Východného Slovenska sa v minulosti pre účely výstavby zaberali najkvalitnejšie pôdy v katastri – to v súčasnosti nie je možné, t.j. najkvalitnejšia pôda v takýchto katastroch je chránená pre poľnohospodárske účely. V priebehu rokov 2006 – 2009, tvoril záber chránených pôd podiel 25 – 50%, v rokoch 2010 – 2013 tento podiel klesol na 7 – 14%, takže zavedenie spoplatnenia najkvalitnejších pôd má zreteľný vplyv na ochranu najkvalitnejších pôd v SR.

Pôda ako globálny problém

Pôda je svetový prírodný zdroj, ktorý sa rieši na globálnej úrovni. Týka sa globálnych hrozieb, ktoré zastrešuje Organizácia Spojených národov a jej podriadené organizácie. V súčasnosti i budúcnosti čelíme hrozbe klimatickej zmeny, straty biodiverzity, suchu a dezertifikácii a ohrozené sú aj svetové zdroje pôdy a vody. Preto hlavnou výzvou dneška je potravinová bezpečnosť, kde pôda hrá rozhodujúcu úlohu v poľnohospodárstve a lesnom hospodárstve a predstavuje základ ekologickej stability a udržateľnosti planéty Zem.

Z hľadiska súčasného hodnotenia pôdy treba spomenúť pôdne funkcie sú definované: produkcia biomasy (poľnohospodárskej a lesnej), uchovávanie, filtrovanie a transformácia živín, látok a vody, médium pre biodiverzitu, habitat špecifických druhov a génov, fyzické a kultúrne prostredie pre človeka a ľudské aktivity, zdroj surovín, aktívne médium pre skladovanie uhlíka, archív pedologických, geologických a archeologických dôkazov o pôvode.

Od pôdných funkcií sa odvíjajú celospoločenské funkcie pôd nazývané ako ekosystémové služby. Je nová úroveň hodnotenia pôd, ktorá umožní vypočítať a poznať skutočnú hodnotu pôdy a má slúžiť pre verejnoprospešné ciele. Možno rozdeliť na:

- Zásobovacie služby: ako zdroj potravy, krmív, textilných vlákien a energie;
- Regulačné služby: živinový cyklus rastlín, rozklad mikroorganizmov, zmiernenie klimatických extrémov;
- Kultúrne služby: základňa rekreačných aktivít, stavebných aktivít;
- Podporné služby sú nevyhnutné pre fungovanie predchádzajúcich služieb: zdroj biodiverzity, zásobáreň organického uhlíka v pôde.

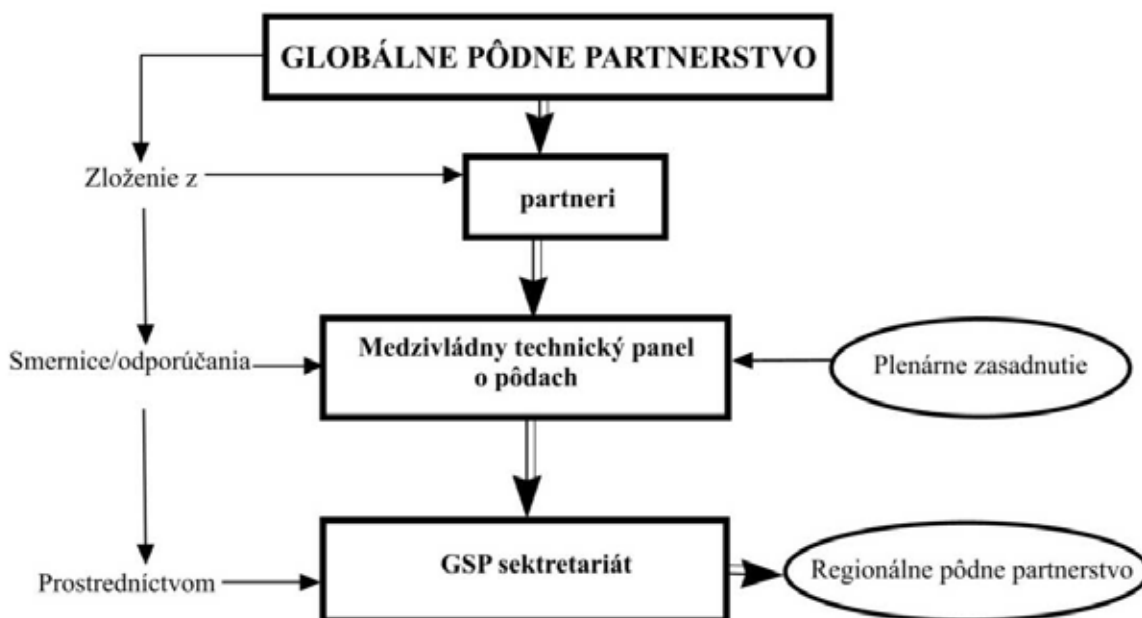
Preto zásadnou úlohou je zabezpečenie udržateľného života na Zemi a zlepšenie kvality života ľudstva je udržiavať a zlepšovať stav krajiny a pôdy takými spôsobmi, ktoré by zabránili degradácii pôdy, neodôvodneným záberom pôdy a zmiernili globálne dopady je

Globálne partnerstvo o pôde

Počas 23. zasadnutia, ktoré sa uskutočnilo 21.–25. mája 2012, FAO Komisia pre poľnohospodárstvo (COAG) schválila iniciatívu pre vytvorenie Globálneho partnerstva o pôde (GSP). Je to dobrovoľná iniciatíva a nevytvára nejaké legislatívne záväzné práva alebo povinnosti pre svojich partnerov (obr. 3.). Mandátom GSP je zlepšovať riadenie ohraničených pôdných zdrojov planéty Zem, s cieľom zachovať zdravé a produkčné pôdy pre zabezpečenie produkcie svetových potravín, ako aj podporili základné ekosystémové služby v súlade so zvrchovanými právami každého štátu nad vlastnými prírodnými zdrojmi. Cieľom GSP je:

- a) vytvárať a zvyšovať povedomie o udržateľnom manažmente pôd ako predpoklad zabezpečenia ľudského blahobytu;
- b) riešenie kritických problémov pôdy pre udržanie ekosystémových služieb pôd pri zohľadnení väzieb s vodnými a inými zdrojmi;
- c) podporiť získavanie významných poznatkov o pôde a implementáciu cieleného výskumu v súlade s potrebami aplikovaných výziev na zemi;
- d) podporovať väzby medzi existujúcimi multilaterálnymi iniciatívami pre vedecké pochopenie pôdných problémov, zachytiť synergie problémov;
- e) rozvíjať udržateľný pôdny manažment a jeho direktív pri zohľadnení potenciálov rozvojových cieľov;
- f) podporiť prístup k informáciám o pôde a zasadiť sa o potrebu nového pôdneho prieskumu a zberu údajov;

- g) podporiť investičnú a technickú spoluprácu (vrátane technologického transferu) vo všetkých oblastiach pôdy pre riešenie základných problémov v rôznych regiónoch;
- h) podporiť inštitucionálne posilnenie a budovanie kapacít pôdoznaleckých ústavov na lokálnej, národnej, regionálnej a medziregionálnej úrovni;
- i) podporiť potrebu zvyšovania povedomia o pôdach pre verejnosť a štátnu správu cez deklaráciu Svetového dňa pôdy a oslavu Medzinárodného roka pôdy.



Obr. 3. Schéma fungovania GSP (Global soil partnerships).

Členovia Medzivládneho technického panelu o pôde (ITPS) sú expertmi menovanými plenárnym zasadnutím GSP na 2 roky. Členovia ITPS sú nezávislí experti, ktorí by mali konať podľa vlastnej schopnosti poskytnúť najlepšie dostupné vedecké a technické poznatky. ITPS má nasledovné regionálne rozloženie expertov: 5 z Afriky, 5 z Ázie, 5 z Európy, 5 z Latinskej Ameriky a Karibskej oblasti, 3 z Blízkeho Východu, 2 zo Severnej Ameriky a 2 z Juhozápadného Pacifiku. GSP je riadený sekretariátom FAO cez jeho globálny mandát. Regionálne partnerstvá o pôde pracujú v spolupráci s FAO a ich úlohou je vytvoriť interaktívny konzultačný proces s národnými pôdnymi inštitúciami a významnými regionálnymi inštitúciami.

Piliere GSP (akčné plány)

V kontexte GSP je udržateľný manažment pôd definovaný ako systém manažmentu, ktorý chráni pôdu a zvyšuje jej schopnosť produkovať potraviny a tovary a zvyšuje poskytovanie ekosystémových služieb bez degradácie a poškodzovania. GSP je organizované podľa piatich hlavných akčných pilierov:

- a) podporiť udržateľný manažment pôdných zdrojov;
- b) podnietiť investovanie, technickú spoluprácu, politiku, výchovu k povedomiu o pôdach a ich rozšírenie
- c) podporiť cielený výskum a rozvoj zameraný na identifikáciu medzier a priorít
- d) rozšíriť kvantitu a kvalitu pôdných údajov a informácií

- e) podporiť harmonizáciu metód, merania a indikátorov pre udržateľný manažment pôd s národným overením, ktorý berie do úvahy rozdiely v produkčných systémoch a ekosystémoch.

Kľúčovým pilierom je pilier 1, pre ktorý ostatné piliere zabezpečujú podporné funkcie ako je rozvoj investičných zámerov na ochranu pôdy, zvýšenie povedomia, podpora výskumu a vývoja, tvorba kvalitných databáz a harmonizácia metód a indikátorov.

Globálne partnerstvo o pôde rámci FAO sa snaží celosvetovo uplatňovať prvky udržateľného manažmentu a ochrany pôdy na všetkých kontinentoch sveta. Nie náhodou bol na pôde OSN prijatý 5. december ako Svetový deň pôdy a rok 2015 bol vyhlásený za medzinárodný rok pôdy (viď oficiálne logá).



Záver

Pre posilnenie a akceptovanie úlohy pôdy pre národné a celospoločenské potreby by bolo potrebné vytvoriť vhodný politický rámec a vypracovať dokument Pôdnej politiky štátu. Mali by to byť prierezové problémy zahrňujúce poľnohospodársku, lesnícku a environmentálnu tematiku, plánovanie krajiny vo väzbe na európske a celosvetové trendy. Všetky aktivity treba akceptovať a plánovať riešenia vzhľadom na očakávané globálne zmeny (klimatická zmena, biodiverzita). Treba koordinovať a monitorovať implementáciu udržateľného manažmentu pôd a dokladovať opodstatnenosť jeho realizácie. Treba zvýšiť povedomie o potrebe zavádzania a rozširovania udržateľného manažmentu pôd cez možnosti ekologickej výchovy, zvyšovania povedomia a prezentácie dobrých príkladov z praxe. Treba definovať medzery, ktoré existujú v rámci poznatkového transferu medzi vedou – politikou a praxou a nájsť metódy a prostriedky pre ich prekonanie.

Vysoká diverzita pôd na Slovensku podmieňuje implementáciu ochranných a riadiacich technológií hlavne na lokálnej (farmárskej) úrovni. Žiadané sú investície podporujúce udržateľný manažment pôd a technologické podpory. Pre udržateľný manažment je potrebné vytvoriť nevyhnutnú bázu harmonizovaných údajov a metodík pre korektné a správne interpretované údaje. Dôležitý je integrovaný prístup poľnohospodárov a zainteresovaných strán pre naplnenie tak dôležitej úlohy ako je ochrana pôdy ako prírodného zdroja pre budúce generácie.

Literatúra

<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/en/>

Kontaktná adresa:

doc. RNDr. Jaroslava Sobocká, CSc.,
NPPC – VÚPOP Bratislava, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: j.sobocka@vupop.sk

SÚČASNÝ STAV A VÝVOJ VLASTNOSTÍ POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔD SLOVENSKA V ZMENENÝCH SPOLOČENSKO- EKONOMICKÝCH PODMIENKACH PO ROKU 1990 CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SOILS PROPERTIES OF SLOVAKIA UNDER THE CHANGED SOCIAL AND ECONOMIC CONDITIONS AFTER 1990

Jozef Kobza

Abstract: Development of soil properties of Slovakia according to threats to soil (soil erosion and compaction, decline in soil organic matter, soil contamination, acidification, salinization and sodification) is evaluated in submitted paper. The important soil properties (pH, exchangeable Al, electrical conductivity – ECE, exchangeable sodium percentage – ESP, total content of salts, Cox, C_{HA}/C_{FA} , N_b , physical properties – bulk density, porosity and risk elements according to Act 220/2004 Coll., respectively MARD SR Resolution no. 59 from 2013. The unified analytical procedures of soils according to Collective, 2011 have been used. During measured period decrease of available nutrients (P, K) meanly about 10-30% has been determined. After slight decrease of soil humus content especially since the beginning of soil monitoring in Slovakia, the slight stabilization of soil humus has been indicated during the last period. More significant are the processes of soil compaction and erosion. Soil contamination is without significant change during measured period. It means that the soils which were contaminated in the past, this unfavourable state lasts also in this time. Therefore it will be necessary to permanently monitor them also in the future. In addition, the processes of salinization and sodification are running more or less paralelly, but the process of sodification seems to be dominant under conditions of Slovakia.

Keywords: soil monitoring, erosion, compaction, soil organic matter, soil contamination, acidification, salinization, sodification

Úvod

Pôdy – individuálne jednotky pôdneho pokryvu – sú variabilné polychrónne a polygenetické útvary s veľkou schopnosťou odrazu (v zmysle teórie odrazu). Sú výsledkom dlhodobého vývoja a genézy. Počas tohto vývoja nadobudli určité znaky a vlastnosti, ktoré sú pre konkrétne pôdy viac alebo menej charakteristické, pričom tento ich „prirodzený“ vývoj stále prebieha.

Viac charakteristické znaky a vlastnosti sa dotýkajú tých pôd, ktoré vo svojom vývoji dosiahli štádium klimaxu, ich ďalší vývoj je značne pomalý. V zmysle moderných teórií vývoja otvorených systémov treba klimaxové štádium vo vývoji pôd chápať ako fázu dosiahnutia dynamickej rovnováhy, pri ktorej každý pôdny predstaviteľ získava aj vlastnosť invariantnosti – t.j. stability niektorých vlastností i napriek zmenám, ktorými táto pôda prechádza.

Menej charakteristické znaky a vlastnosti súvisia s recentným až subrecentným vývojom pôd. Za takéto môžeme vo všeobecnosti pokladať iba tie pôdy alebo časti ich profilu, ktoré sú výsledkom pôsobenia takej interakcie pôdnych faktorov, ktorá je v určitej lokalite a časovo nadväzná na súčasnú. Pojem recentná pôda musíme vzťahovať na konkrétnu lokalitu i taxón klasifikácie pôd, pretože rôzne typy pôd reagujú svojím vývojom na meniace sa interakcie pôdotvorných faktorov rôzne.

Okrem prirodzeného vývoja pôd, kedy pôdy nadobúdajú určité vlastnosti, k uvedeným vývojovým tendenciám pristupuje navyše aj vplyv človeka, teda predovšetkým vplyv rôzneho hospodárskeho využívania a technológií, ktorý viac alebo menej rušivo zasahuje do prirodzeného vývoja pôd a zároveň viac alebo menej ovplyvňuje ich vlastnosti. I keď vplyv človeka na pôdu je pomerne starého dáta (prvé poľnohospodárske ekumény vznikli ešte koncom atlantika a začiatkom subboreálu – t.j. asi pred 5000 rokmi), výraznejšie sa začal prejavovať až v poslednom storočí (najmä formou intenzívnej poľnohospodárskej a priemyselnej činnosti). Tento vplyv človeka sa môže prejaviť v kladnom, ale i v negatívnom

zmysle a často ovplyvňuje prirodzený vývoj pôd a ich vlastností aspoň v časti ich profilu. Výsledkom takéhoto antropogénneho pôsobenia je často zmena prirodzených vlastností pôd, v ojedinelých prípadoch môže dôjsť i k pretvoreniu pôd. Antropogenizáciou pôd sú výraznejšie ovplyvňované vrchné orničné a podorničné vrstvy, spodné si dlho udržujú pôvodné vlastnosti podmienené prirodzeným vývojom.

Detailnejšie sme sa začali zaoberať hodnotením aktuálneho stavu a vývoja pôd v zmenených spoločensko-ekonomických podmienkach (od roku 1993) prostredníctvom komplexného systému monitorovania pôd Slovenska podľa konkrétnych ohrození (erózia a kompakcia pôd, pôdna organická hmota, kontaminácia, acidifikácia, salinizácia a sodifikácia pôd).

V tomto príspevku sme sa pokúsili priblížiť aktuálny stav a vývoj vlastností poľnohospodárskych pôd Slovenska za doterajšie sledované obdobie.

Materiál a metódy

V príspevku sme vychádzali z podkladov permanentného systému monitorovania pôd na Slovensku. Boli sledované a hodnotené základné parametre vlastností pôd, ktoré sa vzťahujú ku konkrétnym ohrozeniam pôdy (erózia a kompakcia pôd, pôdna organická hmota, kontaminácia, acidifikácia, salinizácia a sodifikácia pôd). Analýzy boli vykonané na pracovisku laboratórnych činností pri VÚPOP v Bratislave podľa jednotných pracovných postupov rozborov pôd (Kolektív, 2011). Dosiahnuté výsledky boli spracované a vyhodnotené podľa zaužívaných štatistických postupov.

Výsledky a diskusia

Erózia pôdy

Erózia je ireverzibilný proces, kedy dochádza k negatívnym zmenám základných pôdnych parametrov, čoho výsledkom je významné zníženie úrodnosti pôdy. Rôzne formy, ako aj intenzita erózie vo forme rôznych rýh a výmoľov je dobre viditeľná, najmä keď je pôda bez porastu. Fenomény, ktoré tu vznikajú, sú na rozdiel od predchádzajúcich fenoménov nevratného charakteru. Dochádza k trvalej strate vrchnej kultúrnej vrstvy, na povrch sa dostávajú spodné, menej úrodné vrstvy. Dochádza taktiež k výraznej strate pôdnej organickej hmoty i k zhoršovaniu fyzikálnych parametrov. Spôsob ochrany spočíva v protieróznej agrotechnike, osevných postupoch, ako aj v protieróznom usporiadaní pôdneho fondu. Intenzitu erózie pôdy sledujeme pravidelne v 5-ročných cykloch na 20-tich vybraných transektoch.

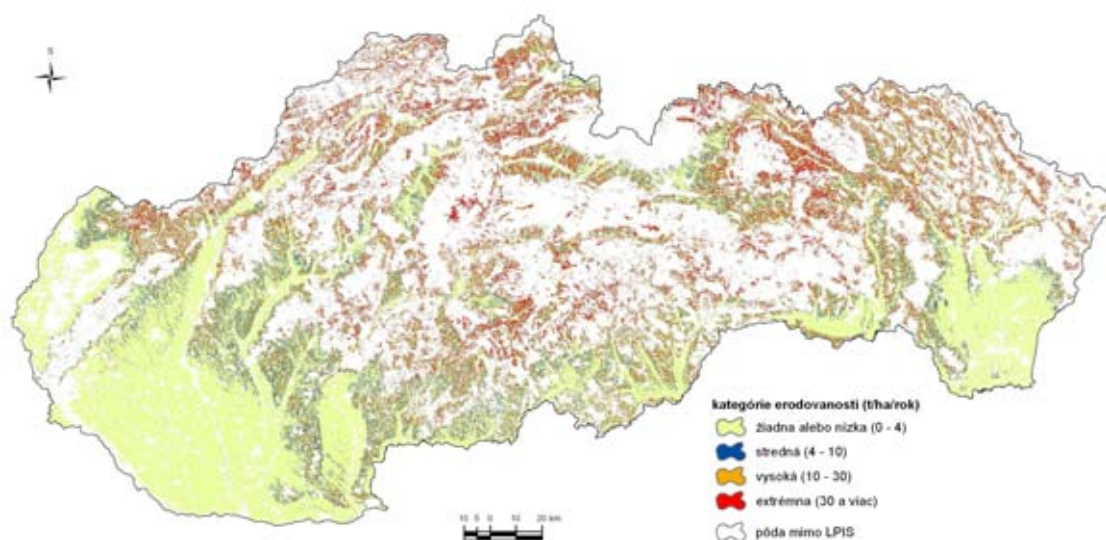
Recentná erózia, ktorá prebieha na konkrétnych lokalitách v poslednom období, bola vyhodnotená na základe stanovenia priestorovej aktivity rádioaktívneho izotopu ¹³⁷Cs v pôdnych profiloch jednotlivých častí záujmového územia (obr. 1.). Aktivita izotopu cézia bola v niektorých prípadoch zaznamenaná až do hĺbky 0,50 m, čo potvrdzuje výraznú akumuláciu pôdnych častíc pretransportovaných vplyvom vodnej erózie po svahu. Plošné výmery jednotlivých kategórií erodovanosti boli vygenerované aplikovaním erózneho predikčného modelu Univerzálnej rovnice straty pôdnej hmoty – USLE (Wischmeier, Smith, 1978).

Poľnohospodárska pôda potenciálne ohrozená procesmi vodnej erózie predstavuje 39,15 % z aktuálnej výmery poľnohospodárskej pôdy Slovenska, čo v plošnom vyjadrení činí 940 263 ha (tab. 1.). Erózia je proces, ktorý tu s väčšou alebo menšou intenzitou neustále prebieha, a preto ho treba neustále monitorovať.

Kompakcia pôdy

Z hľadiska pôvodu môže byť kompakcia v zásade primárna (podmienená prirodzenými vlastnosťami pôdy – napr. hlinito-ílovité až ílovité pôdy) a sekundárna (vplyv človeka), najmä

prejazdy ťažkých mechanizmov. V praxi sa často vyskytuje ich kombinácia. Čo sa týka sekundárnej kompaktácie, tento jav je typický všade tam, kde sa používa ťažká mechanizácia, najmä pri nevhodnej vlhkosti pôdy (optimálna vlhkosť pôdy pre obhospodarovanie sa pohybuje v rozpätí 25-30%), prípadne tam, kde sa dlhodobo nemení hĺbka orby, čím vzniká tzv. podorničná podlaha. Na Slovensku evidujeme aktuálne 200 tis. ha zhutnených pôd a 500 tis. ha potenciálne zhutnených pôd. Kompakcia ako primárna, tak aj sekundárna znižuje infiltráciu zrážkovej vody, čo má za následok nielen zvýšenie povrchového odtoku a eróziu pôdy, ale najmä progresívnu tendenciu negatívnej bilancie vody v pôde.



Obr. 1 Potenciálna vodná erózia na poľnohospodárskej pôde (Styk, Pálka, 2013).

Tabuľka 1. Výmery kategórií potenciálnej vodnej erózie.

Kategórie erodovanosti (strata pôdy)	Výmera v ha	% z PP
Žiadna, alebo nízka (0 – 4 t/ha/rok)	1 461 430	60,85
Stredná (4 – 10 t/ha/rok)	247 855	10,32
Vysoká (10 – 30 t/ha/rok)	355 210	14,79
Extrémna (viac ako 30 t/ha/rok)	337 198	14,04
Spolu	2 401 693	100

Pôdna organická hmota (POH)

Vývoj obsahu POH je len čiastočne pozorovateľný vizuálne (zvyšujúca sa svetlosť A horizontov), prevažne však ich možno posudzovať laboratórne. Po počiatocnom miernom poklese organického uhlíka (Cox) zisťujeme neskôr jeho nárast, a to prakticky na všetkých orných pôdach, čo môže súvisieť s dotačnou politikou štátu na zvyšovanie obsahu organických látok v pôde prostredníctvom kvalitných organických hnojív. Určitý význam tu má aj zatravnovanie orných pôd. Zmeny v hodnotách celkového obsahu dusíka (Nt) sú zatiaľ minimálne. Na základe nami dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že obsah pôdnej organickej hmoty na orných pôdach a pod trávnyimi porastami sa v súčasnom období udržiava na úrovni charakteristickej pre daný pôdny typ a využitie. Kvalitatívne parametre pôdneho humusu (C_{HK}/C_{FK}) vykazujú určitú variabilitu v časovej následnosti, ich amplitúdy zatiaľ nevykazujú výraznejšiu charakteristickú tendenciu. Vývoj hodnôt parametrov chemickej štruktúry najvýznamnejšej zložky pôdneho humusu, humínových kyselín mal značne kolísavý

charakter, avšak jednotlivé hodnoty sa udržiavajú na úrovni charakteristickej pre daný pôdny typ.

Kontaminácia pôdy

Tieto sú výsledkom intenzity pôsobenia zdrojov kontaminácie. Môže ísť o antropogénne alebo geogénne zdroje, príp. i. zmiešané. Vysoký obsah rizikových prvkov nemusí ešte spôsobovať zmeny v morfológii pôdneho profilu (dajú sa zistiť len analyticky), avšak v bezprostrednom dosahu zdrojov kontaminácie (priemyselné areály, skládky, odpady, smetiská) môže dôjsť k výraznejším zmenám aj v morfologických vlastnostiach pôd.

Vývoj kontaminácie pôd po roku 1993 je len veľmi pozvoľný bez výraznejších zmien, treba však dodať, že tie pôdy, ktoré boli už v minulosti kontaminované, sú kontaminované aj v súčasnosti. To je zásadný rozdiel od ostatných zložiek prírodného prostredia (napr. ovzdušie, voda), kde je často ich hygienický stav v súčasnosti už vyhovujúci, v pôdach nepriaznivý stav pretrváva oveľa dlhšie. Je preto veľmi dôležité znečisťovaniu pôd predchádzať, pretože ozdravenie pôd je dlhodobý a finančne nákladný proces, nehovoriac o kvalite rastlinnej produkcie. Treba však zdôrazniť, že výrazne prevládajúca časť našich poľnohospodárskych pôd je hygienicky nezávadná (takmer 99% poľnohospodárskeho pôdneho fondu). Zostávajúca časť kontaminovaných pôd je viazaná prevažne na oblasti priemyselnej činnosti a jej najmä staré záťaže a oblasti vplyvu tzv. geochemických anomálií (najmä niektoré horské a podhorské oblasti prevažne pod extenzívnymi trávnyimi porastami a lesmi).

Na základe doterajších zistení možno konštatovať, že v priebehu doterajšieho monitorovania nastalo v ornici poľnohospodárskych pôd k miernemu nárastu obsahu kadmia, medi, chrómu a olova. Nebol však zaznamenaný významný štatistický rozdiel pri hodnotení uvedených prvkov. Zaznamenaný bol zvýšený obsah kadmia a olova vo fluvizemiách, čo je spôsobené akumuláciou týchto prvkov vo fluvialných sedimentoch jednak z okolitého prostredia, ale aj zo vzdialenejších oblastí. Zvýšený bol aj obsah kadmia v rendzinách, pričom k jeho kumulácii napomáha organická hmota a neutrálna pôdna reakcia, pri ktorej je tento prvok menej pohyblivý.

Acidifikácia pôd

Kultivácia pôdy, aplikácia ochranných opatrení, vplyv emisných zložiek atmosféry, ako aj spôsob využívania pôdy ovplyvňujú predovšetkým hodnoty pôdnej reakcie v ornici. Určitý mierny trend v smere acidifikácie zaznamenávame na kyslých pôdach a substrátoch, i keď rozdiel nie je štatisticky preukazný. Spomalenie vývoja rastlín, ako aj vplyv na výživu rastlín, ktoré patria k hlavným symptómom hliníkovej toxicity sa dotýka aj orných pôd s hodnotou pôdnej reakcie v slabo kyslej a kyslej oblasti s nižšou kvantitou a kvalitou organickej hmoty. Pomer ekvivalentných množstiev výmenných kationov $\text{Al}^{3+}/\text{Ca}^{2+}$ indikuje stupeň degradácie pôdy, vysoký stupeň degradácie pôdy sme stanovili pri fluvizemiách na nekarbonátových fluvialných sedimentoch (2,46) a pri pseudoglejoch využívaných ako orné pôdy (1,22).

Salinizácia a sodifikácia pôd

Salinizácia je proces akumulácie neutrálnych sodných solí v pôde, predovšetkým chloridu sodného (NaCl) a síranu sodného (Na_2SO_4). Indikátorom procesu salinizácie je jednak celkový obsah rozpustných solí v pôde a jednak merná elektrická vodivosť nasýteného extraktu pôdy (ECe) (Hraško, 1962).

Sodifikácia je proces viazania výmenného sodíka na sorpčný komplex pôd. Tento proces je podmienený prítomnosťou alkalických solí v pôde, predovšetkým uhličitanu sodného (Na_2CO_3), hydrogénuhličitanu sodného (NaHCO_3) a kremičitanu sodného (Na_2SiO_3). Indikátorom procesu sodifikácie je jednak obsah výmenného sodíka v sorpčnom komplexe (ESP) a jednak pôdna reakcia (pH) (Sotáková, 1988, Valla a kol., 1983).

Nami doteraz získané poznatky z vývoja vlastností soľných pôd potvrdzujú súčasne prebiehajúce procesy salinizácie a sodifikácie pôd, pričom proces sodifikácie je dominantný. Zároveň nami dosiahnuté výsledky meraní dovoľia konštatovať, že procesy salinizácie a sodifikácie prebiehajú od substrátových horizontov smerom k povrchu pôdy, pričom tento vývoj je zreteľnejší v pôdach so slabým až stredným vývojom soľných pôd.

Z hľadiska rizikovosti vzniku a rozširovania soľných pôd charakterizovaného chemickým zložením podzemných vôd, je takéto riziko najreálnejšie na dolnej časti Žitného ostrova v úseku Zlatná na Ostrove – Komárno. Svedčia o tom vyššie hodnoty elektrickej vodivosti a vysoká mineralizácia podzemných vôd. Na Slovensku evidujeme celkom do 3 tis. ha soľných pôd.

Záver

Vývoj vlastností pôd odzrkadľuje jednak ich rozdielnu genézu, ako aj spôsob ich obhospodarovania a využívania. Najmä po 2. svetovej vojne nastal v našich podmienkach silný industrializačný efekt, ako aj postupná intenzifikácia poľnohospodárskej výroby spojená so sceľovaním pozemkov, nastal silný boom vo výrobe a aplikácii priemyselných hnojív a vápenatých hmôt. Obdobie po roku 1990 je charakterizované postupnou konverziou priemyselnej výroby, znižovania emisií, taktiež sa však výrazne znížili dávky priemyselných hnojív i vápenatých hmôt, narušila sa aj koncepcia štruktúry osevu, zvýšili sa plochy monokultúr a pod. Tieto skutočnosti sa prejavili aj pri sledovaní a hodnotení vývoja vlastností pôd: znížil sa obsah prístupných živín v pôde – najmä fosforu a draslíka, na kyslých pôdach v dôsledku chýbajúceho vápnenia dochádza k postupnému zakysľovaniu pôd, neznížil sa však výraznejšie obsah rizikových prvkov v pôdach, a to ani v priemyselných oblastiach, kde sa emisná situácia predsa za posledných 20 rokov zlepšila. To znamená, že tie pôdy, ktoré boli kontaminované už v minulosti, sú kontaminované aj v súčasnosti.

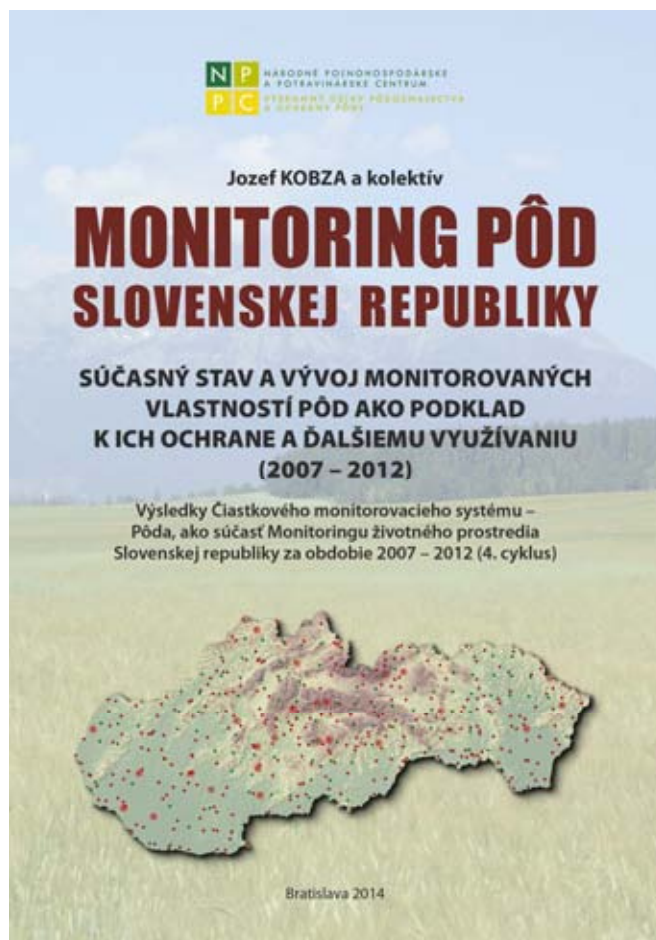
Bolo zistené, že v našich podmienkach súčasne prebieha salinizácia a sodifikácia, pričom sa ukazuje, že proces sodifikácie je výraznejší a dominantný. Z hľadiska rizikovosti vzniku rozširovania a rozvoja soľných pôd charakterizovaného chemickým zložením podzemných vôd, je takéto riziko najreálnejšie na dolnej časti Žitného ostrova v úseku Zlatná na Ostrove – Komárno. Svedčia o tom vyššie hodnoty elektrickej vodivosti a vysoká mineralizácia podzemných vôd.

Na väčšine monitorovacích lokalít sme zaznamenali v poslednom období určitú stabilizáciu pôdneho organického uhlíka, pričom nebol zistený trend v znížení kvalitatívnych parametrov (HK/FK, Q_4^6) pôdneho humusu. Vývoj hodnôt parametrov chemickej štruktúry má kolísavý charakter, jednotlivé hodnoty sa udržiavajú na úrovni charakteristickej pre daný pôdny typ, čo znamená, že sú viac limitované genézou pôdy.

Fyzikálna degradácia pôd (kompakcia a erózia pôd) patrí v súčasnosti medzi najintenzívnejšie degradačné procesy (kompakciou je ohrozených takmer 30% poľnohospodárskych, prevažne orných pôd a eróziou pôd je ohrozených takmer 40% poľnohospodárskych pôd), a preto ich bude potrebné i naďalej monitorovať.

Okrem uvedených degradačných procesov v zmysle návrhu EK (Van-Camp et al., 2004) sledujeme pravidelne aj acidifikáciu pôd a obsah prístupných živín (P,K,Mg), kde najmä pri fosfore a draslíku zisťujeme za posledných 20 rokov úbytok v priemere o 10 až 30 %. V poslednom období (od roku 2010) sme sa začali venovať taktiež problematike vývoja pôd, na ktorých sa pestujú energetické plodiny a dreviny a taktiež spustnutým pôdam, ktoré sa v minulosti poľnohospodársky využívali. Do okruhu sledovania sme dodatočne zaradili aj rašeliny (slatinného, vrchoviskového, ako aj prechodného typu) najmä v súvislosti s postupnou zmenou hydromorfného režimu pôsobením globálnej klimatickej zmeny. Aktuálny stav a vývoj vlastností pôd podľa uvedených ohrození spolu aj s návrhom regulačných opatrení sú detailne rozpracované v novej publikácii Monitoring pôd SR (obr.

2.), ktorá vyšla v Edičnom stredisku NPPC – VÚPOP Bratislava pri príležitosti už 20-ročného jubilea realizácie komplexného monitoringu pôd na Slovensku (Kobza a kol., 2014).



Obr. 2. Najnovšie výsledky Čiastkového monitorovacieho systému – Pôda.

Literatúra

- HRAŠKO, J. 1962. Rozbory pôd SVPL Bratislava
- KOBZA, J. 2001. Vývoj spustnutých pôd. Ved. práce VUPOP Bratislava, č. 24, 2001, s. 33-38. ISBN 80-85361-95 7.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., ČUMOVÁ, L., DODOK, R., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., NÁČINIAKOVÁ – BEZÁKOVÁ, Z., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M., TÓTHOVÁ, G., 2009. Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2002-2006). VÚPOP Bratislava 2009, 196 s. ISBN 978-80-89128-54-9.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., NOVÁKOVÁ, K., PÁLKA, B., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2010. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívnych území vplyvu magnezitových závodov (Jelšava-Lubeník a Hačava) s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VUPOP Bratislava, 2010, 94 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2012. Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívneho územia Horná Nitra s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VUPOP Bratislava, 2010, 94 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
- KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., DODOK, R., HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M. 2014. Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2007-2012).NPPC-VUPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978-80-8163-004-0.
- KOLEKTÍV, 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. VUPOP Bratislava, 2011, 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1.

- MPSR, 2004. Zákon č.220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy. Príloha č.2 pod čiastkou 96 zo dňa 28.04. 2004
- SOTÁKOVÁ, S. 1988. Návod na cvičenia z geológie a pôdoznanectva. Príroda Bratislava.
- STYK, J., PÁLKA, B. 2013. Správa o stave životného prostredia SR v roku 2013.
- VALLA, M., KOZÁK, J., DRBAL, J. 1983 Cvičení z půdoznalství II. SPN Praha
- Van-CAMP, L., BUJARRABAL, B., GENTILE, A-R., JONES, R.J.A., MONTANARELLA, L., OLAZABAL, C. and SELVARADJOU, S-K. 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/5, 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses – Guide to conservation planning, Agricultural Handbook 537, USDA, 1978, 58 pp.

Kontaktná adresa:

prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.,
NPPC - Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy Bratislava, Regionálne pracovisko Banská Bystrica,
Mládežnícka 36, P. O. Box 9, 974 04 Banská Bystrica,
e-mail: j.kobza@vupop.sk

INOVÁCIA SÚSTAVY PÔDNOEKOLOGICKÝCH JEDNOTIEK BONITAČNÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU INNOVATION OF SOIL-ECOLOGICAL UNITS SYSTEM WITHIN THE BONITATION INFORMATION SYSTEM

Blanka Ilavská, Pavol Bezák

Abstract: For purposes of practical application of knowledge about the production potential, non-production functions of the soil and the overall quality of the soil is the base case bonitation land information system, expressed 7-digit code. Upgrading the system of ecological soil units is necessary due to the fact that has not been updated for almost 20 years which means that the information value of valuated soil ecological units can in a certain sense to decline and may not correspond to newer classification of soils. The importance of information system on land is obvious mainly from its direct connection to the current legislation on the protection of farmland and countryside, as well as indirect links to information about the LFA, the Nitrates Directive and under.

Keywords: Update soil ecological units system, information system of soil, soil protection, soil degradation, anthropization

Úvod

Nový obsah medzinárodnej pôdnej politiky a hlavne nový rozmer vnímania hospodárskeho a eko-sociálneho potenciálu pôdy v medzinárodnom priestore a predovšetkým v EÚ si vyžadujú inovované prístupy a netradičné prezentácie potenciálu a funkcií pôdneho krytu s rozšírenými možnosťami ich uplatnenia a celkových prínosov pre spoločnosť. Pôda ako jeden zo základných celosvetových prírodných zdrojov, je životne dôležitá nielen pre prítomnosť, ale i pre budúcnosť ľudstva. S rozvojom poznania sa pôda prestala považovať len za výrobný prostriedok pre zabezpečenie výživy obyvateľstva. Je naším bohatstvom, významným prírodným zdrojom a rozhodujúcim komponentom prírodného prostredia s nenahraditeľným významom pri udržovaní najdôležitejších funkcií prírody a životného prostredia človeka.

Vývoj pôdy predstavuje dlhodobý proces, ktorý je nepretržitý a preto je pôda variabilný a heterogénny útvar. Samotné pôdotvorné procesy prebiehajú zväčša pomaly a teda väčšina pôdneho fondu zo strednodobého až dlhodobého hľadiska je stabilná. V období 50. až 80. rokov 20. storočia došlo na našom území k rozsiahlej kolektívizácii poľnohospodárstva, ktoré vyústilo k veľkoplošnému hospodáreniu, pričom boli likvidované maloplošné prvky ekologickej a účelovej zelene, mokradí a pod. Tieto zmeny výrazne prispeli k degradácii poľnohospodárskej pôdy a krajiny. Človek teda svojimi aktivitami výrazne zasiahol a naďalej zasahuje do tohto vývoja a často krát urýchlí pôdotvorné procesy (erózia, odvodňovanie a pod.) alebo úplne mení pôvodné usporiadanie prirodzeného pôdneho profilu (rekultivácie, rigolovanie, terasovanie a pod.). Aktivity človeka meniace pôdy majú tak pozitívny efekt (meliorácie, rekultivácie), ako aj negatívny efekt (degradácie) alebo vytvára nové pôdne typy technosoly. Aby ďalej nedochádzalo k degradácii poľnohospodárskej pôdy, je nutné vyžívať všetky dostupné prostriedky k jej udržaniu v čo najlepšej kvalite a výmere.

Jedným z najdôležitejších nástrojov je bonitačný informačný systém (BIS). Údaje z tohto systému tvoria základ pre systém ochrany poľnohospodárskej pôdy pred zábermi, ktorý je integrovaný do legislatívy prostredníctvom zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z.z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Poznatky o vlastnostiach, funkciách a potenciáloch pôd sú a aj v budúcnosti budú východiskovým podkladom pre nadväznú systémové riešenia závažných otázok využívania a ochrany pôdy a krajiny. Postupný vývoj priorít „bonitácie pôd“ pre účely oceňovania k

novým požiadavkám, a to hodnotiť aj vzťahy medzi vlastnosťami, potenciálmi a funkciami pôd podnietil aj požiadavku spresňovania „bonitácie pôd“.

Primárnym impulzom pre inováciu sústavy pôdnoekologických jednotiek je zvyšujúci záujem o nové metodické postupy účelovej interpretácie výsledkov hodnotenia pôd aj pre následné modelovanie sústav využívania zdrojov pôdy a krajiny v rámci projektov rozvoja regionálnych a územných celkov. Ďalším významným podnetom pre inováciu sústavy pôdnoekologických jednotiek je požiadavka preveriť počet a správnosť kódov PEJ a snaha o rešpektovanie nového Morfogenetického klasifikačného systému pôd Slovenska (Bazálna referenčná taxonómia) z roku 2014.

Aktualizácia BIS na úrovni klasifikačného systému PEJ je potrebná vzhľadom k tomu, že v Slovenskej republike nebolo toto dielo aktualizované takmer 20 rokov čo znamená, že výpovedná hodnota BPEJ môže v určitom zmysle klesať a nezodpovedá novším klasifikáciám pôd.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Prvá klasifikácia (hodnotenie) pozemkov bola zaznamenaná už v 17. storočí, významnejšie v 18. storočí. Stabilný kataster (územie prináležiace k určitej obci) bol definovaný už v roku 1817. Prvá bonitácia, viac-menej v dnešnom ponímaní bola uskutočnená už v roku 1927, s výraznou snahou o vedecké zvládnutie problému. V päťdesiatych rokoch 20. storočia boli získané základné pôdne údaje z celého územia Slovenska (trojsondový systém), v šesťdesiatych rokoch zavedenie tzv. výrobných typov a podtypov. Na konci šesťdesiatych rokov došlo k zaradeniu katastrálnych území do jedného zo 63 prírodných stanovišť. Na Komplexný prieskum poľnohospodárskych pôd (KPP) uskutočnený v šesťdesiatych rokoch naviazala "bonitácia", uskutočnená v sedemdesiatych rokoch, ktorá bola použitá v roku 1984 k spracovaniu kategorizácie poľnohospodárskych subjektov do 42 produkčných skupín podnikov (PSP) a koncom 80. rokov do produkčne ekonomických skupín (PES), ktoré boli využívané v dotačnej politike. Na základe PES sa vymeriavala daň do roku 1992. Od roku 1993 bola daň z pozemkov určovaná na základe úradnej ceny pôdy podľa jej BPEJ.

Súčasný spôsob hodnotenia poľnohospodárskych pôd v SR založený na BPEJ predstavuje v rámci svetového merítka unikátny systém, ktorý bol a je priebežne aktualizovaný (v rámci rebonitácií pôd a nového čiastkového mapovania). Východiskovým podkladom pre bonitáciu pôd sa stal Komplexný pôdoznalecký prieskum poľnohospodárskych pôd (KPP), ktorý sa vykonával v období rokov 1960 - 1970. Od roku 1973 sa na podkladoch KPP, ako logické vyústenie tohto prieskumu, začalo mapovanie pôdnoekologických jednotiek (PEJ) a výskum produkčno-nákladových parametrov pôd na celom území Slovenska. Bonitácia poľnohospodárskych pôd používa klasifikačný systém BPEJ, ktoré sú predmetom hodnotenia pôd. Vymedzenie BPEJ na základe jednotného klasifikačného systému bonitácie má celoštátny charakter, BPEJ s ich agro-ekologickou a ekonomickou charakteristikou predstavuje základný legislatívny nástroj pre podporu rozhodovania v oblasti využívania a ochrany pôdy.

Koncepcia bonitácie je založená na charakteristike každej parcely parametrami pôdnoekologických vlastností, ktoré sú vyjadrené bonitovanými pôdnoekologickými jednotkami (BPEJ). Bonitačný informačný systém poľnohospodárskych pôd, vzhľadom k jeho mnohostrannému využitiu v decíznej sfére, je významnou súčasťou riešenia ekonomických problémov pôdohospodárstva a problémov životného prostredia, ktoré sú spojené s rozvojom trvalo udržateľného pôdohospodárstva. Problematika bonitácie (hodnotenie a oceňovanie poľnohospodárskych pôd, stanovenie úradnej ceny pôdy, určenie odvodu za odňatie poľnohospodárskej pôdy, ochrana poľnohospodárskej pôdy) je významnou a dôležitou pre jej celoštátne pokrytie a jej mnohostranné využitie. Základnou podmienkou použiteľnosti

bonitácie je udržanie odborných údajov a charakteristík v rámci BPEJ v aktuálnom stave. Význam BIS je zjavný hlavne z jeho priameho naviazania na súčasnú legislatívu v oblasti ochrany poľnohospodárskej pôdy a pozemkových úprav a taktiež nepriamej väzby na údaje o LFA, nitrátovej direktíve a pod.

V minulosti prebehla aktualizácia a detailizácia BIS v troch etapách, keď v rámci aktualizácie v rokoch 1991 – 1993 došlo k najvýznamnejším zmenám. Bol zavedený do bonitácie nový 7-miestny kód BPEJ a číselník PEJ bol rozšírený na konečný počet 100 kódov. V súčasnosti prebieha aktualizácia BPEJ, najmä v prípade pozemkových úprav prípadne individuálnych pedologických prieskumov. Táto aktualizácia však neprebieha systematicky a hlavne nerieši nedostatky samotného systému „bonitácie“, respektíve nedostatky na úrovni jej jednotlivých atribútov. Dostupnosť množstva údajov pre počítačové spracovanie, výkon a možnosti dnešného prístrojového vybavenia umožňujú posunúť systém aktualizácie BIS na technologicky vyššiu úroveň a zároveň upraviť a zosúladiť údaje, ktoré poskytuje bonitačný informačný systém s údajmi iných krajín EU.

Materiál a metódy

Prvá sústava pôdnoekologických jednotiek (PEJ) bola vypracovaná v podobe úplného zoznamu týchto jednotiek zoradených podľa vzostupného poradia ich číselného kódu. Sústava PEJ má dve taxonomické úrovne. Hlavná pôdno-klimatická jednotka (HPJ), je to hlavná pôdna jednotka vyskytujúca sa v určitom klimatickom regióne. HPJ predstavuje účelové zoskupenie ekologicky a produkčne veľmi podobných genetických pôdnych subtypov na špecifických skupinách pôdotvorných substrátov, ktoré sú definované aj podľa pôdnych druhov, kategórií hĺbky pôdy a sklonu svahov. Druhou taxonomickou úrovňou sústavy PEJ je bonitovaná pôdno-ekologická jednotka (BPEJ). BPEJ sú pôdne a ekologicky relatívne najhomogénnejšie jednotky bonitačného informačného systému. V podstate predstavujú hlavné pôdno-klimatické jednotky, ktoré sú podrobnejšie rozdelené podľa kategórií ich sklonu svahov, expozície svahov k svetovým stranám, skeletovitosti, hĺbky pôdy a zrnitosti povrchového horizontu. V prvej sústave bolo približne 850 BPEJ (Džatko, Linkeš, 1977), ktoré boli vyjadrené v podobe 5-miestneho číselného kódu, kde prvé tri čísla predstavovali hlavnú pôdno klimatickú jednotku., (kombinácie svahovitosti, expozície, pôdotvorného substrátu a zrnitosti) boli vyjadrené v kóde poradia HPJ. Číselník hlavných pôdnych jednotiek obsahoval 89 HPJ. Sústava bola vytvorená ako uzavretá a nedovoľovala rozširovanie počtu jej jednotiek podľa rastúceho počtu kombinácií ich vlastností, ktorých potreba vznikala pri ich mapovaní a popise.

V priebehu rokov 1985 – 1993 narastali požiadavky na detailizáciu členenia pôdneho krytu, preto po ukončení bonitácie poľnohospodárskeho pôdneho fondu bolo vykonaných niekoľko aktualizácií. Najdôležitejšie z hľadiska skvalitnenia výpovednej hodnoty bol druhá a tretia aktualizácia BIS. Aktualizácia vykonaná v roku 1988 na pokyn MP SR zahrňovala vyčlenenie veľmi chladného klimatického regiónu, úpravu a zastúpenia silne skeletovitých pôd, ktorá vyplývala z rozdielov definície tejto kategórie v pôvodnom KPP a v mapovaní BPEJ, tak aby vyjadrovala skeletovitosť podľa metodík (Džatko *akol.* 1973, 1976.). Ďalej v rámci tejto aktualizácie došlo k úprave zastúpenia podielu erodovaných pôd, a úprave plytkých a silne svahovitých pôd vyplývajúce z ich dovtedy nejednoznačnej klasifikácie. Výsledkom bolo preradenie stredne skeletovitých pôd do silne skeletovitých pôd, vyčlenenie erodovaných pôd a vznik nových HPJ a vyčlenenie nových HPJ plytkých a silne svahovitých. Táto aktualizácia sa vykonávala prevažne prehodením pedologických máp na základe Zápisníkov pôdneho prieskumu a v malej miere aj terénnym prieskumom. Úpravy sa uskutočnili na ploche približne 1 mil. ha pôd.

Aktualizácia v roku 1989-1993 prebiehala na pokyn MP SR v súlade s odsúhlasením metodiky prác medzirezortnou komisiou pre bonitáciu a koordinačnou radou úlohy v r. 1989.

Táto aktualizácia zahrňovala revíziu základného pedologického prieskumu v teréne, pri ktorej došlo k zmenám na úrovni hlavných pôdných jednotiek na základe pedologických sond a ich morfológických, chemických a fyzikálnych analýz. Na základe tejto aktualizácie bol inovovaný číselník (HPJ rozšírený na konečný počet 100, pričom už bol zavedený do bonitácie nový 7-miestny kód BPEJ, v ktorom sú jej pôdno-klimatické vlastnosti vyjadrené kombináciou kódov jednotlivých vlastností na stabilných miestach výsledného 7-miestneho kódu. Princíp prevodu pôvodnej a novej sústavy pôdno-ekologických jednotiek bol jednoduchý. Jednotky sú vo svojej definícii totožné len v rámci aktualizácie sa definovalo niekoľko nových HPJ. Celkový počet BPEJ inovovaného BIS presahoval počet 6500 kódov. Do sústavy pôdnoekologických jednotiek boli zaradené nové kódy HPJ:

- 10 pôdy výrazne poškodené imisiami (toxikované variety rôznych pôdných typov)
- 15 FM fluvizeme stredne ťažké s ľahkým podorníčím, v teplých klimatických regiónoch, vysychavé
- 29 ČAm, ČAG čiernice typické, a čiernice glejové, stredne ťažké až ťažké, na sprašových svahových hlinách
- 30 KT kultizeme rigolované alebo intenzívne kultivované (bez terasovania), stredne ťažké,
- 33 ČA čiernice plytké na aluviálnych sed. stredne ťažké, väčšinou karbonátové
- 34 ČMmc černoze typ., karbonátové na aluviálnych sed., stredne ťažké až ťažké s ľahkým podorníčím
- 43 ČMe, RM černoze erodované a regozeme na sprašiach v komplexe s regozemami, prevládajú ČM erodované, stredne ťažké
- 85 LMg až PGI luvizeme pseudoglejové až pseudogleje luvizemné na polygénnych hlinách so skeletom, stredne ťažké
- 89 PGm pseudogleje typické na polygénnych hlinách so skeletom stredne ťažké až ťažké
- 91 RM až RMP regozeme na slieňoch alebo íloch, ťažké až veľmi ťažké
- 98 GL Gleje, ťažké až veľmi ťažké
- 99 RM regozeme na neogénnych piesočnatých substrátoch na výrazných svahoch 12-25°, ľahké

Revízia a aktualizácia pôdoznaleckého podkladu máp BPEJ a systému HPJ sa vykonávala podľa kritérií klasifikácie pôd–Morfofenetického klasifikačného systému pôd ČSFR (Hraško et al., 1987, 1991) s použitím hodnotenia morfológických vlastností pôd ako aj detailnými analýzami ich vlastností pomocou špeciálnych sond, mapovacích sond. Revízii boli podrobené všetky pôdy, ich hustota však nedosahovala hustotu pôvodného pedologického prieskumu. Revízia priniesla podstatné a faktograficky podložené zmeny v klasifikácii pôd v porovnaní s pôvodnými mapami BPEJ. Na základe tejto aktualizácie bolo v roku 1994 vydané tretie upravené vydanie Príručky pre používanie máp BPEJ (Linkeš, V. a kol., 1994)

V poslednej vydanej príručke (Džatko, M., Sobocká, J. 2009) sa inovácia sústavy hlavných pôdných jednotiek týkala doplnenia, resp. úpravy (zmeny) názvoslovie niektorých pôdných jednotiek, avšak pôvodný hodnotový charakter hlavných pôdných jednotiek (HPJ) bol v plnej miere zachovaný. V zmysle nového morfofenetického klasifikačného systému pôd SR (kol. autorov, 2010) bola upravená aj charakteristika pôdných typov a nižších jednotiek.

Sústava BPEJ sa stala podkladom pre nespočetné množstvo prác, ktoré sa zaoberajú produkčným potenciálom pôd (Vilček, J. a kol., 1999), posúdením vhodnosti pestovania plodín (Vilček, J., Bedrna, Z. 2007), prvkami degradácie pôd a iné. Novším príkladom je využitie prvkov BPEJ pri riešení energetického potenciálu poľnohospodárskych pôd (Vilček, J., 2006), alebo pri návrhoch optimálneho usporiadania a trvalo udržateľného využívania poľnohospodárskeho územia.

Výsledky a diskusia

Súčasný systém hodnotenia poľnohospodárskych pôd SR nie je dostačujúci z hľadiska riešenia požiadaviek praxe, ale ani z hľadiska nového klasifikačného systému pôd.

V súčasnosti prakticky na celom svete je „bonitné“ hodnotenie poľnohospodárskej pôdy odvodené od jej produkčnej funkcie a na produkčných parametroch sú postavené všetky hodnotiace systémy (napr. kvalita pôdy). V rámci nových výskumov sa koncepcia multifunkčnosti pôd dostáva do záujmu vedeckej komunity, ale i odbornej verejnosti. Je založená na plnení ekologických funkcií pôd, ktorých komplexné hodnotenie či monetárne ocenenie je zatiaľ v štádiu vývoja. To znamená, že identifikácia a hodnotenie pôdných, či pôdno-ekologických jednotiek vo vzťahu k mimoprodukčným funkciám pôdy nie je rozpracované na takej úrovni, aby sa komplexne zhodnotili aj ekologické funkcie pôdy.

Sústava hlavných pôdných jednotiek (HPJ) je vytvorená účelovo a rešpektuje zastúpenie pôdných jednotiek podľa schémy, v ktorej dominujú poľnohospodárske pôdy. To znamená, že pôdy lesných území nie sú zastúpené a špecifické pôdne typy alebo marginálne pôdy (smonice, slaniská, rankre, luvizeme a iné) sú zastúpené v kombinácii pôdných typov, ktoré tvoria hlavnú pôdnu jednotku. Výrazným „nedostatk“ systému HPJ je ich ohraničený počet na 100. Najproduktívnejšie pôdy resp. pôdne typy ako fluvizeme, černozeme, čiernice a hnedozeme sú zastúpené 55 jednotkami kódy HPJ 01 – 55. Sú detailne charakterizované na základe viacerých kritérií ako svahovitosť, pôdotvorný substrát alebo textúra, pričom textúra je uvedená nielen v charakteristike HPJ ale aj priamo v kód BPEJ (na 7. mieste kódu BPEJ). Ich členenie aj v priestorovom vyjadrení je preto detailnejšie v porovnaní s mapami KPP. Kambizeme sú zastúpené v 24 kódach HPJ. Zostávajúce kódy HPJ (21) predstavujú rôzne kombinácie resp. asociácie pôdných typov pričom ide o pôdy, ktorých produkčný potenciál je menej významný a aj menej charakterizovaný. V porovnaní s mapami KPP ich diferenciácia je slabšia a menej rozlíšiteľná.

Do systému nie sú zahrnuté rekultivované, pôdy z výsypkových materiálov, nedostatočne je zhodnotená úroveň kontaminácie pôd a podobne. Týka sa to predovšetkým antropogénnych pôd, ktoré do súčasného systému neboli dodatočne vložené. Ako kultizeme sú registrované len hlboko kultivované pôdy (kód 30) a rigolované pôdy viníc (kód 74), hoci v praxi ich nachádzame oveľa viac. Antrozeme sú pôdnym typom doteraz málo známym. Patria k nim plochy rekultivované pre rôzne využitie (poľnohospodárske pôdy, rekultivácia skládok odpadov, rekultivácia záhrad, remediácia kontaminovaných pôd a iné). Tento pôdny typ v systéme absentuje, čo spôsobuje problémy ich zaradenia do sústavy BPEJ. Pre luvizeme sú uvedené len 3 kódy BPEJ aj to len v kombinácii s pseudoglejmi (HPJ 56, 58 a 85), hoci v teréne predstavujú dobre rozlíšiteľné plochy. Z pôdných jednotiek nie sú v sústave BPEJ zastúpené pararendziny, ktoré predstavujú nemalý podiel PPF a ktoré sa zamieňajú s rendzinami (viac skeletnatými pôdami). Chýbajú andozemné subtypy kambizemí, ktoré sa síce vyskytujú na menšej ploche hlavne v TTP, avšak existujú aj v PPF.

Na základe uvedeného môžeme konštatovať, že zoskupenie a kategorizácia pôdných jednotiek

v BPEJ je účelová s cieľom zvýrazniť produkčnú funkciu pôd. V plnej miere splňa požiadavky na hodnotenie produkčnej funkcie pôd. Je to príklad dobre spracovaného systému hodnotenia produkčnej funkcie pôd. Aby bolo možné do systému BPEJ zaradiť pôdne typy, ktoré sú rovnako významné ako najproduktívnejšie pôdy hlavne z hľadiska ich mimoprodukčných vlastností je potrebné znížiť počet HPJ tak, aby sa nenarušil bonitačný informačný systém a nestratili sa informácie v ňom obsiahnuté. V 7-miestnom kóde BPEJ je informácia o zrnitosti uvedená na siedmom mieste kódu, zároveň je táto informácia aj v charakteristike HPJ. Na základe dôkladnej analýzy systému HPJ navrhujeme zrušiť resp. zlúčiť niektoré kódy HPJ, ktoré sa odlišujú len na základe kódu zrnitosti u fluvizemí, čiernic, hnedozemí a kambizemí.

- *HPJ 01,02,03,04* fluvizeme kultizemné karbonátové, zrnitosť 1-l'ahké, 2-stredne ťažké, 3-ťažké, 4-veľmi ťažké
- *HPJ 06,07* fluvizeme kultizemné, zrnitosť 2-stredne ťažké, 3- ťažké
- *HPJ 08,09, 11, 12, 13* fluvizeme kultizemné typické glejové
- *HPJ 21,22,23* čiernice kultizemné, zrnitosť 1-l'ahké, 2-stredne ťažké, 3-ťažké
- *HPJ 25,26,27, 28* čiernice kultizemné glejové, karbonátové aj nekarbonátové, zrnitosť 1-l'ahké, 2-stredne ťažké, 3-ťažké, 4- veľmi ťažké
- *HPJ 50,51* hnedozeme kultizemné pseudoglejové (miestami pseudogleje s hrubším HH) na sprašových a polygénnych hlinách, zrnitosť 2-stredne ťažké, 3- ťažké
- *HPJ 52,53* hnedozeme kultizemné erodované na polygénnych hlinách a regozeme kultizemné na neogénnych sedimentoch. V komplexe prevládajú hnedozeme erodované, zrnitosť 2- stredne ťažké, 3- ťažké
- *HPJ 63,64* kambizeme kultizemné na minerálne bohatých zvetralinách flyšu, zrnitosť 2-stredne ťažké
- *HPJ 66,67* kambizeme kultizemné kyslé na flyši, zrnitosť 1-l'ahké, 2-stredne ťažké, 3-ťažké
- *HPJ 69,70* kambizeme kultizemné pseudoglejové na flyši, zrnitosť 2-stredne ťažké, 3-ťažké, 4-veľmi ťažké

Takýmto spôsobom - jednoduchým spojením uvedených HPJ, ktoré sa líšia len zrnitosťou by sa znížil počet kódov PEJ o 18 kódov.

Na príklade fluvizemí karbonátových - HPJ 01,02,03,04 - sme navrhli zlúčenie resp. zrušenie HPJ 02,03,04 a vytvorenie novej HPJ 01, ktorá by mala v rámci BPEJ zachovaný kód zrnitosti.

Tabuľka 1. Návrh nového zaradenia HPJ na príklade fluvizemí karbonátových.

Nový kód HPJ	Pôvodný kód HPJ	Charakteristika HPJ	Pôvodný kód BPEJ	Nový kód BPEJ
01	01	fluvizeme kultizemné karbonátové, ľahké v celom profile vysychavé	0001001	0001001
	02	fluvizeme kultizemné karbonátové, stredne ťažké	0002002	0001002
	03	fluvizeme kultizemné karbonátové, ťažké	0003003	0001003
	04	fluvizeme kultizemné karbonátové, veľmi ťažké	0004004	0001004

Na základe nového prístupu boli zlúčené všetky fluvizeme karbonátové do HPJ s kódom 01, pričom došlo z pohľadu pôdneho typu k homogenizácii územia (obr.2). Ide však iba o zdánlivé zníženie rozmanitosti, čomu napovedá obr. 6 a 7, kde je možné vidieť, že faktor zrnitosti sa nestratil, zostal definovaný na siedmej pozícii kódu BPEJ a taktiež nedošlo k zmene pôvodných hraníc kódov BPEJ.

Uvedeným postupom došlo k uvoľneniu troch kódov HPJ a zároveň nedošlo k strate žiadnej pôvodnej informácie. Tento postup je ďalej aplikovateľný aj na ďalšie skupiny HPJ, ktoré sú definované v texte vyššie. Výhodou uvedeného prístupu je jeho jednoduchosť, pričom je možné zmeny vykonať automatizovane a rýchlo. Zároveň je možné vytvoriť jednoduchý systém prevodu zo súčasného systému, čo umožní využiť aj naďalej súčasný právny stav, ktorý je priamo napojený na BPEJ.

Práve zníženie počtu kódov hlavných pôdnych jednotiek (HPJ) umožňuje zaradiť do systému, nové pôdne typy, ktoré budú reflektovať zmeny v prírodných podmienkach a aktivít človeka. Medzi najdôležitejšie PEJ, ktoré je potrebné do systému zaradiť patria koluvizeme a antrozeme (technozeme). Samotné zaradenie nových PEJ by malo rešpektovať pôvodnú filozofiu bonitácie a bonitačného informačného systému a to najmä zachovanie jednoduchosti

a prehľadnosti, ktoré umožňujú využitie týchto informácií v rozhodovacích procesoch na úrovni štátnej správy. Vyčleňovať je potrebné pôdne typy s jasným rozdielom najmä z pohľadu produkčného potenciálu, ale aj v rámci ich vyčlenenia pri terénnom šetrení.



Obr. 2. Zobrazenie nového kódu BPEJ s farebným rozlíšením hlavných pôdných jednotiek (HPJ) modelového územia.



Obr. 3 Zobrazenie kódov BPEJ s farebným rozlíšením zrnitosti modelového územia.

Koluvizeme patria medzi pôdy ovplyvnené, až geneticky podmienené ľudskou činnosťou. Vznikajú sedimentáciou a akumuláciou erodovaných materiálov v dolných častiach svahov prechádzajúcich do depresíí. Obsahujú materiál z orníc pôd ležiacich nad nimi a pri intenzívnejších prejavoch erózie môžu obsahovať i oderodovaný materiál

pôdotvorných substrátov týchto pôd. Typickou pre ne je vrstevnatosť akumulovaného materiálu. Pod týmto materiálom je pochovaný pôvodný pôdny profil.

Výhodou pri vyčleňovaní plôch koluvizemí je ich možná predbežná identifikácia na základe údajov z DMT. Takto predbežne vybrané plochy je potom možné plánovane podrobiť terénemu prieskumu.

Antrozeme sú pôdy umelo vytvorené človekom z nakopených substrátov získaných pri ťažbe, stavebnej a priemyselnej činnosti. Táto skupina môže zahŕňať aj pôdy poškodené vojenskou činnosťou, poddolovaním a pod. Charakter týchto pôd je daný jednak vlastnosťami pôvodného materiálu tak i smerovaním pôdotvorného procesu po rekultivácii.

V súčasnosti evidujeme veľké množstvo aj poľnohospodársky využívaných pôd v intravilánoch nielen malých obcí a dedín, ale aj väčších miest. Často však ide o pôdy, ktoré sú výrazne poznačené ľudskou činnosťou už dlhšie časové obdobie. Ich súčasné zaradenie v bonitačnom informačnom systéme už nezodpovedá skutočnosti, avšak často krát neexistuje adekvátna náhrada, ktorá by zohľadňovala aj ich korektné zaradenie do kvalitatívnych skupín a ocenenie. Pôvodný systém a metodika aktualizácie BPEJ vychádzali najmä z potrieb vtedajšieho systému poľnohospodárstva a vlastníckeho a užívacieho práva. Po roku 1989 bola vydaná „Príručka pre používanie máp pôdnoekologických jednotiek“, ktorá bola v roku 2009 inovovaná, tak aby rešpektovala zmeny najmä z pohľadu skvalitnenia vstupných údajov (výškopis, polohopis, využitie prostriedkov GIS a DPZ). Tieto prostriedky umožňujú skvalitniť a spresniť informácie o BPEJ a to najmä z pohľadu plošného vymedzenia, ktoré je potrebné pre zmeny vlastníckych vzťahov, reštitučné účely pod. Zmeny na úrovni kvality poľnohospodárskeho pôdneho fondu spôsobené najmä ľudskou činnosťou však doteraz neboli do metodiky integrované, respektíve iba čiastočne a v nedostatočnej forme.

Práve zníženie počtu kódov pôdnoekologických jednotiek (PEJ) umožňuje zaradiť do systému nové pôdne typy, ktoré budú reflektovať zmeny v prírodných podmienkach a aktivity človeka. Zaradenie nových PEJ do bonitačného informačného systému má význam v ich rozdielnych vlastnostiach oproti pôvodným pôdnym typom, ktoré sa nachádzali na tom istom mieste. Tieto rozdiely je potrebné premietnuť do celého legislatívneho systému, ktorý využíva BPEJ ako základ pre ochranu a ocenenie poľnohospodárskej pôdy.

Záver

Úvodným ustanovením Zákona č 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z.z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov je poľnohospodársky pôdny fond hodnotený ako nenahraditeľný prírodný zdroj a nezastupiteľná zložka životného prostredia. Každý je povinný chrániť jeho prirodzené funkcie a vyhnúť sa konaniu, ktoré by viedlo k jeho zhoršeniu. Spôsob využívania poľnohospodárskeho pôdneho fondu musí byť primeraný prírodným podmienkam v danom území a pri bežnom hospodárení na poľnohospodárskej pôde v určitom krajinnom priestore a nesmie ohrozovať ekologickú stabilitu územia.

V súčasnosti prebieha aktualizácia BPEJ, najmä v prípade pozemkových úprav prípadne individuálnych pedologických prieskumov. Táto aktualizácia však neprebieha systematicky a hlavne nerieši nedostatky samotného systému BPEJ, respektíve nedostatky na úrovni jej jednotlivých atribútov. Dostupnosť množstva údajov pre počítačové spracovanie, výkon a možnosti dnešného prístrojového vybavenia umožňujú posunúť systém aktualizácie BPEJ na technologicky vyššiu úroveň a zároveň upraviť a zosúladiť údaje, ktoré poskytuje bonitačný informačný systém, s údajmi iných krajín EU.

Zoskupenie a kategorizácia PEJ je účelová s cieľom zvýrazniť produkčnú funkciu pôd. V plnej miere spĺňa požiadavky na hodnotenie produkčnej funkcie pôd. Je to príklad dobre spracovaného systému hodnotenia produkčnej funkcie pôd. Výrazným „nedostatkom“ sústavy

PEJ v sústave BPEJ je ich ohraničený počet – 100, z toho najviac a zároveň najdetailnejšie s porovnaním s mapami KPP sú charakterizované a zastúpené najproduktnejšie pôdy resp. pôdne typy ako fluvizeme, černozy, čierne a hnedozeme sú zastúpené 55 jednotkami - kódy HPJ 01 – 55. Kambizeme sú charakterizované v 24 kódach HPJ. Zostávajúcich 21 kódov HPJ predstavujú rôzne kombinácie resp. asociácie pôdných typov pričom ide o pôdy, ktorých produkčný potenciál je menej významný a aj menej charakterizovaný, ide hlavne o luvizeme a pseudogleje. V systéme HPJ chýbajú pararendziny, andozeme, koluvizeme, antrozeme, rekultivované pôdy (poľnohospodárske pôdy rekultivované, rekultivácia skládok, pôdy z výsypkových materiálov).

Na základe dôkladnej analýzy systému HPJ sme došli k záveru, že by bolo možné zrušiť resp. zlúčiť niektoré kódy HPJ, ktorých charakteristika je zhodná a odlišujú sa len na základe kódu zrnitosti u fluvizemí, čiernic, hnedozemí a kambizemí. Takýmto spôsobom – jednoduchým spojením uvedených HPJ, ktoré sa líšia len zrnitosťou by sa znížil počet kódov HPJ o 18 kódov, pričom by sa zachovala výpovedná hodnota týchto HPJ, nedošlo by k zmenám hraníc týchto pôdných typov a neznížila by sa ich výmera.

Literatúra

- Bezák, P., Skalský, R., Szallayová, R. Alternatívne riešenia ochrany pôdy vo väzbe na legislatívu. Houšková, B. (ed.) Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy č. 34. Bratislava : VÚPOP, 2012, s. 24-35. ISBN 978-80-89128-98-3.
- Džatko, M., Linkeš, V., Pestún, V. 2006. Príručka pre používanie máp pôdno-ekologických jednotiek. VÚPU Bratislava. ISBN 80-85361-19-1. 104 s.
- Džatko, M., Sobocká, J., 2009. Príručka pre používanie máp pôdnoekologických jednotiek. VÚPOP Bratislava. ISBN 978-80-89128-55-6. 152 s.
- Ilavská, B.: Bonitačný informačný systém o pôde v procese hodnotenia a využívania poľnohospodárskych pôd. In Vedecké práce. 20/I., 1997, s. 125-131
- Kolektív autorov, 2014 : Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska, Bazálna referenčná taxonómia, NPPC-VÚPOP, 96 s. ISBN 978-80-8163-005-07,
- Sobocká, J. 2012: Klasifikácia antropogénnych pôd a návrh ich implementácie do systému HPJ (BPEJ), štúdia
- Vilček, J., Litavec, T., Gutteková, M., 1998: Nové prístupy v interpretácii bonitačného informačného systému. In Vedecké práce. 21, , s. 91-100
- Vilček, J., Bedrna, Z. 2007: Vhodnosť poľnohospodárskych pôd a krajiny Slovenska na pestovanie rastlín. VÚPOP, Bratislava, 248 s., ISBN 978-80-89128-36-5.
- Vilček, J., 2006: Energetický potenciál poľnohospodárskych pôd – kritérium hodnotenia a využívania krajiny. VÚPOP, Bratislava, 2006, 82 s. ISBN 80-89128-25-4

Kontaktná adresa:

RNDr. Blanka Ilavská, PhD., Ing. Pavol Bezák,
NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: b.ilavska@vupop.sk, p.bezak@vupop.sk

MERANIE ORBOVEJ ERÓZIE SPÔSOBENEJ DLÁTOVÝM KULTIVÁTOROM NA VYBRANOM ÚZEMÍ PRI BIELOVCIACH, IPEĽSKÁ PAHORKATINA MEASUREMENTS OF TILLAGE EROSION CAUSED BY CHISEL CULTIVATOR IN STUDY AREA AT BIELOVCE, IPELSKA PAHORKATINA

Marianna Kollárová, Emil Fulajtár

Abstract: In Slovakia the tillage erosion is very abundant due to long tradition of land cultivation at slopes. This contribution provides the results of soil translocation experiment with chisel cultivator at sloping land parcel typical for loess hilly land in southern Slovakia. Dural tracers were as tracers to measure the soil replacement caused by the ploughing. The plowing by cultivator was done to a depth of 15 cm at a speed of 6.42 km.h⁻¹ upslope and 7.5 km.h⁻¹ downslope. Experiment has shown a significantly different movement of tracers between down slope tillage (in average 75 cm) than upslope tillage (in average 45 cm).

Key words: tillage erosion, translocation, chisel plow, dural tracers

Úvod

Orbová erózia je z fyzikálneho hľadiska procesom, ktorý je veľmi odlišný od vodnej, ale aj veternej erózie. Nezanedávajúc po sebe náhle sa vytvárajúce viditeľné morfológické formy ako sú napríklad erózne ryhy a výmole, náplavy bahna, zanesené či podmyté cesty, upchatá kanalizácia či náveje piesku. Pôsobí nenápadne, preto dlho unikala pozornosti výskumu. Je však charakteristická pravidelnosťou a vytrvalosťou a za dlhšie obdobie sa prejavuje aj vznikom veľmi výrazných geomorfologických foriem, ktoré však vznikajú pozvoľna a môžu byť mylne vnímané ako stabilná a zdanlivo prirodzená súčasť reliéfu. Ak sa však prieskum zameria na túto problematiku, možno geomorfologické prejavy orbovej erózie jednoznačne identifikovať.

Princípom geomorfologického pôsobenia orbovej erózie je to, že pôsobí iba v rámci oraného poľa a nedochádza k vynášaniu materiálu mimo pole. To má za následok, že presúvaná pôda jednoducho ubúda v hornej časti poľa a naopak, hromadí sa v spodnej časti poľa. Vznikajú tak najrôznejšie terénne stupne a hrany na okrajoch poľnohospodárskych pozemkov, ktoré možno v krajine identifikovať.

Najvýraznejšími geomorfologickými formami vytvorenými orbovou eróziou sú samovoľne vznikajúce terasy v oblastiach, kde prebiehalo dlhodobé (niekoľko storočí) obrábanie pozemkov s vrstevnicovou orientáciou na strmých svahoch (obr. 1). Omnoho hojnejšie sú však rôzne, často nenápadné terénne stupne (obr. 2), ktoré vznikajú aj v oblastiach s miernejšími svahmi aj tam, kde orbová erózia prebieha len niekoľko desaťročí a vyskytujú sa aj naprieč svahmi, v dôsledku toho, že svahy väčšinou nie sú homogénne a vyskytujú sa sklony aj v laterálnom smere.



Obr. 1. Terasy vytvorené dlhodobým účinkom orby, Haligovce, Pieniny.



Obr. 2. Terénne hrany pozdĺž svahu, vytvorené orbovou eróziou na dolnom a hornom okraji poľa, Cerová vrchovina.

Geomorfologické prejavy orbovej erózie jednoznačne ukazujú, že orbová erózia je výrazný proces, ktorý spôsobuje presuny obrovských objemov pôdy a výrazne znižuje úrodnosť v horných častiach polí. Je preto potrebné výskumu tohto procesu začať venovať pozornosť. Prvoradým cieľom by mala byť kvantifikácia intenzity orbovej erózie. Na to je však potrebné najprv rozvinúť metodológiu jej merania. Hoci na Slovensku už prebehla jedna séria meraní orbovej erózie, metodológia je ešte v počiatočnom štádiu rozvoja je potrebné jej komplexnejšie rozpracovanie.

Predložený príspevok vyhodnocuje výsledky experimentu zameraného na meranie rozsahu premiestňovania pôdy častíc pri orbe dlátovým kultivátorom a prispieva k odskúšaniu metodológie merania intenzity orbovej erózie.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Výskum orbovej erózie siaha do predvojnového obdobia. Už v tomto rannom období boli publikované významné práce v susednom Poľsku, ktoré majú pre výskum orbovej erózie na Slovensku zvláštny význam, pretože sa zaoberajú problematikou v podobnom geografickom prostredí poľských Karpát a predhorských pahorkatín. Bac (1928) sa zaoberal geomorfologickými efektmi orby. Vo výskume pokračoval aj v povojnovom období, kedy ďalej rozpracovával poznatky o mechanizme vplyvu orby na prenos pôdy (Bac, 1950).

Výrazný rozvoj výskumu orbovej erózie nastal v 90tych rokoch, kedy sa začali intenzívne merania pomocou stopovačov (kovových teliesok zakopaných do pôdy pred orbou a vyhladaných po orbe, čo umožnilo sledovanie zmien polohy (vzdialeností a smerov) presunu pôdných častíc. Začalo sa aj modelovanie a konverzia výsledkov meraní na odhadovanie intenzity orbovej erózie. Boli zorganizované prvé medzinárodné vedecké podujatia zamerané na orbovú eróziu (sympózia v Toronte, 1997, Levuene, 1999, a Exeteri, 2002) a orbovej erózii sa začali venovať aj samostatné sekcie na konferenciách venovaných ochrane pôdy (napríklad ISCO konferencia vo West Lafayette, 1999). V roku 2000 bola založená aj medzinárodná Pracovná skupina pre orbovú eróziu.

Spomedzi krajín, ktoré majú podobné prírodné podmienky ako Slovensko (mierne podnebie, alpínske pohoria, sprašové pahorkatiny) dosiahli najvýznamnejšie výsledky pri rozvoji meraní, metodológie prepočtov meraní na intenzitu erózie a v modelovaní orbovej erózie pracovníci v Belgicku, Holandsku a Rakúsku (Van Muysen, 1999, Van Muysen a Govers, 2002, Van Muysen, a kol., 2006, Frauenfeld a Klik, 2002). Výsledky týchto štúdií ukázali, že intenzita orbovej erózie môže byť porovnateľná s vodnou eróziou a v určitých podmienkach môže byť aj vyššia ako intenzita vodnej erózie. Najvýznamnejšie činitele, ktoré ovplyvňujú intenzitu orbovej erózie sú sklon svahu, objemová hmotnosť a vlhkosť pôdy, typ pluhu, smer a rýchlosť orby.

Na Slovensku, kde má výskum erózie pôdy bohatú, vyše 60 ročnú tradíciu bola jeho tematika zameraná na pomerne široké spektrum problémov najmä vodnej, ale aj veternej a orbovej erózie. Na orbovú eróziu poukázal už v 50tych rokoch Lobotka (1955, 1958), ktorý upozornil napríklad na mechanizmus samovoľnej tvorby terasových polí vplyvom orby. Neskôr však výskum orbovej erózie dlho ostával na okraji záujmu. Až po roku 2000 sa začal zvyšovať záujem o túto problematiku a výskum sa zameriaval jednak na meranie intenzity orbovej erózie (Lazúr, 2001, 2002, 2003) a jednak na jej geomorfologické efekty (Stankoviansky, 2008).

Materiál a metódy

Vybrané územie, na ktorom bol pokus realizovaný, sa nachádza na Ipeľskej pahorkatine v katastrálnom území obce Bielovce. Obec je situovaná na juhu Levického okresu, od Levíc vzdialená 28 km a od Šiah 25 km. Pri terénnom prieskume boli identifikované geomorfologické formy vytvorené orbovou eróziou (obr. 3). Pokus meraním orbovej erózie sa uskutočnil v septembri 2014 na mieste (47°59'03.24"N 018°44'58.42"E) označenom na obrázku 4, s výrazným sklonom 11,5 % = cca 6,5°. Bližší pohľad na terén dokumentu je obrázok 5, šípkami je znázornený smer orby.



Obr. 3. Terénne hrany naprieč svahom na dolnom okraji poľa, medzi dvoma poľami a na hornom okraji poľa vytvorené orbovou eróziou.

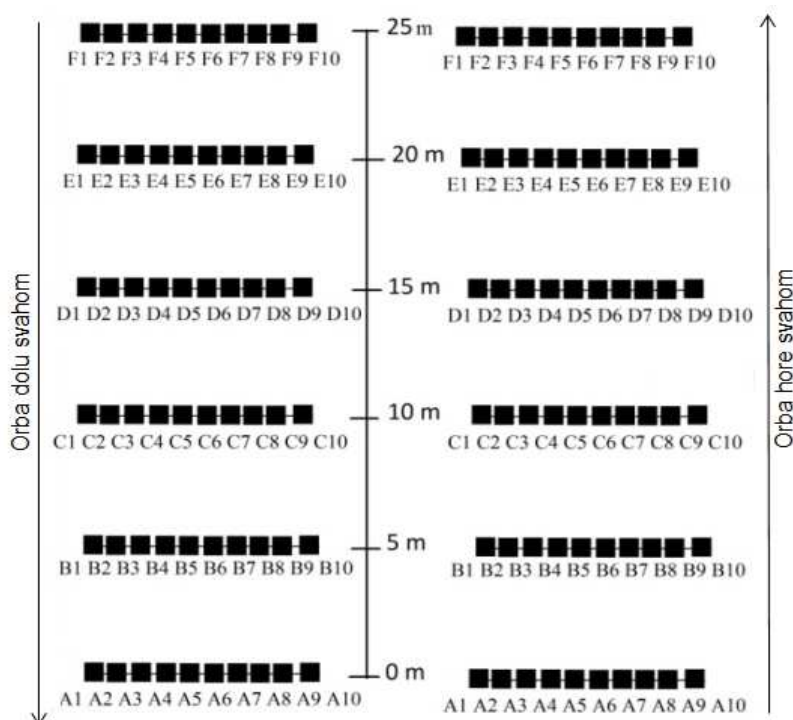


Obr. 4. Poloha pokusných transektov.

Pre zistenie vzdialenosti a smeru prenosu pôdnych častíc orbou bolo použitých 120 duralových značiek v tvare kocky s dĺžkou strany 15 mm. Každá mala svoje označenie a umiestnenie. Boli rozmiestnené v dvoch 25 m transektoch. Každý transekt obsahoval šesť radov kolmých na základnú líniu. Rady boli od seba vzdialené 5 m a každý bol označený písmenom od A po F. V každom rade bolo po 10 značiek označených od 1-10 tak, ako je to naznačené v nákrese na obrázku 6. Značky boli vložené do hĺbky 5 cm. Pri jednom transekte orba prebehla hore svahom a pri druhom dole svahom.



Obr. 5. Pokusné transekty s náčrtom smeru orby.



Obr. 6. Rozmiestnenie značiek a smer orby.

Pre pokus bol použitý traktor John Deere 9520, ktorý mal za sebou pripojený hĺbkový kultivátor Strom TERRALAND TO 6000 H (obr. 7). Ide o polonesený dlátový pluh, ktorý sa využíva pre hĺbkové zapracovanie pôdy od 15 cm až do 55 cm (BEDNAR FMT). Dva rady dlát s krídlami a tandemový hrotový valec kvalitne spracujú aj ťažšie obrábatelné pôdy. V prvom rade bolo 6 a v druhom 7 dlát. Šírka pluhu je 6 metrov a hĺbka orby bola nastavená na 15 cm. Rýchlosť orby do svahu bola (25 m za 14s $\Rightarrow$) $1,79 \text{ m.s}^{-1} = 6,42 \text{ km.h}^{-1}$ a dolu svahom (25m za 12s $\Rightarrow$) $2,08 \text{ m.s}^{-1} = 7,5 \text{ km.h}^{-1}$.



Obr. 7. Traktor s pripojeným kultivátorom pri orbe hore svahom.

Pre vyhľadávanie duralových značiek bol použitý detektor kovov značky Golden Mask 4 10x9 Pro Wireless (obr. 8). Je to prístroj zo série HF s veľmi jemnou citlivosťou a bežne sa používa ku hľadaniu najmä malých predmetov zo zlata a striebra (Detektory-kovov).



Obr. 8. Detektor kovov Golden Mask 4 10x9 Pro Wireless.

Výsledky a diskusia

Dôležitým terénnymi parametrami, ktoré ovplyvňovali posun značiek, boli objemová hmotnosť a momentálna vlhkosť pôdy. Hodnoty objemovej hmotnosti pôdy sa pohybovali v transekte oranom smerom hore svahom od 1,30 po 1,50 g.cm⁻³, a od 1,14 po 1,56 g.cm⁻³ v transekte oranom smerom dole svahom. Priemerná objemová hmotnosť bola 1,37 g.cm⁻³. Momentálna vlhkosť vrchnej vrstvy ornice sa pohybovala od 24,4% po 35,5%, priemerná vlhkosť pre oba transekty bola 31,03%.

Úspešnosť nájdenia značiek v prípade orby hore svahom bola takmer 97% (58/60) a v prípade orby dole svahom o niečo nižšia 90% (54/60). Je potrebné zdôrazniť, že pluh bol šesť metrov široký, s trinástimi dlátami, ktoré pri orbe vytvoril ryhy od seba 0,46 m vzdialené. Tento takmer pol metrový rozstup spôsobil, že niektoré značky vôbec neboli zachytené a nedošlo k ich posunu. Z celkového množstva 120 značiek ostalo na svojom pôvodnom mieste 36, to je takmer jedna tretina. Niektoré značky boli tlačené dlátom a prekonalí veľké vzdialenosti. Najvýraznejší zaznamenaný posun pri orbe hore svahom bol 241 cm a dole svahom 400 cm. Priemerné hodnoty translokácie nájdených značiek podľa jednotlivých radov sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Priemerná horizontálna vzdialenosť premiestnenia kociek.

Rad	Priemerná horizontálna vzdialenosť premiestnenia	
	pri orbe hore svahom (cm)	pri orbe dole svahom (cm)
rad A	60,40	76,22
rad B	51,90	46,78
rad C	27,60	64,50
rad D	25,89	73,89
rad E	44,67	77,11
rad F	59,10	114,00
priemer	45,00	75,00

Záver

Naším experimentom sme sa snažili poukázať na významnosť translokácie pôdy spôsobenej orbou, čo dáva priestor vzniku orbovej erózií. Už 13 dlátový kultivátor spôsobil počas orby posun značiek v priemere takmer 45 cm smerom hore svahom a približne 75 cm smerom dole svahom. Výsledný posun je 30 cm dole svahom. Rýchlosť orby dole svahom bola o niečo vyššia, čo malo tiež vplyv na výsledný posun. Ak by sa zvýšila rýchlosť orby,

pôdne častice by boli translokované do ešte väčšej vzdialenosti. Okrem rýchlosti dôležitú úlohu zohral aj druh/typ pluhu, množstvo dlát, momentálna vlhkosť pôdy, objemová hmotnosť, sklon svahu, smer a rýchlosť orby.

Literatúra

- Bac, S., (1928). The contribution to research of relief elevation changes in loessic areable areas. (Original in Polish: Przyczynek do badań nad zmianą położenia powierzchni ornych gruntów loesowych). Roczniki nauk rolniczych i leśnych 19; p. 463–490.
- Bac, S., (1950). Vplyv práce pluhu na premiestňovanie pôdy. (Wplyw pracy pluga na przemieszczanie gleb.) In: Bac, S., Ostromecki, J. (eds.): Badania nad erozją gleb w Polsce. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne, Warszawa: p. 61–80.
- BEDNAR FMT s.r.o. [Citované: 15.3.2015] <<http://www.bednar-machinery.com/zpracovani-pudy/dlatovy-pluh/terraland-tn.html>>
- Detektory-kovov [Citované: 15.3.2015] <<http://www.detektory-kovov.eu/predaj/158/Golden-Mask-4/>>
- Frauenfeld, B., Klik, A. (2002). Soil redistribution affected by tillage in lower Austrias farmland. In: Wang, L., Wu, D., Tu, X., Nie, J. (Eds.): Proc., 12th International Soil Conservation Organization (ISCO) Conference, Vol. III, 491-496: Technology and Method of Soil and Water Conservation. Beijing, May 26-31, 2002; Tsinghua University Press.
- Fulajtár, E., Janský, L. (2001). Vodná erózia a protierózna ochrana. Bratislava, p. 35.
- Lobotka, V. (1955). Terasové polia na Slovensku, Poľnohospodárstvo II (6), p. 539-549.
- Lobotka, V. (1958). Príspevok k problému erózie a orania. Poľnohospodárstvo 5 (6), p. 1172.
- Lazúr, R. (2001). Soil erosion caused by tillage. In: Jambor, P. (ed.): Proceedings of the Trilateral Cooperation Meeting on Physical Soil Degradation. SSCRI, Bratislava: p. 49.
- Lazúr, R. (2002). Tillage effects on soil erosion. Vedecké práce 25, p. 61.
- Lazúr, R. (2003). Jednoduchá metóda na určenie vzdialenosti translokácie pôdnej hmoty orbou v poľných podmienkach. In: Sobocká, J., Jambor, P.: Druhé pôdoznalecké dni v SR. 16.–18. 6. 2003 Stará Lesná, VÚPOP a Societas Pedologica Slovaca, Bratislava, p. 209.
- Stankoviansky, M. (2008). Vplyv dlhodobého obrábania pôdy na vývoj reliéfu slovenských Karpát. Acta Geographica Universitatis Comenianae 50, p. 95.
- Van Muysen, W. (1999). 2nd International Symposium on Tillage Erosion and Tillage Translocation: Abstracts and Symposium Program. Leuven, Belgium, 12–14 April 1999. Leuven, Catholic University.
- Van Muysen, W., Govers, G. (2002). Soil displacement and tillage erosion during secondary tillage operations: the case of rotatory harrow and seeding equipment. Soil and Tillage Research 65, p. 185.
- Van Muysen, W., Van Oost, Govers, G. (2006). Soil translocation resulting from multiple passes of tillage under normal field operating conditions. Soil and Tillage Research 87. p. 218.

PodĎakovanie

Táto práca bola finančne podporená grantom VEGA1/0886/13.

Kontaktné adresy:

Mgr. Marianna Kollárová,
Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra pedológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4,
e-mail: kollarovam@fns.uniba.sk
RNDr. Emil Fulajtár, PhD.,
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôd,
Gagarinova 10, 82713 Bratislava,
e-mail: e.fulajtar@vupop.sk

HODNOTNIE VYBRATÝCH BIOTICKÝCH A ABIOTICKÝCH PÔDNYCH CHARAKTERISTÍK MAJÚCICH VPLYV NA PLNENIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

EVALUATION OF SELECTED BIOTIC AND ABIOTIC SOIL PARAMETERS HAVING IMPACT ON ECOSYSTEM SERVICES

Radoslava Kanianska, Jana Jad'ud'ová

Abstract : We observed biotic and abiotic soil parameters at a location situated in cadastre Vikartovce with four different land use categories (arable land, permanent grasslands, abandoned permanent grasslands, forest land). As biotic parameters we measured the earthworm body biomass, density, and number of edaphic organisms. From abiotic factors we measured penetrometer resistance, volumetric soil moisture and redox conditions in soil. Mutual interactions reflected in the measured values and indicate impact on ecosystem services. Significant effect of land use and management on biotic and abiotic parameters was confirmed.

Keywords: biotic soil parameter, abiotic soil parameter, land use, earthworm, penetration resistance, volumetric soil moisture, redox potential

Úvod

Ekosystémové služby sú definované ako podmienky a procesy, prostredníctvom ktorých prírodné ekosystémy a druhy, ktoré ich vytvárajú, udržujú a naplňujú ľudský život. Miléniové posudzovanie ekosystémov rozlišuje 4 základné kategórie ekosystémových služieb: podporné, zásobovacie, regulačné a kultúrne (MAE 2003). Podporné služby sú nevyhnutné na udržanie všetkých iných ekosystémových služieb.

Z pohľadu ekosystémových služieb je významné postavenie organizmov v ekosystémoch a biodiverzita. Tá je pokladaná za podmienku fungovania ekosystémových služieb a často je hodnotená v rámci podporných služieb.

Pôdna biota sa podieľa na tvorbe pôdnej štruktúry, množstve organickej hmoty, regulácii kolobehu uhlíka a ostatných živín, regulácii vodného kolobehu a ďalších (Kanianska 2012). Významné postavenie v pôde zastupujú dážďovky, považované za tzv. „ekosystémových inžinierov“ pretože svojim vegetovaním v pôde budujú rôzne pôdne štruktúry – agregáty a póry, čím výrazne prispievajú k zlepšovaniu fyzikálnych, ale aj chemických a biologických vlastností pôd. Mnohé druhy hmyzu, patriace do skupiny makroedafónu, ktoré sú predátormi pre iné bezstavovce alebo mikroorganizmy žijúce v pôde, sú zase pokladané za tzv. „biologických regulátorov“ prispievajúcich k udržaniu biologickej rovnováhy v pôde (Turbé et al. 2010).

Súčasný trhovo orientovaný hospodárenie, aj na pôde, vedie k tomu, že produkčné služby ekosystémov sú preceňované vo vzťahu k ostatným, rovnako pre blaho človeka nevyhnutným, službám. Vysoký tlak intenzifikácie sa odráža v zhoršovaní stavu a kvality poľnohospodárskej pôdy, znižovaní jej biodiverzity. Následne dochádza aj k zníženiu kapacity poskytovaných podporných a regulačných služieb ekosystémov, ktorých je pôda integrálnou súčasťou.

Predstupňom hodnotenia ekosystémových služieb je hodnotenie vybratých charakteristík majúcich vplyv na plnenie ekosystémových služieb. Preto aj cieľom tohto príspevku je zhodnotenie vybratých biotických a abiotických pôdnych charakteristík majúcich vplyv na plnenie podporných služieb ekosystémov v podmienkach rôzneho využívania pôdy.

Materiál a metódy

Biotické a abiotické pôdne charakteristiky sme sledovali v katastrálnom území Vikartovce. Lokalita patrí podľa geomorfologického členenia k celku Nízke Tatry, podcelku

Kráľovohol'ské Tatry, časť Teplická kotlina (Mazúr, Lukniš, 1986). Nachádza sa vo výške 945 m n. m. Vyznačuje sa priemernou ročnou teplotou 6,2 °C a priemernými ročnými zrážkami 950 mm. Pôdnym typom je rendzina typická.

V máji roku 2014 sme na vybratom transekte zahŕňajúcom 4 plochy s rôznym spôsobom využívania pôdy (orná pôda - OP, trvalý trávny porast - TTP, spustený trvalý trávny porast - STTP, lesná pôda- LP) sledovali vybrané biotické a abiotické pôdne charakteristiky majúce vplyv na plnenie podporných a regulačných služieb ekosystémov.

V rámci biotických charakteristík sme sledovali a hodnotili početnosť makroedafónu. Metódou ručného triedenia a priameho počítania sme samostatne sledovali čeľaď *Lumbricidae*. Zisťovali sme početnosť a hmotnosť biomasy dážďoviek. Druhú samostatnú sledovanú skupinu tvoril ostatný makroedafón. Jeho zber bol realizovaný metódou zemných pascií. Na každej ploche (OP, TTP, STTP, LP) bola zvolená séria 7 opakovaní.

Z abiotických charakteristík sme merali penetrometrický odpor (PO), objemovú vlhkosť pôdy (θ), a redox potenciál (Eh). Penetrometrický odpor pôdy sme merali v A horizonte do hĺbky 20 cm v MPa ručným kužeľovým penetrometrom s digitálnym záznamníkom Penetrologger od firmy Eijkelkamp, s priemerom kužeľa 1 cm² a 60° vrcholovým uhlom kužeľa. Objemovú vlhkosť pôdy sme merali sondou Theta probe v %. Pre meranie PO a θ bola zvolená séria 10 opakovaní na každej ploche (OP, TTP, STTP, LP). Redox potenciál medzi pôdou a Pt elektródou sme merali meračom redox potenciálu od firmy Eijkelkamp v mV.

Výsledky a diskusia

Dážďovky sú hlavným komponentom pôdnej fauny vo väčšine ekosystémov. Výrazne sa podieľajú na celkovej hmotnosti biomasy makrofauny (Bhadoria & Saxena 2010). Na sledovanej lokalite, najväčší počet jedincov (87,5 jedincov.m⁻²) a zároveň aj najväčšia hmotnosť biomasy dážďoviek (40,3 g.m⁻²) bola zistená na ploche využívanej ako trvalý trávny porast. Nasledovala plocha využívaná ako orná pôda a lesná pôda. Najnižšie zastúpenie jedincov vyjadrené aj hmotnosťou ich biomasy bolo zistené na spustenom trvalom trávnom poraste (tab. 1).

Tabuľka 1. Základné štatistické charakteristiky počtu jedincov a hmotnosti biomasy dážďoviek pri rôznom spôsobe využívania pôdy v k.ú. Vikartovce.

Využívanie pôdy	Min	Max	Priemer	Medián	Min	Max	Priemer	Medián
	(počet.m ⁻²)				(g.m ⁻²)			
OP	8,2	73,5	33,8	32,7	1,6	50,4	16,2	7,3
TTP	40,8	122,4	87,5	114,3	26,1	57,1	40,3	42,4
STTP	0	24,5	5,8	0	0	25,3	5,9	0
LP	0	32,7	8,2	0	0	35,1	6,6	0

Iná situácia bola v prípade početnosti ostatného makroedafónu. Najvyšší počet jedincov zo 7 pascií bol zistený na ploche spusteného trvalého trávneho porastu (3689 kusov jedincov), nasledoval trvalý trávny porast (488 kusov jedincov), orná pôda (363 kusov jedincov) a lesná pôda (98 ks jedincov). Rovnako, z čeľade bystruškovitých (pokladaných za bioindikátor stability prostredia), bolo najvyššie zastúpenie jedincov zistené na spustenom trvalom trávnom poraste (30). Nasledoval trvalý trávny porast (19), orná pôda (4) a lesná pôda (1).

Takéto zastúpenie edafických živočíchov poukazuje na závislosť ich výskytu na abiotických a biotických faktoroch charakterizujúcich daný biotop ako aj na antropogénnych zásahoch, ktoré podľa Baranovej et al. (2013) predstavujú pre edafické živočíchy značné riziko a prejavujú sa predovšetkým na znižovaní ich početnosti. To sa prejavilo v našom prípade v najvyššom zastúpení ostatného edafónu okrem dážďoviek na spustenom trvalom

trávnom poraste. Uprednostňovanie menej invazívnych postupov obhospodarovania pôdy prispieva k oživeniu pôdy a formovaniu vyhranených spoločenstiev s typickou druhovou skladbou (Porhajašov et al. 2008). Naopak, intenzifikácia poľnohospodárskej výroby znižuje početnosť a diverzitu bioty. Zrejmý je napríklad negatívny vplyv utlačania pôdy na populácie dážďoviek (Pizl 1992). Viacerí autori potvrdili vyššie zastúpenie populácií dážďoviek na trvalých trávnych porastoch v porovnaní s ornou pôdou (Marhan & Scheu 2005, Lamandé et al. 2003), čo platí aj v našom prípade pri porovnaní ornej pôdy a trvalého trávneho porastu. Avšak v prípade spustnutého trvalého trávneho porastu sme v prípade dážďoviek zaznamenali ich najnižší počet a hmotnosť biomasy. Tento výsledok je v súlade s tvrdeniami viacerých autorov (Westernacher-Dotzler 2002, Zou, Gonzalez, 1996) poukazujúcich na negatívny vplyv opúšťania a následnej sukcesie trávnych porastov na populácie dážďoviek. Títo autori tvrdia, že sukcesiou trávnych porastov dochádza k zmenám v druhovom zložení porastov s nárastom bylín a drevín na úkor tráv, čo sa odráža aj v zmenách chemického zloženia organických zvyškov, vstupov, ktoré sa dostávajú do pôdy ako zdroj organickej hmoty. Zmena chemického zloženia týchto vstupov má na populácie dážďoviek väčší vplyv ako pôdne vlastnosti či množstvo týchto vstupov.

Pôdna biota má vplyv a je v interakcii s abiotickými faktormi a vlastnosťami prostredia. Prítomnosť a aktivita edafických živočíchov v pôde, najmä dážďoviek, zlepšuje jej štruktúru, fyzikálne vlastnosti, čo sa pozitívne odráža aj v zlepšení rastu plodín a pôdnej úrodnosti (Lavelle & Spain 2001, Jouquet et al. 2006). Vzhľadom nato, že pôda je veľmi heterogénne médium vystavené mnohým ďalším biotickým aj abiotickým vplyvom, nie je vždy tento vplyv jednoznačný.

Na plochách s rôznym spôsobom využívania pôdy, sa aj pozitívny vplyv výskytu dážďoviek prejavil najmä na hodnotách redox potenciálu a penetrometrického odporu. Hodnoty redox potenciálu boli najvyššie (309 mV) na trvalom trávnom poraste, čo indukuje podľa Eisenhauera et al. (2010) pozitívny vplyv dážďoviek na aeráciu pôdy. Nasledovala orná pôda (289 mV), spustnutý trvalý trávny porast (257 mV) a lesná pôda (247 mV).

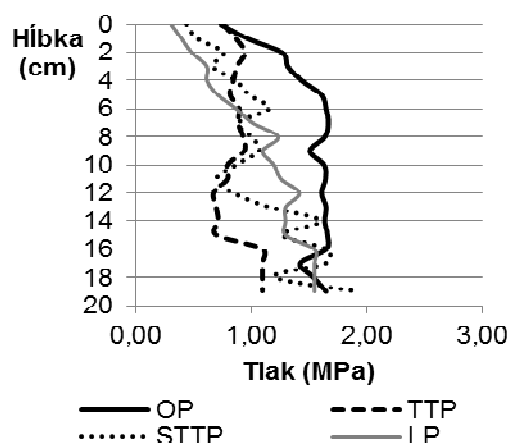
Priemerná hodnota penetrometrického odporu bola najvyššia na ornej pôde (1,52 MPa), nasledovala lesná pôda a spustnutý trvalý trávny porast (s rovnakou hodnotou 1,08 MPa). Najmenší penetrometrický odpor bol nameraný na trvalom trávnom poraste (0,90 MPa), čo poukazuje na neutlačenú pôdu a jej dobré fyzikálne pomery (obr. 1).

Hodnoty objemovej vlhkosti pôdy A horizontu varírovali v rámci jednotlivých plôch (obr. 2). Najvyššiu priemernú hodnotu objemovej vlhkosti pôdy sme zistili na ornej pôde (27,3 %), tesne nasledoval trvalý trávny porast (26,5 %), potom spustnutý trvalý trávny porast (11,2 %) a lesná pôda (11,2 %). Najvyššia hodnota objemovej vlhkosti na ornej pôde súvisí aj s ekologickým systémom jej obhospodarovania v sledovanom území, eliminujúcim negatívne dôsledky intenzívnej rastlinnej výroby, čo sa môže prejavíť aj v lepšom vodnom režime pôdy.

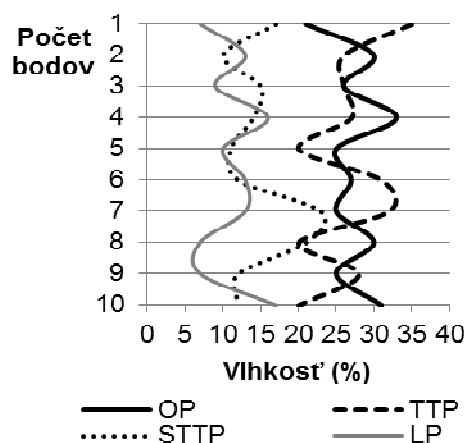
V sledovanom roku bola pestovanou plodinou raž s podsevom viky siatej následne využitej formou zeleného hnojenia.

Záver

Naše výsledky poukázali na vzťahy fungujúce medzi biotickými a abiotickými pôdnymi charakteristikami majúcimi následne vplyv na plnenie ekosystémových služieb. Potvrdili veľký vplyv spôsobu využívania pôdy a aplikovaného manažmentu na tieto charakteristiky. Voči životnému prostrediu šetrné postupy sa odrážajú v meraných ukazovateľoch a následne pri plnení ekosystémových služieb.



Obr. 1. Penetrometrický odpor pôdy pri rôznom spôsobe využívania pôdy v k.ú. Vikartovce (Mpa).



Obr. 2. Variabilita objemovej vlhkosti pôdy v A horizonte meranej v 10 bodoch pri rôznom spôsobe využívania pôdy v k.ú. Vikartovce.

Literatúra

- Baranová, B., Fazekašová, D., Jászay, T., Manko, P. 2013. Ground beetle *Coleoptera: Carabidae* community of arable land with different crops. *Folia faunistica Slovaca*: 18/1: 21-29.
- Bhaddauria, T., Saxena, K.G. 2001. Role of earthworms in Soil fertility Maintenance through the production of Biogenic Structures. *Applied and Environmental Soil Science*, vol. 2010, 7 p.
- Eisenhauer, N., Hörsch, V., Moeser, J., Scheu, S. 2010. Synergistic effects of microbial and animal decomposers on plant and herbivore performance. *Basic Appl. Ecol.*, no. 11, pp. 23-34.
- Jouquet, P., Dauber, J., Lagerlof, J., Lavelle, P., Lepage, M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Appl. Soil Ecol.*, no. 32, pp. 153-164.
- Kanianska, R. 2012. *Environmentálna pedológia a manažment ochrany pôdy*. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied, 216 s., ISBN 978-80-557-0460-9.
- Lamandé, M., Hallaire, V., Curmi, P., Pérès, G., Cluzeau, D. 2003. Changes of pore morphology, infiltration and earthworm community in a loamy soil under different agricultural managements. *Catena*, no. 54, pp. 637-649.
- Lavelle, P., Spain, A.V. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Marhan, S., Scheu, S. 2005. The influence of mineral and organic fertilisers on the growth of the endogeic earthworm *Octolasion tyrtaeum* (Savigny). *Pedobiologia*, no. 49, pp. 239-249.
- Mazúr, E., Lukniš, M. 1986. Geomorfologické členenie SSR. Bratislava: Slovenská kartografia, 194 s.
- MILENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2003. *Ecosystem and Human Well-being. A framework for assessment*. World Resources Institute, Washington D.C: Island Press, 2003, 266 p.
- Pizl, V. 1992. Effect of soil compaction on earthworms (Lumbricidae) in apple orchard soil. *Soil Biol. Biochem*, no. 24, pp. 1573-1575.
- Porhajašová, J., Petřvalský, V., Macák, M., Urmínská, J., Ondříšek, P. 2008. Occurrence of species family *Carabidae* (Coleoptera) independence on the input of organic mater into soil. *Journal of Central European Agriculture*, 3: 557-566.
- Turbé, A. et al. 2010. *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Bio Intelligence Service, IRD and NIOO, Report for EC DG Environment, 2010, 250 p.
- Westernacher-Dotzler, E. 2002. Earthworms in arable land taken out of cultivation. *Soil Biology and Biochemistry*, 24/12: 1673-1675.
- Zou, X., Gonzalez, G. 1996. Changes in earthworm density and community structure during secondary succession in abandoned tropical pastures. *Soil Biol. Biochem*, 29/3,4: 627-629.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za podpory projektu APVV-0098-12: Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Výskum abiotických parametrov bol realizovaný prístrojmi z OPVaV č. 26210120024 Obnova a budovanie infraštruktúry pre ekologický a environmentálny výskum na UMB v Banskej Bystrici.

Kontaktná adresa:

Ing. Radoslava Kanianska, CSc., RNDr. Jana Jaďuďová, PhD.,
Katedra životného prostredia, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského
40, 974 01 Banská Bystrica,
e-mail: radoslava.kanianska@umb.sk, jana.jadudova@umb.sk

VYUŽITIE KRAJINNOEKOLOGICKÝCH POTENCIÁLOV A LIMITOV NA PODKLADE MODELOVÉHO ÚZEMIA OBCE RADOŠINA

THE USING OF LANDSCAPE-ECOLOGICAL POTENTIALS AND LIMITS ON THE MODEL TERRITORY OF THE RADOŠINA MUNICIPALITY GROUND

Eva Pekárová, Ľubomír Hanisko, Ivana Kováčiková

Abstract: The paper presents the results of a purpose-built analysis the data of selected model territory of the Radošina municipality. Attention is paid to the detailed spatial variability of the landscape within the selected agro-ecosystem. Functional structure was expressed through landscape planning method LANDEP (Landscape Ecological Planning), with the basic goal to design ecologically optimum land use. To express the spatial and following functional relations both the landscape-potentials and limits were used. On the basis of a systematic approach all the features of the country are considered as equivalent elements of the country. Relevant features of the country, particularly in relation to land use and their spatial variability represented the basis for a broader framework for defining optimal and unsuitable activities for agriculture. Evaluation results on parcel level were the basis for identification of landscape problems while landscape regulators and management measures for the area of interest of the village and its surroundings were specified. The final proposals of optimal structures express the landscape-ecological potentials and limits of the area of interest for its most efficient use.

Keywords: landscape potential, abiotic complex, landscape ecological planning

Úvod

Ekosystém je dynamická sústava, ktorá podlieha neustálym zmenám. Nový ekosystém nevzniká samovoľne, ale vyvíja sa na podklade pôvodného ekosystému a to z rôznych príčin. Môže to byť narušenie prírodnej rovnováhy v ekosystéme alebo necitlivé zásahy človeka. Po rozpade starého ekosystému dochádza k ústupu pôvodných druhov, ktoré sú nahradzované novými druhmi, ktoré vyhovujú novým podmienkam.

Únosnosť alebo potenciál krajiny je témou krajinnej ekológie a environmentálneho plánovania a je veľmi blízky pojmu zaťaženia krajiny. V praxi sa rozlišujú dva základné prístupy únosnosti krajiny. Biologický prístup, ktorého kritickým prahom sa definuje množstvo populácie a antropocentrický prístup z hľadiska záujmov človeka, t.j. koncepcia trvalej udržateľnosti (WU, Hobbs, 2007; Marsh, Gross, 2002; Tremboš, 1994).

Únosnosť krajiny sa vždy vzťahuje k nejakej ľudskej aktivite na určitom území, takže ju môžeme chápať tiež ako prijateľné množstvo zmien v krajine, t.j. únosné zaťaženie určitého územia. Z toho plynie, že vo vymedzenom väčšom, či menšom regióne môže byť taký počet únosnosti, aký je počet ľudských aktivít vo vybranom objekte. Únosnosť krajiny je teda pomocné kritérium v environmentálnom plánovaní (Kozová, Bedrna, 2003; Kozová et al., 2007), ktorého objektivita je daná výskumom určitého územia a legislatívnymi normami v zložkách životného prostredia (Zákon NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov).

Prah únosnosti krajiny, za ktorým sa prijateľné množstvo zmien v krajinnej štruktúre a v jej zložkách mení sa určuje pomocou všeobecných limitov:

- **abiotické limity** odvodené z vlastností prírodných podmienok územia, t.j. z geologického podkladu, reliéfu, povrchových a podzemných vôd, pôdy a klimatických podmienok
- **geodynamické limity** odvodené z procesov prebiehajúcich v krajine ako napr. zosun pôdy, erózia pôdy, záplavy
- **ekologické limity** odvodené z prírodnej významnosti zložiek ako sú napr. reliktné pôdy, rašeliniská, mokrade

- **ekozozologické limity** dané legislatívnou ochranou prírody, napr. chránené územia, ochrana prírodných zdrojov, pôdy s najvyšším bonitným ocenením
- **kultúrno-historické limity** dané legislatívnou ochranou pamiatkového fondu
- **hygienické limity** určujúce prípustný obsah škodlivej látky v pôde, vode a v ovzduší
- **bezpečnostné limity** určujúce ochranné pásma rôznych antropických objektov napr. živočíšne farmy

Uvedené limity tvoria základné požiadavky kladené na optimálnu štruktúru vytvárajúce kvalitu poľnohospodárskej krajiny.

Materiál a metódy

Príspevok sa zaoberá aplikáciou hodnotenia konkrétnej krajinnej štruktúry s prepojením na optimálnu väzbu pestovateľského prostredia, ako aj návrhmi na optimálny manažment prepojenia ornej pôdy s krajinným územím.

Východiskovým podkladom pre hodnotenie záujmového územia obce Radošina bola metodika krajinného plánovania LANDEP (Landscape Ecological Planning), ktorého základným cieľom je návrh ekologicky optimálneho využitia krajiny, teda „kde a ako hospodáriť“ (Drdoš, 2004). Snahou v príspevku je prezentovať konkrétny návrh najvhodnejšieho rozmiestnenia poľnohospodárskych činností v krajine, aby súčasne zohľadňovali požiadavky spoločnosti na čo najintenzívnejšie využitie poľnohospodárskej pôdy pri zohľadňovaní jej racionálneho využívania a ochrany životného prostredia. Metodika má pevne stanovený postup, no je to zároveň otvorený systém, konkrétna obsahová náplň závislá od charakteru daného územia. Základné kroky metodiky LANDEP (Hrnčiarová, Kozová, 1999) boli realizované v príspevku v nasledovnej postupnosti:

Prvým krokom metodiky bola **krajinnoekologická analýza** zameraná na analýzu abiotických podkladov, t.j. svahovitosti, geologického podložia, pôd a klimatických charakteristík záujmového územia na základe BPEJ (Džatko, Sobocká a kol., 2009) a Pôdnej mapy Slovenska 1:400 000 (Hraško et al., 1993). Analýza vychádza z určeného cieľa, pre ktorý bolo potrebné získať údaje obsahujúce charakteristické vlastnosti krajiny.

Druhým krokom bola **krajinnoekologická syntéza** predstavujúca tvorbu, charakterizovanie a klasifikáciu priestorových prvkov za predpokladu vytvorenia homogénnych priestorových areálov, ktoré sú nositeľmi približne rovnakých vlastností, teda rovnakého zaťaženia územia antropickou činnosťou, ako aj rovnakého využívania. Za použitia geografického informačného systému VÚPOP boli priestorovo vyčlenené areály s rôznymi abiotickými vlastnosťami. Vlastnosti daného typu územia určujú únosnosť, a teda aj vhodnosť pre konkrétne využitie pôdneho fondu, tým sa stávajú základnými operačnými jednotkami rozhodovacieho procesu (Džatko, 2002).

Tretím krokom metodiky bola **krajinnoekologická evaluácia** (hodnotenie), ktorá má významné postavenie v rámci metodiky LANDEP, pretože pomocou abiotických vlastností bola stanovená vhodnosť využívania krajiny na lokalizáciu vybraných poľnohospodárskych aktivít. Výsledkom čiastkových potenciálov bol výsledný potenciál pre každú z aktivít na záujmovom území, t.j. pre ornú pôdu, trvalo trávne porasty, vinohrady, sady a lesy. V našom príspevku ide zároveň o konfrontáciu požiadaviek jednotlivých aktivít na krajinnoekologické podmienky s reálnymi vlastnosťami krajiny pomocou limitov, ktoré vyplývajú jednak z legislatívnych predpisov a jednak z vlastností krajiny.

Štvrtým záverečným krokom boli **krajinnoekologické návrhy opatrení** na základe abiotických komplexov vyhodnotenia, ktorých podstatou bolo uskutočňovanie výberu funkčných a optimálnych aktivít a s využitím limitov zmierniť negatívny vplyv na životné prostredie.

Modelové územie

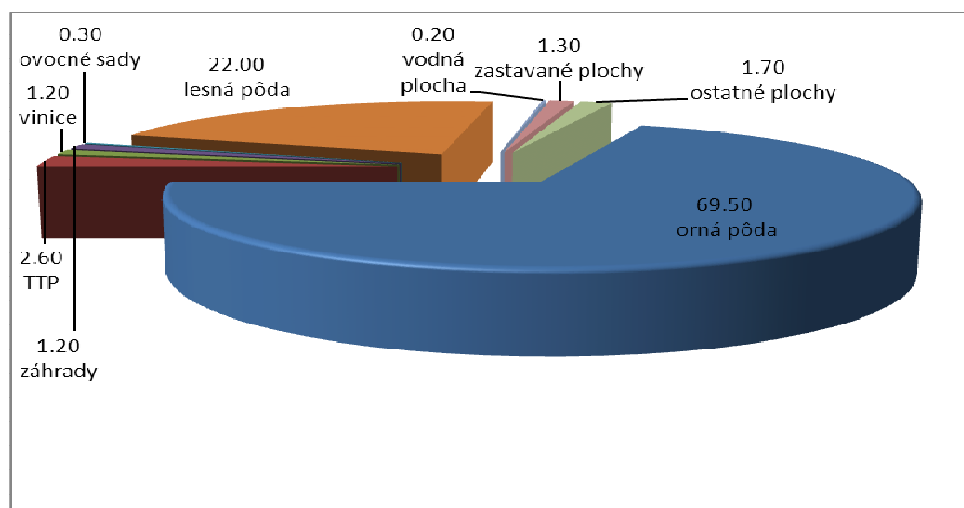
Zájmové územie v obci Radošina je lokalizované v produkčnej poľnohospodárskej oblasti severozápadnej časti Nitrianskej sprašovej pahorkatiny, na rozhraní Považského Inovca, v bočnom údolí potoka Radošina (obr. 1.). Obec leží vo výške 216 m n. m. a jej katastrálne územie je charakterizované značnou vertikálnou členitosťou. Zemepisnú polohu obce charakterizujú súradnice $17^{\circ}56'17,5''$ východnej zemepisnej dĺžky a $48^{\circ}32'44,2''$ severnej zemepisnej dĺžky a jej katastrálne územie sa rozprestiera na rozlohe 3 438 ha. Svahovitosť predstavuje výrazný diferenciačný faktor prevládajúcich procesov a v krajinnoekologickom plánovaní predstavuje základnú charakteristiku využitia pôdneho fondu. V našom záujmovom území sa pohybuje svahovitosť od 1° do 8° .



Obr. 1. Vyčlenenie záujmového územia v časti obce Radošina.

Podľa regionálneho geomorfologického členenia patrí záujmové územie do podcelkov Krahulčie vrchy a Inovecké predhorie celku Považský Inovec. Južnú pahorkatinovú časť tvoria mladotret'ohorné usadeniny pokryté sprašovými hlinami a sprašou, zatiaľ čo severnú vrchovinovú časť na juhovýchodných svahoch Považského Inovca tvoria druhohorné horniny. Porastené sú dubovo-hrabovými lesmi a teplomilnými dúbravami. Obec je zaradená do klimateckej oblasti teplá, suchá s miernou zimou, s priemernou ročnou teplotou 9°C . V jej okolí sú hnedozemné, ilimerizované a hnedé lesné pôdy. Dominantným faktorom sú hlinité orné pôdy. Prevládajúcim pôdnym typom je hnedozem. V menšej miere je zastúpená kambizem, nachádzajúca sa v svahových polohách katastrálneho územia obce Radošina. V štruktúre pôdneho fondu má prevahu poľnohospodárska pôda, ktorá zaberá 74,8 % územia. Nepoľnohospodárska pôda zaberá 25,2 % z celkovej rozlohy a je tvorená zastavanými plochami (52,9 %), ostatnými plochami (26,5 %), vodnými plochami (13,7 %) a lesnou pôdou, ktorá má na zábere najnižšie zastúpenie (6,9 %). Poľnohospodárska pôda je obhospodarovaná prevažne ako orná, čo odráža aj vysoký stupeň jej zornenia (94,7 %).

Najvýznamnejšími plodinami pestovanými v súčasnosti na ornej pôde sú obilniny (pšenica letná, ozimná, jačmeň) a krmoviny. Zo špeciálnych kultúr sa pestuje najmä vinič hroznorodý. Trvalé trávne porasty (TTP) zaberajú 2,6 % z rozlohy poľnohospodárskej pôdy a najnižšie zastúpenie (0,3 %) majú ovocné sady (obr. 2. a 3.). Súčasťou rozlohy ovocných sádov je gaštanový sad v správe Nitrianskeho biskupstva, v ktorom sa z celkového počtu 347 stromov vyrúbalo 61 stromov. Dlhé roky bola jeho v susedstve slepačia farma, pôda bola častejšie vápnená, čo malo negatívny vplyv na vývoj gaštanov.



Obr. 2. Štruktúra pôdneho fondu obce Radošina podľa spôsobu jeho využívania.



Obr. 3. Plošné zastúpenie krajinej pokrývky orná pôda, trvalé trávne porasty, lesy, vinohrady, ovocný sad.

Výsledky a diskusia

Výsledky vychádzajú z environmentálnych aspektov trvalo udržateľného rozvoja, kde jeden z hlavných cieľov je vytvorenie takej priestorovej štruktúry krajiny, v ktorej by boli vyvážené vzájomné vzťahy medzi prvkami krajiny, hlavne medzi poľnohospodárskymi aktivitami a ekologickými podmienkami územia.

Z pohľadu funkčného využívania územia boli pre jednotlivé aktivity stanovené v tabuľke č. 1 tri stupne potenciálu:

A: vysoký potenciál (dobré predpoklady pre rozvoj aktivity)

B: stredne vysoký potenciál (obmedzené, ale napriek tomu vyhovujúce predpoklady pre rozvoj aktivity)

C: nízky potenciál (veľmi malé predpoklady pre rozvoj aktivity)

Tabuľka 1. Čiastkové potenciály jednotlivých zložiek abiokomplexov pre vybrané činnosti záujmového územia.

Zložka abiokomplexu		Čiastkové potenciály				
Klimatický región		orná pôda	trvalé trávne porasty	lesy	vinohrady	sady
kód	kategória					
02	teplý, suchý, pahorkatinový	B	A	A	A	B
Pôdny subtyp		orná pôda	trvalé trávne porasty	lesy	vinohrady	sady
kód	kategória					
44	HMa	A	A	B	A	A
45	HMa, HMal	A	A	A	A	A
48	HMal	B	A	B	A	A
50	HMag, PGa	C	A	B	B	B
52	HMa, RMa	B	A	B	B	B
Svahovitosť		orná pôda	trvalé trávne porasty	lesy	vinohrady	sady
kód	kategória					
1	1° - 3°	A	B	C	B	A
2	3° - 7°	B	A	B	A	B
3	7° - 12°	B	A	A	B	C
Skeletovitosť		orná pôda	trvalé trávne porasty	lesy	vinohrady	sady
kód	kategória					
0	Pôdy bez skeletu	A	A	A	A	A
1	Slabo skeletovité	B	A	B	B	B
2	Stredne skeletovité	C	B	B	B	B
Hĺbka pôdy		orná pôda	trvalé trávne porasty	lesy	vinohrady	sady
kód	kategória					
0	60 cm a viac	A	B	A	A	A
1	30 - 60 cm	A	A	B	B	B
2	do 30 cm	B	B	C	C	C
Zrornosť pôd		orná pôda	trvalé trávne porasty	lesy	vinohrady	sady
kód	kategória					
1	hlinitopiesočné	B	B	C	B	B
2	hlinité	A	A	A	A	A
5	piesočnatohlinité	A	A	B	B	B

Účelom hodnotenia bolo na základe vybraných zložiek vypracovať optimálny návrh štruktúry a využitia pôdneho fondu, ktorý by bol v čo najväčšom súlade s trvalo udržateľným rozvojom krajiny (Izakovičová, Moyzeová, 2002, 2007). Hodnotením v rámci metodiky LANDEP boli stanovené jednotlivé potenciály vybraných produkčných blokov vyplývajúce z ich abiotických vlastností, ktoré zároveň určujú aj vhodnosť využívania krajiny. Pre všetky abiotické komplexy záujmového územia boli na základe vlastností ich jednotlivých zložiek určené čiastkové potenciály pre každú z uvažovaných aktivít. Výsledkom syntézy týchto čiastkových potenciálov bol výsledný potenciál pre každú využívanú aktivitu, ktorá

zodpovedá rôznemu obmedzovaniu sledovaného využívania. Tabuľka č. 1 zároveň naznačuje zmeny využívania záujmového územia, ktoré môžeme definovať ako zmeny pôdneho fondu, priestorovej štruktúry, či členenia pozemkov na danom území.

V ďalšom postupe sa porovnávala optimálna vhodnosť daného využívania so skutočne existujúcim využívaním a hľadal sa súlad, ktorý predstavuje vhodnosť využívania jednotlivých aktivít. Vhodnosť lokalizácie intenzívnej poľnohospodárskej činnosti je výsledkom hodnotenia obmedzení vyplývajúcich z typov abiotických faktorov. Metóda hodnotenia spočívala v tom, že ak vo všetkých abiotických ukazovateľoch boli vhodné podmienky, obmedzenie bolo označené ako veľmi nízke s vysokým potenciálom. Naopak, ak aspoň jeden ukazovateľ vykazoval najvyšší stupeň obmedzenia pre danú činnosť, obmedzenie sa javilo ako vysoké. Takto vyčlenené územie nám dáva rámcovú predstavu o možnom rozvoji hodnotených činností (tab. 2.).

Tabuľka 2. Potenciály a limity využitia pôdneho fondu záujmového územia.

Súčasnité využitie pôdneho fondu	Potenciály a limity využitia pôdneho fondu	Stupeň vhodnosti využitia pôdneho fondu	Návrhy
Orná pôda 8102/1, 8111/1	Vysoký potenciál Malý limit	1. stupeň	Ornú pôdu ponechať
Orná pôda 8005/1, 7001/1	Stredný potenciál Stredný limit	2. stupeň	Znížiť podiel ornej pôdy, zvýšiť podiel TTP
Orná pôda 9101/1	Nízky potenciál Veľký limit	3. stupeň	Vylúčiť využitie ornej pôdy, zvýšiť podiel TTP a drevinovej vegetácie
Trvalý trávny porast 8003/1, 8004/1	Stredný potenciál Stredný limit	2. stupeň	Uvedenej aktivite vyhovuje
Vinohrad 9004/1, 8109/1	Vysoký potenciál Malý limit	1. stupeň	Udržiavať v systéme integrovanej produkcie, ošetrovať príjazdovú cestu a chodníky do vinohradov ovocnými drevinami.
Ovocný sad gaštanu jedlého 8106/1	Stredný potenciál Stredný limit	2. stupeň	Odporúča sa jeho zachovanie realizáciou biologickej ochrany ako hodnotného krajinného prvku

Krajinnoekologické návrhy opatrení ako proces stanovovania vhodnosti krajiny na lokalizáciu požadovaných aktivít spočívali v konfrontácii požadovaných aktivít na krajinnoekologické podmienky s reálnymi vlastnosťami krajiny pomocou limitov. Do tohto posledného procesu vstupovali krajinnoekologické podklady spracované v analýzach a syntézach predchádzajúcich krokov. Záverečný krok je výsledkom kombinácie jednotlivých potenciálov určených na základe abiotických vlastností s ekologickou významnosťou územia, ktorá predstavuje určité obmedzenia súčasných aktivít a na druhej strane zase rozvoj nových pestovateľských aktivít.

Základné krajinnoekologické opatrenia spočívajú v zachovaní štruktúry a kompaktnosti pozemkov s pôvodnými antropogénnymi formami reliéfu, určenie dominancie produkčných blokov s vysokým produkčným potenciálom, v limitoch a obmedzeniach v rámci rozširovania intravilánu, zmien využitia pôdneho fondu a zoskupenia krajinných prvkov.

K zvýšeniu stability poľnohospodárskej krajiny prispievajú aj ďalšie návrhy opatrení, ktoré zahŕňajú opatrenia realizované na najkvalitnejších pôdach, ohrozených eróznymi procesmi, kde je potrebné realizovať formy obhospodarovania, ktoré znižujú riziko odnosu najvrchnejšej humóznej časti pôdy. Pre zvýšenie stability je potrebné komplexne chrániť ornú pôdu používaním vhodných, protieróznych osevných postupov so správnym striedaním plodín s dôrazom na pestovanie trvalých a dočasných trávnych porastov a d'atelinovín. Vybrané

svahovité územie si vyžaduje zaviesť vrstevnicové obrábanie pôdy a na orných pôdach náchylných na eróziu vylúčiť pestovanie širokosiaticych plodín a uplatňovať viac výsadbu v pôvodných pôdorysoch formách. Pri cestách II. a III. triedy nachádzajúce sa v bezprostrednej blízkosti ornej pôdy realizovať výsadbu vetrolamov v jednoradovom až dvojradovom páse ovocných drevín (stromy a kry), ktoré by mali byť situované kolmo na smer prevládajúcich vetrov. Vzdialenosť ochranných pásov je závislá od smeru vetra a jeho intenzity, profilu územia a atmosférických zrážok. Najefektívnejšia je radová výsadba vo vybudovaných zárezoch, ktorá zabraňuje nielen veternej erózii, ale plní aj funkciu zadržiavania snehu a vlhky v krajine.

Všetky poľnohospodárske aktivity v rámci katastra obce je nutné realizovať v súlade s ochranou prírody a prírodných zdrojov, k čomu pozitívne prispieva doterajší systém pestovania viníc v integrovanej produkcii, ale s uplatnením väčšej pestrosti druhového zloženia tráv v medziradi a s využitím mulčovania. Snažiť sa zachovať v čo najväčšej možnej miere lesné porasty, ako významný ekostabilizačný prvok územia, realizovať šetrnejšie spôsoby hospodárenia a zakázať veľkoplošné výrubu lesných porastov, predovšetkým v častiach so zvýšeným nebezpečenstvom zosunov pôdy nad 6°. Na blokoch s vysokým limitom a nízkym potenciálom hlavne na vyššie položených zoskupeniach vytvoriť náučné turistické výhľady na významné krajinné estetické segmenty územia. V nadväznosti s uvedenými opatreniami súvisí aj citlivejšie pristupovanie k umiestneniu výrazných technických a stavebných objektov.

V rámci biodiverzity je potrebné optimalizovať druhové zloženie lesných porastov a dosádzať pôvodné dubové a hrabové dreviny, najmä na nevyužívaných plochách, ktoré sú vystavené erózii. Eliminovať zastúpenie nepôvodných druhov drevín a ich šírenie na ďalšie lokality a optimalizovať ekologické podmienky bylinnej etáže na hraniciach pozemkov. V rámci zachovania súčasnej biodiverzity územia vyberať plodiny rezistentných odrôd vhodných pre danú oblasť.

Na orných pôdach záujmového územia realizovať lokálny monitoring zameraný na podmienky hospodárenia v integrovanej produkcii viníc a zachovania domáceho produkčného potenciálu. Obnoviť líniové porasty ovocnými drevinami, ktoré plnia ekostabilizačnú funkciu a vyriešiť čiastočnú disharmóniu blokov v kontexte s okolitou štruktúrou pozemkov. Snažiť sa o zachovanie ovocného sadu vysadeného gaštanom jedlým ako hodnotného krajinného prvku realizáciou biologickej ochrany metódou hypovirulencie. Vzhľadom na nedostatok ovocných drevín je potrebné doplniť a stabilizovať okolie poľných a príjazdových ciest výsadbou tradičných ovocných drevín (napr. Hruška planá – *Pyrus pyraeaster*, Čerešňa mahalebková – *Prunus mahaleb* L., Čerešňa vtáčia – *Prunus avium* L., Dula – *Cydonia*) alebo výsadbou ovocných kríkov (Baza čierna – *Sambucus nigra*, Slivka trnková – *Prunus spinosa* L., Slivka guľatoplodá L. – *P. domestica* L., Lieska obyčajná – *Corylus avellana* L. a iné). Plochy ornej pôdy rozdeliť na menšie celky s využitím solitérnych ovocných drevín (Orech kráľovský – *Juglans regia*, Orech čierny – *J. nigra*, Moruša – *Morus* L.) a pásmi tradičnej vegetácie záujmového územia (napr. Ruža šípková – *Rosa canina*), čím sa zároveň zabráni introdukcii invázných druhov, ktoré znižujú biodiverzitu územia.

Záver

Radošina je jednou z mála lokalít Nitrianskeho kraja, kde sa vo veľkej miere komplexnosti prejavuje snaha zachovania typickej štruktúry poľnohospodárskych plôch v nadväznosti na tradičnú vidiecku krajinu. Výsledky príspevku nachádzajú uplatnenie v ďalších procesoch krajinnéekologického plánovania a môžu byť podkladom pre funkčnú optimalizáciu záujmového územia. Vyčlenené modelové územie po zapracovaní uvedených návrhov vytvára vizuálne a funkčne prepojený priestor s okolitou krajinou, ktorý v sebe zahŕňa výnimočné hodnoty kultúrnej a prírodnej krajiny.

Predpokladáme, že zachovanie a rozvoj krajinných štruktúr s prepojením ekologického prístupu intenzívneho pestovania ako prvkov determinujúcich kvalitu našej krajiny bude nachádzať aj v budúcnosti oporu v nástrojoch v rámci Programu rozvoja vidieka SR 2014-2020, resp. trvalo udržateľnom rozvoji.

Literatúra

- DRDOŠ, J. 2004. Geoekológia a environmentalistika. Krajinná ekológia/geoekológia, jej environmentálne úlohy a poslanie. Prešov : FHPV PU, 201 s.
- DŽATKO, M., 2002: *Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdno-ekologických regiónov Slovenska*. Bratislava : VÚPOP, 88 s. ISBN 80-85361-94-9.
- DŽATKO, M., SOBOCKÁ J. a kol., 2009. *Príručka pre používanie máp pôdnoekologických jednotiek*. Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska. Bratislava : VÚPOP, 102 s. ISBN 978-80-89128-55-6.
- HRAŠKO, J., LINKEŠ, V., ŠÁLY, R., ŠURINA, B., 1993. *Pôdna mapa Slovenska 1:400 000*. Bratislava : VÚPOP. Online <http://www.podnemapy.sk>
- HRNČIAROVÁ, T. 1999. *Krajinnookologické plánovanie pomocou metodiky LANDEP a metodiky EÚK*. In *Geografický časopis*, 51, No. 4, s. 399-413.
- KOZOVÁ, M., 1999. *Krajinnookologické plánovanie LANDEP a možnosti aplikácie jeho metódy v environmentálnom hodnotení koncepcií, plánov a programov*. In Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z., 1999: *Krajinnookologické plánovanie na prahu 3. tisícročia*. Bratislava: Ústav krajinej ekológie SAV, s. 43-49.
- IZAKOVIČOVÁ, Z., 2007. Príspevok krajinej ekológie k tvorbe koncepcie ÚSES. *Životné prostredie*, 41, s. 131-134.
- IZAKOVIČOVÁ, Z., MOYZEOVÁ, M., 2002. *Implementácia trvalo udržateľného rozvoja na príklade vidieckeho sídla Suchá nad Parnou*. In: Izakovičová Z. (ed.): *Slovensko 10 rokov po Riu*. Uplatnenie Agendy 21 v Slovenskej republike. Zb. príspevkov z konf. Bratislava : ÚKE SAV, s. 58-64.
- KOZOVÁ, M., BEDRNA, Z., 2003. *Krajinnookologické metódy v regionálnom environmentálnom hodnotení*, Bratislava : UK, 192 s. ISBN 80-88982-6-3.
- KOZOVÁ, M., DRDOŠ, J., PAVLIČKOVÁ, K., BELČÁKOVÁ, I. 2007. *Prínos krajinej ekológie k metodike hodnotenia environmentálnych vplyvov*. *Životné prostredie*, 41, s.135-141.
- MARSH, W.M., GROSS, J.M.Jr., 2002. *Environmental Geography Science, Land Use*, nad *Earth Systems*, John Willy and Sons, New York
- TREMBOŠ, P., 1994. *Identifikácia, charakteristika abiokomplexov pre regionálne územné systémy ekologickej stability*. *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Com. Geographica*, Bratislava, s. 157-171.
- WU J., HOBBS, R. J., 2007. *Key topics in landscape ecology*. *Studies in landscape ecology*. Cambridge : University Press, 297 p.
- Zákon NR SR č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny.

Kontaktná adresa:

Ing. Eva Pekárová, Ing. Ľubomír Hanisko, PhD., Mgr. Ivana Kováčiková,
NPPC – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, 827 13 Bratislava,
e-mail: e.pekarova@vupop.sk, l.hanisko@vupop.sk, i.kovacikova@vupop.sk

VÝSKUM LESNÝCH EKOSYSTÉMOV A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY FOREST ECOSYSTEM RESEARCH AND ECOSYSTEM SERVICES

Pavol Eliáš

Abstract:: Field research of forest ecosystems have been focused on studies of structure and functions (ecosystem processes) of forest stands to understand of functioning of forest communities/ecosystems. Man influence on forest ecosystems has been studied in relation to forest management and its improvement to increase timber production. Forest functions research in Slovakia resulted in the concept of functional integrated forest management and definitions of functional differentiation of management of the forest stands/communities. In last decades new concept of ecosystem services appeared and now its application in forestry/forest management is developed. Lack of data, informations and knowledge as well as many misunderstandings limit the progress in the field. In Slovakia, we need to discuss the relationships between the previous concept of forest functions and ecosystem services of forest ecosystems. First of all, we need new research focused on potential/capacity of forest ecosystems to provide ecosystem services for forest management economic sector as well as human society. The inductive approach („bottom-up“) is only the way how effectively apply the concept of ecosystem services in identifying, mapping, valuation and management of the forest ecosystem services.

Keywords: ecosystem services, forest ecosystems, field research, forest functions, forest management, Slovakia

Úvod

V druhej polovici minulého storočia sa výskum lesných ekosystémov zameriaval na poznanie štruktúry a fungovania lesných spoločenstiev. Fytocenologický a typologický prieskum lesných porastov viedol k poznaniu druhovej diverzity lesných spoločenstiev a k rozlíšeniu skupín lesných typov (Zlatník, 1959) a lesných typov (Hančinský, 1972). Tieto poznatky sa uplatnili v prevádzkovej praxi pestovania lesov (hospodárske súbory lesných typov, Hančinský, 1977) a v lesnom hospodárstve v snahe dosiahnuť maximálne hospodárske výnosy v produkcii kvalitného dreva.

Medzinárodný biologický program (I.B.P., 1964-1974) smeroval k poznaniu produkcie biomasy aj lesných ekosystémov, k poznaniu tvorby biomasy v prírodných podmienkach a fungovania ekosystémov (ekosystémových procesov). Na Slovensku sa výskum uskutočnil na výskumnej ploche v Bábe pri Nitre (Jurko, Duda, 1971, Biskupský, 1975, Eliáš, 1989, 1997, 2012). Ekologické metódy produkčne-ekologického a ekofyziologického výskumu odskúšané pri tomto výskume sa neskôr úspešne použili v iných územiach (Jurko, Kubíček, 1975, Križová).

V rámci medzinárodného interdisciplinárneho programu „Človek a biosféra“ (MaB) sa výskum lesných ekosystémov orientoval na poznanie vplyvu hospodárskeho využívania lesných porastov na štruktúru a fungovanie ekosystémov (projekt Malé Karpaty). V nadväznosti na tento výskum bola v roku 1983 založená pobočka pre výskum lesných ekosystémov Centra biologicko-ekologických vied SAV vo Zvolene, z ktorej v roku 1987 vznikol Ústav ekológie lesa SAV. Aj lesnícky výskum sa viac orientoval na ekologický a ekofyziologický výskum lesných drevín a ich porastov (Čaboun a kol., 1992). Podporil sa ekologický výskum na stacionároch, ktorý má v podmienkach Slovenska dlhú tradíciu (cf. Eliáš, 1996). Išlo predovšetkým o výskumné plochy v Kremnických vrchoch a na Poľane (Hukavský grúň). Výskum prispel predovšetkým k lepšiemu poznaniu ekologických a ekofyziologických procesov, ktoré sú významné dlhodobé udržanie integrity, štruktúry, produkcie ekosystémov. Predmetom výskumu boli prirodzené i antropicky ovplyvnené lesné ekosystémy. Sledoval sa vplyv antropogénnej záťaže na stav lesných ekosystémov, napr. turistiky v Malých Karpatoch (Kubíček a kol., 1985).

Zmena pohľadu na lesné ekosystémy a ich významu pre ľudskú spoločnosť (užitočné funkcie lesa, Mráček, Krečmer, 1975, Zachar a kol., 1982) viedla k výskumu funkcií lesa (Papánek, 1972, 1978, Zachar, 1974). k rozvoju a k rozpracovaniu funkčne integrovaného lesného hospodárstva (Papánek 1978) a k vypracovaniu zásad diferencovaného

obhospodarovania lesa podľa integrovaných funkcií (Midriak a kol., 1981). Modely funkcií lesa umožňujú využívať nielen produkčné funkcie, ale aj ostatné funkcie lesa označované ako mimoprodukčné či verejnoprospešné funkcie (bifunkčný, trifunkčný, viacfunkčný model). Tento postup bol v súlade s trendom hodnotenia iných typov vegetácie (Eliáš, 1988, 1996, 2010).

Problematike funkcií lesa, identifikácie a kategorizácie („klasifikácia“), odhadu a ocenenia jednotlivých funkcií lesa, lesných typov sa v posledných rokoch venovali viacerí autori na Slovensku (Čaboun a kol, 2009, Moravčík a kol., 2008) i v Českej republike (Vyskot a kol., 2003).

V posledných desaťročiach sa objavila nová koncepcia ekosystémových služieb (Daily, ed., 1997, de Groot a kol., 2012, pozri tiež Eliáš, 2010).. V súčasnosti sa aplikuje pri hodnotení všetkých ekosystémov sveta. Táto snaha je evidentná aj v prípade lesných ekosystémov.

V tomto príspevku sa zaoberáme niektorými otázkami a problémami aplikácie koncepcie ekosystémových služieb v lesníctve a vo výskume lesných ekosystémov na Slovensku, aj vo vzťahu k doteraz uplatňovanej koncepcie funkcií lesa.

Koncepcia ekosystémových služieb

Koncepcia ekosystémových služieb (MA 2005, Eliáš, ed., 2010a) sa použila na posúdenie stavu ekosystémov sveta na prelome tisícročia na základe ekosystémových služieb, t.j. schopností ekosystémov uspokojovať potreby ľudí. Ekosystémové služby sa považovali za úžitky poskytované ekosystémami na uspokojovanie ľudských potrieb. Podľa MA (2005) sa ekosystémové služby členia do štyroch skupín: podporné, zásobovacie, regulačné, kultúrne. (i) Podporné služby, sú nevyhnutné na produkciu (udržanie) všetkých iných ekosystémových služieb. (ii) Za regulačné služby sa považujú úžitky vytvorené samoudržiavacími schopnosťami ekosystémov, t. j. z regulácie ekosystémových procesov, vytvárajú vhodné podmienky pre zdravé životné prostredie a kvalitný život obyvateľov. (iii) Zásobovacie služby (provízie služby, ekosystémové statky) sú produkty získané z ekosystémov. Poskytujú ich predovšetkým lesné ekosystémy, ekosystémy lúk a pasienkov a agroekosystémy. (iv) Kultúrne služby predstavujú nemateriálne úžitky odvodené z ekosystémov (estetické pôsobenie, duchovné/religiózne hodnoty, rekreačné a turistické využitie). Koncepcia ekosystémových služieb je síce antropocentrická, ale vychádza z teórie ekológie a používa ekologickú terminológiu (Eliáš, 2009, 2010).

Dva systémy vzťahov

Identifikácia a hodnotenie funkcií ekosystémov a úžitkov z nich závisí od systému vzťahov, v ktorých sa uskutočňuje. Eliáš (1978, 1983) sa zaoberal obecnou klasifikáciou funkcií vegetácie v životnom prostredí (krajine). Termín funkcia chápe ako vonkajší prejav vlastností vegetácie v danom systéme vzťahov. Podľa toho rozlišuje dve základné skupiny (typy) funkcií vegetácie: ekologické a spoločenské funkcie. (a) Ekologické funkcie sa uvažujú v systéme ekologických vzťahov a sú dôležité pre fungovanie ekosystémov i celej biosféry. Nezávisia od človeka, od jeho egoistických potrieb. Ekosystémy majú úlohu v prírode, ktorá nie je závislá od človeka - Dominantné sú ekologické vzťahy. Ekologické funkcie sú zaujímavé pre človeka, ale nie sú vynútené jeho potrebami. (b) Spoločenské funkcie, resp. socio-ekonomické funkcie vegetácie sa uvažujú v systéme spoločenských vzťahov. Sú produktom spoločenských potrieb a využiteľných vlastností a účinkov vegetácie. Majú antropocentrický charakter. Tu už vystupuje človek a jeho potreby (antropocentrický prístup). Zjednodušenie povedané „Človek má záujem o surovinu a ekosystém túto surovinu „dodáva.“, resp. poskytuje

Ekosystémy a ekosystémové služby

Ekosystémové služby sú závislé od ekologických procesov, ktoré prebiehajú v ekosystémoch, a tie zasa od štruktúry a diverzity ekosystému (Eliáš, 2008). Výskum biodiverzity preto významne prispieva k poznaniu a hodnoteniu fungovania ekosystémov a ich ekosystémových služieb (Eliáš, 2011, Bastian a kol, 2012, Bastian, 2013). Ohrozenie biodiverzity a degradácia ekosystémov v dôsledku narastajúcej hospodárskej činnosti a inej aktivity ľudí, spôsobuje zníženie schopností ekosystémov uspokojovať potreby ľudí a tým aj zníženie kvality života (MA 2005, Eliáš 2007).

Ekosystémové služby sú výsledkom identifikácie a hodnotenia uspokojovania potrieb človeka, ľudskej spoločnosti, v systéme spoločenských, resp. spoločensko-ekonomických vzťahov. Ekosystémy majú ekologické funkcie (v zmysle Eliáša, 1978, 1983), ktoré predstavujú potenciál (kapacitu) na využitie človekom, ľudskou spoločnosťou. V systéme spoločenských vzťahov môže byť jedna ekologická funkcia využívaná rôznym spôsobom, t.j. poskytuje viac ekosystémových služieb („spoločenských funkcií“, Eliáš, 1983). Ale niektoré požiadavky ľudskej spoločnosti sú uspokojované viacerými ekologickými funkciami (

Funkcie a služby ekosystémov

Vývoj koncepcie ekosystémových služieb vo vzťahu ku koncepciám funkcie vegetácie v sídlach („zeleň“) a vo voľnej prírode, environmentálnym funkciám ekosystémov a funkciám lesa sme analyzovali v inej práci (Eliáš, 2010).

Papánek (1978) pod funkciou lesa rozumie užitočné pôsobenie lesa dosahované činnosťou lesného hospodára. Úmyselným využívaním sa funkcia odlišuje od vplyvu. Funkcie lesa sa podľa toho združujú do troch základných funkcií, a to: (A) produkčná funkcia lesa, ktorá spočíva vo využívaní lesa na získanie materiálových hodnôt, najmä drevnej suroviny; (B) ochranná (ekologická) funkcia lesa, ktorá je vo využívaní pôsobenia lesa na okolité prostredie (pôdu, vodu, vzduch) a (C) kultúrna (environmentálna) funkcia lesa, ktorá je vo využívaní lesa ako životného prostredia ľudí na rekreáciu a liečenie, na tvorbu krajiny a ochranu prírody, na výskumné a iné ciele. Podľa Papánka (1983) len človekom vytvorená, kultivovaná vegetácia má funkciu, ktorá môže byť produkčná (ak ide o výrobu materiálových hodnôt), ekologická (ak ide o poskytovanie materiálnych služieb), alebo environmentálna (ak ide o poskytovanie kultúrnych služieb). Preto o funkciách lesa môžeme hovoriť iba v lesných porastoch využívaných človekom. V tomto chápaní sú potom funkcie lesa blízke spoločenským funkciám (Eliáš, 1983), environmentálnym funkciám (de Groot, 1988) a ekosystémovým službám (de Groot a kol., 2002).

Ekosystémy, ich biodiverzita a ekologické funkcie (Eliáš, 1983), predstavujú prírodný potenciál, kapacitu pre využitie ako ekosystémové služby. Koncepčný model predpokladá, že ekosystémové služby sú závislé od ekologických procesov, ktoré prebiehajú v ekosystémoch (ekosystémové funkcie), a tie zasa od štruktúry a diverzity ekosystému („kaskádový model“, Eliáš, 2008). Výskum biodiverzity preto významne prispieva k poznaniu a hodnoteniu fungovania ekosystémov a ich ekosystémových služieb (Eliáš, 2011). Kvantitatívne vzťahy medzi biodiverzitou, štruktúrou a ekosystémovými procesmi a službami sú však nedostatočne preskúmané (De Groot et al., 2010) a vyžadujú osobitnú pozornosť.

Identifikácia ekosystémových služieb

Súčasný postupy na identifikáciu ekosystémových služieb v krajine (napr. využitie zeme, krajinná pokrývka a pod.) sú nedostatočné, neprimerané či nevhodné (Bastian a kol., 2012, Braat et al., 2012, Eliáš, 2013, 2014), preto sa vyvíjajú nové prístupy a metódy.

(1) Deduktívne prístupy („zhora-dole“) odvodzujú ekosystémové služby v krajine od súčasných kategorizácií (napr. MA, TEEB, CICES ai.) a na ich hodnotenie používajú súhrnné metódy. Dotazníky, riadené rozhovory, expertízne posúdenia ku skutočnému poznaniu

ekosystémových funkcií a služieb prispievajú málo alebo vôbec. (2) Induktívne prístupy („zdola-hore“) vychádzajú z poznania ekosystémov, ktoré sa vyskytujú v skúmanej krajine, z ich lokalizácie a plošnom výskyte, resp. rozšírení v území (Eliáš 2013, 2014). Ekosystémové služby sa identifikujú podľa ekosystémov, ich biodiverzity a ekologických funkcií. Pri hodnotení sa uplatňujú atomistické metódy (Papánek, 1978, Čaboun a kol., 2009, Eliáš, 2014). Vyžadujú veľa údajov pre konkrétne typy ekosystémov, ktoré je potrebné získať výskumom v teréne. Výsledky výskumov lesných ekosystémov na výskumných plochách, stacionároch (Eliáš, 1990) sú zdrojom údajov pre identifikovanie a hodnotenie ekologických funkcií. Databáza výskumných bola zostavená na začiatku bola zostavená na začiatku storočia (Eliáš, 1993,) a vyžaduje aktualizáciu.

Induktívny postup identifikácie ekosystémových služieb

Induktívny postup pozostáva z nasledujúcich krokov (Eliáš 2013, 2014):

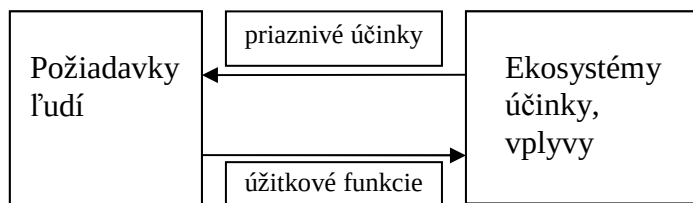
1. identifikácia ekosystémov podľa rastlinných spoločenstiev, prípadne biotopov,
 2. hodnotenie výskytu a rozšírenia ekosystémov v území („mapovanie“),
 3. analýza ekologických a spoločenských funkcií ekosystémov (v zmysle Eliáša, 1983) podľa biodiverzity vegetácie,
 4. analýza poskytovania ekosystémových služieb – identifikácia ekosystémových služieb,
 5. analýza využívania funkcií ekosystémov (vegetácie).
- (1) Prvý krok - identifikácia ekosystémov - sa uskutoční podľa rastlinných spoločenstiev, ktoré sa v sledovanom území v súčasnosti vyskytujú. Využijú sa údaje a informácie z fytocenologického výskumu, ktorý sa v tomto území uskutočnil. Viaceré výsledky boli publikované, ale väčšina údajov pochádza z doposiaľ nepublikovaného materiálu výskumníkov. Na základe dostupných údajov sa vypracuje prehľad rastlinných spoločenstiev podľa skupín biotopov (Ružičková et al. 1986). V prípade lesných ekosystémov využívame údaje z fytocenologického a typologického výskumu lesov.
- (2) V druhom kroku sa zhodnotí výskyt a súčasné rozšírenie identifikovaných spoločenstiev (biotopov, ekosystémov) v sledovanom území („mapovanie“). V predchádzajúcom období sa na Slovensku uskutočnilo geobotanické mapovanie vegetácie (Michalko a kol. 1986) a mapovanie lesných typov pre potreby lesného hospodárstva. Tieto údaje sa použijú ako orientačné, s ktorými sa pracuje pri hodnotení súčasného výskytu a rozšírení ekosystémov v území. Výsledkom takéhoto hodnotenia bude mapa súčasnej (reálnej) vegetácie.
- (3) Ekologické a spoločenské funkcie vegetácie / ekosystémov (Eliáš 1983) sa analyzujú podľa biodiverzity. Pre tento rozbor sú nevyhnutné informácie z prvého kroku – fytocenologického výskumu vegetácie. Uplatnili sme postupy ekologického a socio-ekonomického hodnotenia vegetácie, ktoré rozpracoval Jurko (1990) pre štrukturálne charakteristiky (diverzita vegetácie), produkčné vlastnosti (produkcia fytomasy, kŕmny potenciál, medonosný potenciál, zásoba liečivých rastlín), genofond a významnosť vegetácie (užitkové funkcie, významnosť pre ekológiu krajiny, významnosť v ochrane prírody). Niektoré postupy sme upravili pre potreby štúdie. Informácie o významnosti jednotlivých (skupín) rastlinných spoločenstiev vyjadrujú potenciál pre využitie ako ekosystémové služby. V ďalšom kroku (4.) analyzujeme poskytovanie ekosystémových služieb ekosystémami, ktorých výskyt sme v území dokumentovali.
- (5) V poslednom kroku sa analyzuje využívanie funkcií ekosystémov (vegetácie) v sledovanom území, t.j. ekosystémové služby (MA 2005, TEEB 2008, CICES 2013). Ekologické funkcie vegetácie predstavujú podporné služby, ktoré zabezpečujú ostatné – zásobovacie, regulačné a kultúrne služby ekosystémov. Spoločenské funkcie sa využívajú v spoločensko-ekonomickom systéme vzťahov (Eliáš 1983). Pre túto analýzu sa využijú údaje rôzneho charakteru – o využití zeme a krajinnej pokrývke (Land use/Land Cover

CORINE), o funkčnom využití lesných porastov (kategórie hospodárskych, ochranných lesov a lesov osobitného určenia) v Lesníckom informačnom systéme (LGIS) z databázy Lesoprojektu (Národné lesnícke centrum), štatistické údaje o využívaní pôdneho fondu farmármi a inými užívateľmi a súkromnými vlastníkmi, občianskymi združeniami a profesnými a záujmovými skupinami obyvateľstva (poľovníci, rybári ai.) (cf. Eliáš 2012)

Hodnotili sme aj nevyužívanie spoločenských funkcií ekosystémov miestnymi obyvateľmi a prekážky, ktoré obmedzujú, resp. neumožňujú využívanie funkcie. V tejto súvislosti sme použili aj historické údaje v publikáciách a archívoch (cf. Eliáš et al. 1997, 2006, Eliáš 2012).

Záver

Na Slovensku sa v minulých desaťročiach rozpracovala koncepcie funkcií lesa, vrátane identifikácie, kategorizácie funkcií a ich oceňovania. Uplatnenie novej koncepcie ekosystémových služieb v lesníctve a vo výskume lesných ekosystémov si vyžaduje ujasniť vzťah koncepcie funkcií lesa a novej koncepcie ekosystémových služieb lesných ekosystémov. Je treba využiť všetky získané poznatky, skúsenosti a údaje z analýzy a hodnotenia funkcií lesa. Vyžaduje sa indukčný prístup („zdola-nahor“), ktorý vychádza z poznania kapacity/potenciálu lesných ekosystémov poskytovať ekosystémové služby. Umožňuje posúdiť ekologické a spoločenské funkcie vegetácie na základe diverzity fytoocenóz a jej hodnotenia podľa fytoecologických zápisov. Postup je náročný na údaje získané vo vybranom území (Eliáš, 2014, Eliáš, Mariničová, 2015, Eliáš a kol., 2015). Identifikácia ekosystémových služieb v lokálnej mierke však iné riešenie neumožňuje. Preto je potrebný predovšetkým nový terénny výskum lesných ekosystémov zameraný na poznanie ich potenciálu pre poskytovanie ekosystémových služieb (Kremen, 2005, Braat, de Groot, 2012, Honey-Rosés, 2013).



Literatúra:

- Biskupský, V. (ed.), 1975: Research Project Báb (I.B.P.). Progress Report II. VEDA, Bratislava, 520 pp
- Bastian, O., 2013: The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. *Ecological Indicators*, 24, s. 12-22.
- Bastian, O., Haase, D., Grunewald, K., 2012: Ecosystem properties, potentials and services – the EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*, 21, s. 7-16.
- Braat, L.C., De Groot, R.S., 2012: The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem services*, 1, s. 4-15.
- Čaboun, V., Kuděla, A., Štrba, S., eds., 1992: Ekologický a ekofyziologický výskum v lesných ekosystémoch. Zborn. Celošt. Vedec. Konfer., Poľana, 5.-7. október 1992. Lesnícky výskumný ústav, Zvolen, 244 pp.
- Čaboun, V., Tutka, J., Moravčík, M. a kol., 2010: Uplatňovanie funkcií lesa v krajine. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 285 pp.
- Daily, G.C. (ed), 1997: Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, DC.
- de Groot, R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. *Environmentalist*, 7, p. 105–109 (1987).
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002: A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Economics*, 41, s. 393-408.

- De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L., 2010: Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.*, 7, s. 260-272.
- De Groot, R.S. et al., 2012: Global estimates of the value of ecosystems and their services. *Ecosystem services*, 1, s. 50-61.
- Eliáš, P., 1978: Ruderálne spoločenstvá a ich miesto v životnom prostredí človeka. *Přírodní vědy ve škole*, Praha, 30, p. 85-87
- Eliáš, P. 1983. Ecological and social functions of vegetation. In: *Ekológia*, vol. 2, no. 1, pp. 93-94.
- Eliáš, P., 1988: Towards more exact evaluation of vegetation functions. In: Ružička, M., Hrnčiarová, T., Miklós, L. (eds.), VIIIth Inter. Symp. On Problems of Landscape Ecological Research, Vol. 2, Zemplínska Šírava, p. 357-358.
- Eliáš, P., 1989: Výskum lesného ekosystému (na príklade dubovo-hrabového lesa v Bábe). In: Konôpka, J. (ed.), Zborn. predn. IV. zjazdu Slov. Spoloč. Poľnohosp., Lesn., Potravn., Veter. Vedy, Lesnícka sekcia, Košice, s. 95-99.
- Eliáš, P., 1990: Výskum vegetácie na trvalých plochách. *Biológia*, Bratislava, 45, p. 749-755.
- Eliáš, P., 1996: Towards a more exact evaluation of sustainable use of ecosystems: a review on de Groot. In: Sprengers, Nienhuis, Elias, P. (eds.), Sustainability of ecosystems: ecological and economic factors, Report of the workshop, Royal Academy of Sciences, Amsterdam, p.113-115.
- Eliáš, P., 1996. Register trvalých výskumných plôch v SR. In *Monitorovanie bioty na území Slovenskej republiky*. Bratislava: SEKOS, 1996, s. 191-192. ISBN 80-967292-7-6
- Eliáš, P., 1997: Funkčné skupiny rastlín vo fytocenózach. *Ekologické štúdie* ; I /97, Bratislava : SEKOS, 1997. 152 s.
- Eliáš, P., 2007: *Ekológia*. 3. Vyd., SPU Nitra, pp
- Eliáš, P., 2008: Biodiverzita a fungovanie ekosystémov. In *Ekologické štúdie VII : zborník vydaný pri príležitosti konania konferencie V. ekologických dní*, Nitra 3. apríl 2007. - Bratislava : Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV, 2008. ISBN 978-80-968901-5-6, s. 5-12.
- Eliáš, P. (ed.), 2010a: *Ekologické služby = Ecological services*. Menotematické číslo. *Životné prostredie*, Bratislava, 44, č. 2/2010. s. 57-112.
- Eliáš, P., 2010b: Ekosystémové služby a kvalita života na vidieku. In: *Rozvoj vidieka a štrukturálne zmeny v podnikateľských subjektoch v agrokomplexe : medzinárodná vedecká konferencia*, Račkova dolina, 28. - 29. apríla 2010, Nitra. 2010. s. 45-53. URL: <http://www.slpk.sk/eldo/2010/zborniky/027-10/elias.pdf>.
- Eliáš, P., 2010c: Od funkcií vegetácie k ekosystémovým službám. In *Životné prostredie*. ISSN 0044-4863, 2010, roč. 44, č. 2, s. 59-64.
- Eliáš, P., 2011: Ekologické determinanty kvality života na vidieku: faktory zlepšujúce a faktory zhoršujúce kvalitu života ľudí. In: *Determinanty kvality života na vidieku : medzinárodná vedecká konferencia*, Nitra, 21. - 23. september 2011. ISBN 978-80-552-0667-7. URL: www.slpk.sk/eldo/2012/zborniky/001-12/elias.pdf.
- Eliáš, P., 2012: Ekosystémové služby vo vidieckej krajine a ich využiteľnosť. In *Venkovská krajina 2012*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, s. 168-174. ISBN 978-80-244-3098-0 (brož.). URL: www.veronica.cz/dokumenty/Venkovska%20krajina_SBORNIK_2012.pdf.
- Eliáš, P., 2013: Ecosystem services in rural landscape and their usability. In: *INTECOL 2013*. London. 2013. URL: <http://eventmobi.com/INTECOL2013/#!/session/182728/>.
- Eliáš, P., 2014: Identifikácia ekosystémových služieb vo vidieckej krajine. In: *Venkovská krajina 2014*, p. 20-27.
- Eliáš, P., Mariničová, P., 2015: Kfmmný potenciál rastlinných spoločenstiev, jeho hodnotenie a využitie ako ekosystémovej služby (na príklade vidieckeho mikroregiónu Tribečsko). In *Venkovská krajina 2015*, p.34-43.
- Eliáš, P. a kol. ,2015: Ekologické funkcie vegetácie, ekosystémové služby, ich hodnotenie a využitie vo vidieckej krajine (na príklade k.ú. Kostoľany pod Tribečom) . In *Venkovská krajina 2015*, p. 44-52.
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2013: Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. Report to the European Environment Agency. Revised January 2013.
- Hančinský, L. 1972. Lesné typy Slovenska. *Príroda*, Bratislava, 307 pp.
- Hančinský, L., 1977: Lesnícka typológia v prevádzkovej praxi. *Príroda*, Bratislava, 223 pp.
- Harrison, P.A. a ko., 2010: Identifying and prioritising services in European terrestrial and freshwater ecosystems. *Biodivers.Conserv.*, 19, p. 2791-2821.
- Honey-Rosés,J., 2013: A demand driven agenda for ecosystem services. *Ecosystem services*, 5, p. 160-162.
- Jurko, A., 1990: Ekologické a socio-ekonomické hodnotenie vegetácie. *Príroda*, Bratislava, s.
- Jurko, A., Duda, M. (eds.), 1970: Research Project Báb (I.B.P.). Progress Report I. Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

- Kremen, C., 2005: Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8, p. 468-479.
- Kubiček, F. a kol., 1985: Vplyv turistiky na produktivitu a produkčné procesy rastlín v lesných ekosystémoch. Záv. Správa ČÚ. Ústav Expr. Biol. Ekol. CBEV SAV, Bratislava.
- Maes, J. et al., 2012: Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services*, 1, s. 31-39.
- MA, 2003: Millenium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: A framework for assessment. Washington, DC: Island Press, 245 p.
- MA, 2005: Millennium Ecosystem Assessment : Ecosystems and Human Well-being : Synthesis. Washington, DC : Island Press, 2005. 137 pp.
- Midriak, R. a kol., 1981: Diferencované obhospodarovanie lesa podľa integrovaných funkcií. *Lesnícke štúdie*, 31. Príroda, Bratislava, 224 pp.
- Midriak, R. a kol., 2011: Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska. 1. vyd., Banská Bystrica, Univerzita Mateja Bela, 401 s. ISBN 978-80-557-0110-3
- Moravčík, M. a kol., 2008: Výskum, klasifikácia a uplatňovanie funkcií lesa v krajine. Národné lesnícke centrum, Zvolen,
- Mráček, Z., Krečmer, V., 1975: Význam lesa pro lidskou společnost. *SZN*, Praha, 225 pp.
- Papánek, F., 1972: Funkčne integrované lesné hospodárstvo a funkčné typy lesa. *Lesnícky časopis*, 18,2, p. 109-124.
- Papánek, F., 1978: Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva. *Lesnícke štúdie*, Príroda, Bratislava, 218 pp.
- Papánek, F., 1983: Ekológia, p.
- Ružičková, H. et al. 1996. Biotopy Slovenska. Bratislava : Ústav krajinnej ekológie SAV, 192 pp.
- Schwarz, M., 2014: Manažment ekosystémových služieb. In: Konferencia, Národné lesnícke centrum, Zvolen.
- Tutka, J. a kol., 2003: Oceňovanie lesa. UPVVLVH, Zvolen, 254 pp.
- Vladovič, J. a kol., 2011: Štruktúra a diverzita lesných ekosystémov na Slovensku. Národný lesnícky ústav- Lesnícky výskumný ústav, Zvolen, 252 pp.
- Vyskot, I. 2003: Kvantifikace a hodnocení funkce lesu České republiky. *MŽP Praha*, 186 pp.
- Walace, K.J., 2007: Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biol. Conserv.*, 139, s. 235-246.
- Zachar, D., 1974: *Lesnícky časopis*, 20,2, p. 127-145.
- Zachar, D. a kol., 1982: Les v krajine. Príroda, Bratislava, 237 pp.
- Zlatník, Z., 1959: Přehled slovenských lesu podle skupin lesních typu. *Lesn. Fak. VŠZ Brno*, 195 pp.

Pod'akovanie

Príprava a prezentácia príspevku bola financovaná z projektu VEGA č. 1/0813/14 „*Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine*“, ktorý sa rieši na Katedre ekológie FEŠRR SPU v Nitre s finančnou podporou vedeckej grantovej agentúry SAV a Ministerstva školstva SR VEGA v rokoch 2014-2016.

Kontaktná adresa:

prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.,
Katedra ekológie FEŠRR, SPU Nitra, Mariánska 10, 949 76 Nitra,
e-mail: pavol.elias@uniag.sk.

VPLYV PRÍSEVU TRÁVNEJ A ĎATELINOTRÁVNEJ MIEŠANKY NA KVALITU A PRODUKCIU TRÁVNÝCH PORASTOV V PASIENKOVOM CHOVE DOJNÍC EFFECTS OF OVERSOWING WITH GRASS AND GRASS/CLOVER MIXTURES ON QUALITY AND PRODUCTION OF GRASSLAND AT GRAZING WITH DAIRY COWS

Zuzana Dugátová, Janka Martincová, Mariana Jančová

Abstract: This field trial was aiming at effects of oversowing grass and grass/clover mixtures to the existing grassland when grazed with dairy cows. The parameters of botanical composition, herbage production and quality of pasture were studied. The oversowing resulted in increased proportion of grass, mainly perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and also that of tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.). The increase was also recorded in herbage production, nutritive value and sward productivity.

Keywords: grass mixture, grass/clover mixture, pasture sward, oversowing, grazing, dairy cows

Úvod

Zhoršenie socio-ekonomických podmienok v poľnohospodárstve súvisí s problémami v živočíšnej výrobe. Nepriaznivá situácia sa odrazila na poklese počtu chovaných dojníc, a tým na nižšej produkcii mlieka. Vzhľadom na zabezpečenie efektivity v chove dojníc je nevyhnutné zvýšiť ich úžitkovosť zvýšením kvality krmovínovej základne, ktorú v horských a podhorských oblastiach v prevažnej miere tvoria trávne porasty. Prísevy do trávnych porastov sú perspektívnym spôsobom zlepšenia zloženia lúčnych a pasienkových spoločenstiev ich obohatením o kultúrne druhy tráv a ďatelinovín, a tým zvýšenia produkcie fytomasy trávnych porastov a jej kvality.

Cieľom výskumnej úlohy bolo zhodnotenie vplyvu bezorebného prísevu trávnej a ďatelinotrávnej miešanky do pôvodného trvalého trávneho porastu spásaného dojnícami, na floristické zmeny, produkciu fytomasy, výživnú hodnotu a produkčnú účinnosť pasienkového porastu.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Prísevom vhodnej ďatelinotrávnej miešanky do pasienkového porastu dochádza ku zlepšovaniu kvality trávneho porastu a znižovaniu nákladov na hnojenie. Revitalizáciou pasienkových porastov prísevom krmovínársky vysokohodnotných druhov tráv a leguminóz do mačiny sa predpokladá zvýšenie krmnej hodnoty a kvality pastvy (Novák, Kubinec, 2002). Problematikou prísevu do trávnych porastov sa zaoberali Kohoutek a Hrabě (2004), Kohoutek *et al.* (2006), Boberfeld a Hrabě (2006).

Materiál a metódy

Pokusné práce sa realizovali v poloprevádzkových podmienkach na trávnych porastoch PD Podlavice v lokalite Tajov s nadmorskou výškou 730-750 m n. m., v mierne teplej agroklimatickej horskej výrobnnej oblasti so svahovitou 1-25°, na hlinitých pôdach typu kambizem. S dlhodobým priemerom zrážok za vegetáciu 500 mm a dlhodobým priemerom denných teplôt za vegetáciu 12,9 °C. Prísev miešaniek do pôvodného pasienkového porastu sa vykonal na jar, bezorebnou sejačkou Vredo. V pokuse bol sledovaný trávny porast využívaný pasením dojníc rozdelený na varianty:

Variant 1: prísev trávnej miešanky (*Festulolium* Fojtan (33%), *Lolium perenne* (2 n) Jonas Herbie (17%), *Lolium perenne* (4 n) Kentaur (10%), *Phleum pratense* Lema (5%), *Festuca pratensis* Kolumbus (5%)).

Variant 2: prísev d'atelinotrávnej miešanky (*Festulolium Fojtan* (11,5%), *Festulolium Mahulena* (11,5%), *Lolium perenne* (2 n) Jonas Herbie (14%), *Lolium perenne* (4 n) Kentaur (9%), *Phleum pratense* Lema (14%), *Trifolium pratense* (4 n) Vesna (28,5%), *Festuca pratensis* Kolumbus (11,5%)).

Variant 3: pôvodný trávny porast bez prísevu.

Plocha každého sledovaného variantu bola 1 ha. Na všetkých variantoch prebiehalo pasenie dojníc slovenského strakatého plemena usmernené pastierom. V každom variante boli na reprezentatívnych miestach umiestnené kovové klietky, zabráňujúce zvieratám vypasenie porastu, ktoré slúžili na zisťovanie produkcie fytomasy. Nadzemnú fytomasu sme odobrali v jarnom (máj), letnom (júl) a jesennom (september) termíne. Floristické zloženie sa hodnotilo metódou odhadu redukovanej projektívnej dominancie (%) podľa Klappa (1965) v termínoch odberu nadzemnej fytomasy porastu. Na základe redukovanej projektívnej dominancie (% D) a krmnej hodnoty (FV) jednotlivých druhov rastlín sme vypočítali kvalitu trávneho porastu (Novák, 2004).

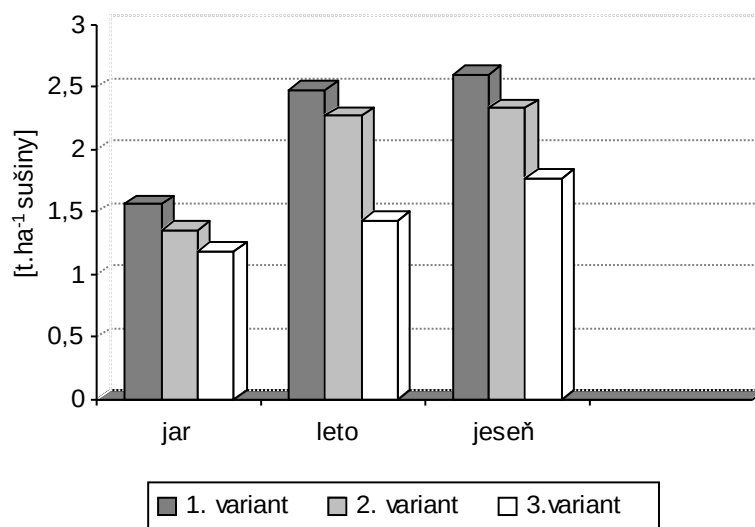
Obsah živín vo fytomase porastov sme zistili laboratórnymi analýzami vzoriek stanovenými v laboratóriu NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica, podľa pokynov Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004-100. Podľa rovníc prílohy č. 8 Výnosu MPSR č. 39/1/2002-100 sme vypočítali výživnú hodnotu vyjadrenú ukazovateľmi PDIN, PDIE, NEL, NEV a ME. Potencionálna produkčná účinnosť vyjadrená produkčným mliekovým potenciálom (PMP) v kg FCM mlieka (mlieko korigované na 4 % obsah tuku) bola vypočítaná pre PMP_{PDI} ($PDI/50$) a pre PMP_{NEL} ($NEL/3,13$).

Výsledky a diskusia

Vplyv prísevu vybraných druhov tráv a leguminóz sa prejavil v nasledujúcom roku po príseve, kedy v poraste dominovali trávne druhy. Najväčší podiel na zvýšení zastúpenia tráv mal mätonoh trváci (*Lolium perenne*), ostatné druhy sa vzhľadom na neskorší vývoj a konkurenciu pôvodných druhov v prisievanom poraste zapojili v menšej miere. Pred prísevom vykazovala agrobotanická skupina tráv 55 %, po príseve v jarnom období sa pokryvnosť tráv zvýšila v priemere na 63 %. V letnom období sa mierne znížila pokryvnosť tráv od 48-56 % a zvýšil sa najmä podiel bylinnej a d'atelinovej zložky. Podiel bylín sa pohyboval od 18 – 27 % s najvyšším zastúpením v kontrolnom poraste. Pri variantoch 2. a 3. bolo v lete a na jeseň vyššie zastúpenie prázdnych miest (9-13 %) a porast bol miestami spasený. Krmovinárska hodnota pasienkového porastu dosahovala hodnoty E_{GQ} od 66,4 - 88,5. Na základe bodového hodnotenia kvality boli porasty zatriedené do kategórie hodnotných až veľmi hodnotných porastov. Z tráv prispeli k zvýšeniu kvality trávneho porastu vysokohodnotné dosiate druhy. Najnižšie hodnoty krmovinárskej kvality boli zaznamenané na kontrolnom variante.

Produkcii fytomasy pasienkového porastu ($t \cdot ha^{-1}$ sušiny) uvádzame na obr. 1. Celková produkcia fytomasy porastu za pasienkovú sezónnu dosiahla na 1.variante $6,63 t \cdot ha^{-1}$ sušiny, na 2. variante $5,95 t \cdot ha^{-1}$ sušiny a na 3.variante $4,38 t \cdot ha^{-1}$ sušiny. V priebehu pasienkového obdobia sme najvyššiu produkciu fytomasy zaznamenali pri jesennom termíne odberu vzoriek.

Z hľadiska porovnania jednotlivých variantov sme najvyššiu produkciu fytomasy porastu zaznamenali pri 1.variante, s prísevom trávnej miešanky oproti variantu 2. a 3. Najnižšou produkciou fytomasy sa prezentoval kontrolný variant. Množstvo vyprodukovanej fytomasy z trávnych porastov je okrem konkrétnych klimatických podmienok jednotlivých rokov ovplyvňované aj rôznym spôsobom obhospodarovania. Pratotechnika priamo súvisí a ovplyvňuje nielen produkciu sušiny ale aj botanické a chemické zloženie porastov.



Obr. 1. Produkcia fytohmoty pasienkových porastov.

Obsah živín, výživnú hodnotu a produkčný mliekový potenciál fytohmoty porastu uvádzame v tabuľke 1. Najvyššími hodnotami pôvodnej sušiny a vlákniny sa charakterizoval porast pri všetkých variantoch v letnom termíne. Pri porovnaní jednotlivých variantov sme najvyššie hodnoty sušiny a vlákniny zaznamenali v prípade 3. variantu vo všetkých sledovaných odberoch. Obsah vlákniny sa postupne zvyšoval s termínom druhého a tretieho pasienkového využitia, naopak obsah dusíkatých látok mal klesajúcu tendenciu.

Tabuľka 1. Obsah živín, výživná hodnota a produkčný mliekový potenciál fytohmoty porastov.

Termín odberu porastu	Variant	Sušina pôvod. hmoty (g.kg ⁻¹)	N-látky (g.kg ⁻¹ sušiny)	Vláknina (g.kg ⁻¹ sušiny)	ME (MJ.kg ⁻¹ sušiny)	NEL (MJ.kg ⁻¹ sušiny)	NEV (MJ.kg ⁻¹ sušiny)	PDIE (g.kg ⁻¹ sušiny)	PDIN (g.kg ⁻¹ sušiny)	PMP _{NEL} (kg FCM)	PMP _{PD} (kg FCM)
1. jar	1	210,44	160,45	232,08	8,89	5,12	4,78	89,33	103,42	1,64	2,08
	2	237,40	152,82	234,55	9,03	5,24	4,94	83,16	85,04	1,67	1,70
	3	261,52	133,69	257,68	8,99	5,19	4,87	86,67	97,20	1,66	1,94
2. leto	1	266,70	123,64	274,83	9,01	5,24	4,96	81,67	78,64	1,67	1,57
	2	354,40	84,55	295,74	9,12	5,32	5,08	73,51	53,78	1,69	1,08
	3	366,03	99,41	264,91	9,04	5,27	5,03	76,72	63,23	1,68	1,26
3. jeseň	1	243,79	164,99	266,70	8,89	5,14	4,83	89,38	103,84	1,61	2,09
	2	241,71	163,18	232,40	8,90	5,14	4,85	85,37	92,07	1,65	1,84
	3	310,72	144,75	243,42	8,78	5,07	4,76	88,30	103,79	1,62	2,08

Nami zistené hodnoty netto energie laktácie (NEL) postačujú potrebám dojnice na záchov a produkciu mlieka. Sommer *et al.* (1994) uvádza v požiadavkách potrieb živín pre dojniciu o živej hmotnosti 600 kg 5,32 až 5,85 MJ NEL.kg⁻¹ sušiny, kravám s nižšou úžitkovosťou stačí krmivo s koncentráciou energie v rozpätí 4,8 až 5,3 MJ NEL. Pri hodnotení PDIE, PDIN bola zaznamenaná rovnaká tendencia ako pri hodnotení koncentrácie dusíkatých látok v sušine porastu, najvyššie hodnoty boli zaznamenané pri treťom termíne odberu porastov u všetkých sledovaných variantov. Pri porovnaní variantov sme najvyššie hodnoty zistili v 1. variante vo všetkých termínoch. Vyššími hodnotami PMP_{NEL} sa charakterizoval porast 2. variantu a PMP_{PD} porast 1. variantu. Na sledovaných variantoch môžeme dosiahnuť takú produkciu mlieka, ktorá zodpovedá hodnotám PMP_{NEL}, pretože limitujúcim faktorom produkcie mlieka je energetická hodnota sušiny porastu. Všetky

hodnotené pasienkové porasty mali vyššie hodnoty PMP_{NEL} v letnom termíne a PMP_{PDI} pri jesennom termíne odberu porastu.

Záver

Vyhodnotením získaných výsledkov sme zistili, že prísev oboch typov miešaniek do pôvodného porastu zvýšil podiel krmovinársky hodnotných druhov, a tým aj krmnú kvalitu porastov. Zvýšenie podielu dosiatych druhov sa pozitívne prejavilo aj na výške produkcie fytomasy pasienkového porastu. Výživná hodnota a produkčný mliekový potenciál dosievaných porastov bol vyšší oproti pôvodnému porastu.

Literatúra

- BOBERFELD, O., HRABĚ, F. (2006): Regenerace pastevního porostu bezorebným přísevem. In: Sborník z mezinárodního semináře „Ekologické aspekty pastvy v českých a rakouských vyšších výrobních oblastech“, MZLU v Brně, 17-20.
- KOHOUTEK, A., HRABĚ, F. (2004): Kapitola 5.4. Přísev travních porostu. s. 41-47. In: Hrabě, F. *et al.* (eds) Trávy a jetelovino-trávy v zemědělské praxi. Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 122 s.
- KOHOUTEK, A., KOMÁREK, P., FAJMON, T., POZDÍŠEK, J. (2006): Využití přísevu do travních porostu pastvou skotu. s.31-34. In: Hrabě, F. *et al.* (eds) Vše pro trávy a jetelovino-trávy. Vydavatelství Ing. Petr Baštan, Olomouc, 128 s.
- NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. In. Ekológia, vo.23,2004,no.2,pp.127-143.ISSN 1335-342X.
- SOMMER, A. eds. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok, ovce a kozy. Nitra: VÚŽV, 1994, 113 s. ISBN 80-967057-1-7.

Pod'akovanie

Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-0098-12 Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb a rezortného projektu výskumu.

Kontaktné adresy:

Ing. Zuzana Dugátová, Ing. Janka Martincová, PhD., Ing. Mariana Jančová, PhD.,
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Odbor horských systémov a techniky, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica,
e-mail: dugatova@vutphp.sk, martincova@vutphp.sk, jancova@vutphp.sk

ÚČINOK DLHODOBÉHO HNOJENIA NA PÔDNE VLASTNOSTI ALUVIÁLNEJ LÚKY EFFECT OF THE LONG-TERM FERTILISER APPLICATION ON AGRICHEMICAL SOIL PROPERTIES

Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Ľubica Jančová, Milan Michalec

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the impact of rate and proportion of long term fertilization on the agri-chemical soil properties of a grass sward on an alluvial meadow. A field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 10 treatments of fertilization: unfertilized grass swards, PK fertilized grass swards and grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg N/ha with two nutrient ratios (1 : 0.3 : 0.8 and 1 : 0.15 : 0.4). Grass swards were cut three times while. The soil is loamy fluvisol; the initial soil pH (KCl) = 6.03; the content of available nutrients: P = 6.16 mg kg⁻¹ and K = 96.6 mg kg⁻¹. During 2013 - 2014 decreased the soil pH (KCl) of value 4.09 – 5.08. The greatest decrease of soil pH was in the treatment an N rate of 50 kg with a nutrient ratio of 1 : 0.3 : 0.8. A lower contents accessible to plants of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil was found in treatments with a nutrient ratio of 1 : 0.15 : 0.4.

Keywords: alluvial meadow, long-term fertilization, grass sward, agri-chemical soil properties

Úvod

Odber živín závisí od podielu floristických skupín v poraste, ktorý sa mení v priebehu vegetácie a závisí od zásobenosti pôdy určitou živinou. Dostupnosť živín v pôde je všeobecne nízka a mení sa pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009). Intenzívne dusíkaté hnojenie spôsobuje silné odčerpávanie živín a zvyšovanie kyslosti pôdy (Jančovič, 2002). Hnojenie ovplyvňuje zmeny nadzemného habitu, množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde. Vyvážené hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a súčasne zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (Holúbek *et al.*, 2007). Do pôdy pod trávny porastom sa dostávajú aj živiny z opadu po mineralizácii, aj dusík pútaním hrčkotvornými baktériami a fosfor mycéliom mykoríznych húb (Novák, 2008). Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej úrovne výživy na agrochemické vlastnosti pôdy.

Materiál a metódy

Pokus bol založený vo Veľkej Lúke v roku 1961 blokovou metódou v štyroch opakovaníach v západnej časti Zvolenskej kotliny v nadmorskej výške 350 m. Uvádžame výsledky za obdobie rokov 2013 – 2014. Trávny porast z fytocenologického hľadiska bol charakterizovaný ako zväz *Alopecurion pratensis*. Dlhodobý priemer zrážok za vegetáciu je 429,5 mm a za rok 779,6 mm. Priemerná denná teplota vzduchu za rok je 9,3 °C a za vegetáciu 16,5 °C.

Pokus pozostáva z desiatich variantov s rôznou úrovňou hnojenia (tab. 1). Na začiatku vegetačného obdobia bol aplikovaný v celej dávke fosfor, draslík a 65 % dusíka z celkového množstva. Druhá dávka N bola dodaná po prvej kosbe. Porasty sa kosili nasledovným spôsobom:

Tabuľka 1. Varianty pokusu.

Varianty	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dodané živiny	Pomer živín (N : P : K)									
(kg.ha ⁻¹)	1 : 0,30 : 0,8					1 : 0,15 : 0,4				
N	0	0,0	50	100	150	200	50	100	150	200
P	0	22,0	15	30	45	60	7,5	15	22,5	30
K	0	41,5	40	80	120	160	20	40	60	80

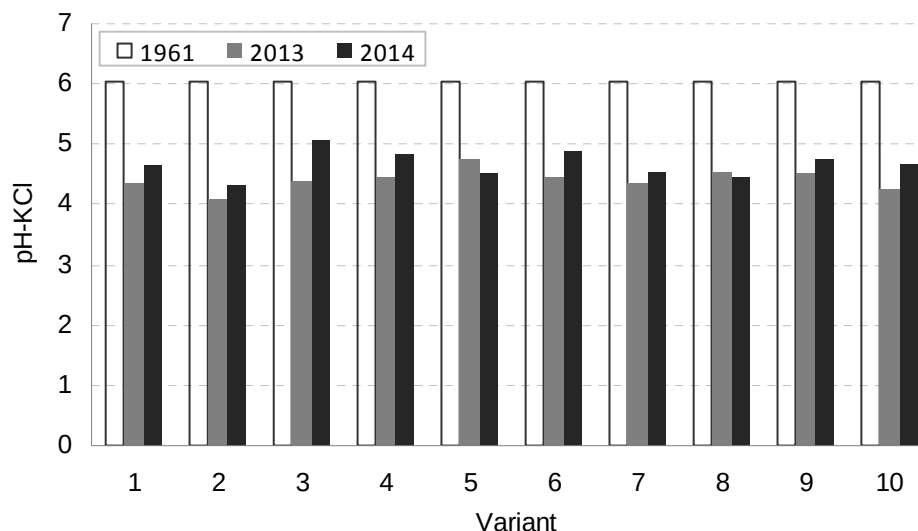
1. kosba – začiatok klasenia prevládajúcich druhov tráv,
2. kosba – 6 až 8 týždňov po 1. kosbe,
3. kosba - 8 až 10 týždňov po predchádzajúcej kosbe.

Pôdne vzorky sme odoberali v jesennom období (október) z hĺbky 0 - 150 mm. Z odobratých pôdných vzoriek sme stanovovali pH v KCl, C_{ox} , N, P, K a Mg.

Výsledky a diskusia

Pri založení pokusu v roku 1961 bola pôdna reakcia na úrovni 6,03. V roku 1970 klesla na nehnojenom variante o 0,37 a na variante s PK hnojením bola ešte nižšia (5,5). Varianty 3 až 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali pôdnu reakciu vyššiu ako nehnojená kontrola. Najvyššie pH (6,2) sa zaznamenalo na variante 8 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. V roku 1979 nastalo výraznejšie zníženie pôdnej reakcie na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Najnižšie pH bolo na variante 5 (pH 4,4). Pôdna reakcia v roku 2002 na nehnojenom variante sa zvýšila na 5,63 pri porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Varianty 3 až 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali nižšiu pôdnu reakciu ako nehnojený variant. Zvýšenie pH o 0,04 a 0,40 sa zaznamenalo na variantoch 8 a 10 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 oproti variantom 4 a 6 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8.

Pri založení pokusu v roku 1961 bola pôdna reakcia na úrovni 6,03. Pri porovnaní hodnoty pH (6,03) v roku založenia pokusu (1961), so sledovaným obdobím 2013 - 2014, nastalo zníženie (obr. 1) pôdnej reakcie (Michalec *et al.*, 2007).



Obr. 1. Zmeny hodnôt pôdnej reakcie.

V roku 2013 pôdna reakcia oscilovala v rozpätí 4,09 – 4,75 (extrémne až silne kyslá pôdna reakcia). Najvyššie pH sa zistilo na variante 5 so 150 kg dávkou dusíka a pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali nižšiu hodnotu pH ako varianty s druhým pomerom, okrem variantu 8. Najnižšia pôdna reakcia sa zistila na variante 2 s PK hnojením (4,09), čo predstavuje extrémne kyslú pôdnu reakciu (tab.2). V jesenných odberoch bol najvyšší obsah C_{ox} na nehnojenom variante a na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Je zaujímavé, že variant 2 s fosforečno-draselným hnojením mal vyššiu koncentráciu C_{ox} ako varianty s pomerom 1 : 0,3 : 0,8. Zásoba dusíka v pôde sa pohybovala od 2,20 g.kg⁻¹ (variant 6) do 3,76 g.kg⁻¹ (variant 8). Na nehnojenom variante bol najnižší obsah fosforu (0,90 mg.kg⁻¹). Najvyššia zásoba fosforu v pôde sa zistila na variante 6 (79,03 mg.kg⁻¹). Obsah draslíka v pôde osciloval od 87,56 mg.kg⁻¹ (variant 4, 5 a 10) po 111,51 mg.kg⁻¹ (variant 2). Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu zásobu horčíka v pôde ako varianty

s druhým pomerom, okrem variantu 10 (144,35 mg.kg⁻¹), kde bol aj najnižší obsah horčíka. Maathius (2009) konštatuje, že vplyvom zrážok, teploty, pôdneho typu a pôdnej reakcie sa môže meniť dostupnosť živín v pôde.

Tabuľka 2. Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2013.

Variant	pH-KCl	C _{ox} (g.kg ⁻¹)	N	P	K (mg.kg ⁻¹)	Mg
1	4,35	25,60	2,76	0,90	97,32	565,02
2	4,09	26,82	3,23	7,87	111,51	492,10
3	4,37	25,30	3,20	2,06	97,32	435,77
4	4,46	18,03	2,27	18,37	87,56	397,25
5	4,75	17,73	2,31	35,20	87,56	396,03
6	4,43	21,06	2,20	79,03	92,47	371,69
7	4,33	26,21	2,94	1,90	97,32	518,51
8	4,56	26,21	3,76	2,06	102,11	494,30
9	4,52	22,27	2,65	1,91	97,32	578,79
10	4,23	20,15	2,36	30,92	87,56	144,35

Pôdna reakcia v ďalšom roku 2014 sa mierne zvýšila, pohybovala sa od 4,32 do 5,08 (tab.3). Najnižšie pH bolo na variante 2. Vyššie hodnoty pôdnej reakcie sa zaznamenali na variantoch s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8, pričom najvyššia hodnota 5,08 bola na variante 3 s 50 kg dávkou dusíka. Výnimku predstavoval len variant 5, ktorý ma nižšie pH ako variant 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Hodnoty koncentrácie C_{ox} boli najvyššie na nehnojenom variante 29,55 mg.kg⁻¹ a na variantoch 8 a 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Ondrášek (1985) a Jančovič *et al.* (2007) zistili zvýšenie obsahu C_{ox} na intenzívne hnojených variantoch rovnako ako uvádzame aj my.

Tabuľka 3. Agrochemické vlastnosti pôdy na jeseň 2014.

Variant	pH-KCl	C _{ox} (g.kg ⁻¹)	N	P	K (mg.kg ⁻¹)	Mg
1	4,64 ^a	29,55 ^c	2,63 ^a	1,63 ^a	118,53 ^a	540,28 ^b
2	4,32 ^a	22,42 ^{bc}	2,29 ^a	9,28 ^a	114,81 ^a	504,55 ^b
3	5,08 ^a	23,31 ^{bc}	2,41 ^a	1,33 ^a	111,11 ^a	528,57 ^{ab}
4	4,83 ^a	20,94 ^{ab}	2,40 ^a	18,20 ^{ab}	107,41 ^a	211,01 ^{ab}
5	4,51 ^a	18,56 ^a	2,29 ^a	41,08 ^b	107,41 ^a	226,13 ^{ab}
6	4,88 ^a	19,45 ^{ab}	2,16 ^a	48,70 ^c	111,11 ^a	242,28 ^{ab}
7	4,56 ^a	20,34 ^{ab}	2,56 ^a	0,10 ^a	107,41 ^a	347,07 ^{ab}
8	4,43 ^a	22,42 ^{bc}	2,15 ^a	0,10 ^a	100,00 ^a	265,09 ^{ab}
9	4,75 ^a	27,77 ^{bc}	2,80 ^a	0,79 ^a	118,52 ^a	352,96 ^{ab}
10	4,69 ^a	18,56 ^a	1,70 ^a	0,12 ^a	103,70 ^a	339,68 ^a

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t* -test, P = 0,05).

Najvyššia zásoba dusíka v pôde sa zistila na variante 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (2,80 mg.kg⁻¹) a na nehnojenom variante (2,63 mg.kg⁻¹). Varianty s 50 a 100 kg dávkou dusíka s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 vykazovali vyšší obsah dusíka v pôde ako rovnaké varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplýva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých terestrických ekosystémov (Vitousek *et al.*, 1997). V tomto roku sa zistil veľmi nízky obsah fosforu na variantoch s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 (0,10 – 0,79 mg.kg⁻¹). Rovnaký pokles koncentrácie fosforu zaznamenal aj Jančovič *et al.* (2007). Najvyššia zásoba fosforu bola na variante 5 a 6 (41,08 mg.kg⁻¹ a 48,70 mg.kg⁻¹) s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Koncentrácia draslíka v pôde oscilovala od 100,00 (variant 8) do 118,53 mg.kg⁻¹ (variant 1). Varianty s pomerom 1 : 0,3 :

0,8 mali vyššiu zásobu draslíka v pôde. Najvyšší obsah horčíka v pôde sa zaznamenal na nehnojenom variante 540,28 mg.kg⁻¹. Nižšiu koncentráciu horčíka v pôde vykazovali varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 ako varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Výnimkou bol variant 3, na ktorom bol druhý najvyšší obsah horčíka 528,57 mg.kg⁻¹. Kobza *et al.*, (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky. Preukazný vplyv ročníka ($P < 0,05$) sa zaznamenal na obsah pH, dusíka a draslíka. Varianty štatisticky preukazne ($P < 0,05$) ovplyvňovali obsah Cox, fosforu a horčíka (Tab. 3).

Záver

Pôdna reakcia je významná agrochemická vlastnosť pôdy, ktorá výrazne vplýva na rast a vývoj rastlín. Pri vyšších koncentráciách sa významne ovplyvňuje prístupnosť živín pre rastliny. Stúpajúce dávky dusíka spôsobujú acidifikáciu pôdy hlavne pri vyšších dávkach dusíka. V priebehu sledovaného obdobia sa znížila pôdna reakcia. Najvýraznejší pokles pôdnej reakcie bol na variante s fosforečno-draselným hnojením. Na variantoch s pomerom 1 : 0,15 : 0,4 sa znížil obsah rastlinám prístupného dusíka, fosforu a draslíka v pôde. Vyššia koncentrácia dusíka v pôde sa zistila na nehnojenom variante a variante 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4. Koncentrácia horčíka v pôde klesala, najviac na variantoch s vyššími dávkami dusíka s pomerom 1 : 0,15 : 0,4.

Literatúra

- Holúbek R *et al* (2007) Krmovinnárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra. 2007: 420 s. ISBN 978-80-8069-911-6
- Jančovič J (2002) Vplyv hnojenia a využívania na vyplavovanie živín a zmeny pôdnych vlastností v trávnom ekosystéme. In Ekológia trávneho porastu VI. Banská Bystrica. 2002: 138-146. ISBN 80-968890-7-9
- Jančovič J *et al* (2007) Základné agrochemické vlastnosti kambizemu pod trávny porastom v dlhodobom pokuse. In Ekológia trávneho porastu VII. Banská Bystrica. 2007:328-332. ISBN 978-80-88872-69-6
- Kobza J *et al* (2010) Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In Agrochémia 50 (1): 3-8.
- Maathuis F (2009) Physiological function of mineral macronutrients. In Current Opinion in Plant Biology 12 (3): 250-258.
- Michalec M *et al* (2007) Vplyv dlhodobého hnojenia údolných lúk. In Súčasný a perspektívy krmovinnárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Nitra. 2007: 128-131. ISBN 978-80-8069-929-1
- Novák J (2008) Pásienky, lúky a trávniky. Prievidza. 2008: 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1
- Ondrášek L (1985) Hlavné zmeny pedobiologických vlastností lúčneho ekosystému pri rôznej intenzite hnojenia a využívania. In Ekológia trávneho porastu II. Banská Bystrica. 1985: 22-34.
- Vitousek P *et al* (1997) Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In Ecological Applications, 7: 737-750.

Podakovanie

Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-0098-12 – Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb.

Kontaktné adresy:

Ing. Vladimíra Vargová, PhD., Ing. Zuzana Kováčiková, PhD., Ing. Ľubica Jančová, Ing. Milan Michalec, CSc.,
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav trávnych porastov a horského
poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, Banská Bystrica 974 23,
e-mail: vargova@vutphp.sk, kovacikova@vutphp.sk, luba.jancova@vutphp.sk, michalec@vutphp.sk

**PRIMÁRNA PRODUKCIA A DOBA VYUŽITIA
ĎATELINOTRÁVNÝCH MIEŠANIEK
BEZ HNOJENIA
PRIMARY PRODUCTION AND UTILIZATION ENDURANCE OF
GRASS/CLOVER MIXTURES WITHOUT FERTILIZER
APPLICATION**

Jozef Čunderlík

Abstract: Persistence and dry matter (DM) production of five grass/white clover mixtures was evaluated in continental climate of Central Slovakia in 2000-2003. In the first three years the persistence of both ryegrass/white clover mixtures was better (1.3-2.4 points) than meadow fescue (cocksfoot), and *Festulolium* /white clover mixtures 1.2-4.7 points). DM production of ryegrass/white clover mixtures was also the highest in 2000-2002 (6.40-9.56 t ha⁻¹), though *Festulolium* cv. Felina/white clover gave continuously increasing DM yields (2000-2003; 4.42-5.29-6.06-7.62 t ha⁻¹). In continuously restricted possibilities of Slovak agriculture the utilization of grass/white clover mixtures without mineral fertilizer input is a viable solution in sustainable development of grassland systems.

Keywords: DM production, evaluation, fertilizer input, grass, mixtures, persistence, varieties, white clover

Úvod

Poľnohospodárske systémy na báze bôbových majú svoje opodstatnenie z rôznych pohľadov: agronomického, ekonomického, z hľadiska ochrany životného prostredia i z hľadiska sociálneho. Súčasťou tohto systému je aj pestovanie a využívanie ďatelinotrávných miešaniek, najmä jednoduchých trávnych miešaniek s ďatelinou plazivou (*Trifolium repens*). Podiel ďateliny plazivej v poraste ovplyvňuje rastlinnú a následne i živočíšnu zložku poľnohospodárskej produkcie. Z energetického hľadiska je ďatelina plazivá schopná fixovať priemerne 100-150 kg N/ha (Wood, 2001), čo ovplyvňuje tvorbu biomasy a tým možnosť vyššieho zaťaženia porastu zvieratami. Druhý vplyv jej zastúpenia v poraste treba vidieť v zmene výživnej hodnoty krmoviny a v jej príjme zvieratami (Davies a Hopkins, 2001).

Súčasná lúkarsko-pasienkárka veda sa snaží hľadať možnosti zosúladiť nízke vklady do výroby krmovín z trávnych porastov na báze ďatelinotráv, optimálnu živočíšnu produkciu z nich a zníženie rizík poškodenia životného prostredia. Tento posun k ďatelinotrávnym miešankám, kde ďatelinovou zložkou je ďatelina plazivá, nastal v niektorých štátoch Európskej únie aj v dôsledku tlakov smerom k extenzifikácii poľnohospodárstva, pretože „trpia“ poľnohospodárskou nadprodukciou. Miešanky tráv s ďatelinou plazivou sa takto stali kľúčovými komponentmi v tradičných, aj v organických systémoch hospodárenia. Ekonomické prehľady naznačujú, že britskí chovatelia dobytky by ušetrili ročne 300 miliónov libier, ak by sa preorientovali na využívanie ďatelinotráv (Titchen a Philipps, 1998). Pri správnom obhospodarovaní a využívaní na ďatelinu plazivú bohatých porastov možno dosiahnuť optimálnu produkciu mlieka pri nízkych vkladoch do chovu dojnic.

Na zabezpečenie dostatočnej živočíšnej produkcie by mal porast obsahovať 30 % ďateliny plazivej (Chestmutter 1999) predpokladá, že i oveľa nižšie množstvá ďateliny zvieratá veľmi efektívne využívajú.

Teoretická potenciálna úroda trávnych miešaniek s ďatelinou plazivou (50:50) je odhadovaná na 18,5–22,5 t sušiny.ha⁻¹, kým u tráv je to 27–30 t.ha⁻¹. Skutočná úroda je obvyčajne oveľa nižšia: 5–10 t sušiny.ha⁻¹; nižšia hodnota je spôsobená nepriaznivými klimatickými podmienkami a nízkym priemerným zastúpením ďateliny plazivej v poraste. Vytrvalosť trávnych miešaniek s ďatelinou plazivou je v rôznych podmienkach pestovania

a využívania rozdielna. Kašper (2002) uvádza, že jej výskyt v poraste bol dostatočný i po 6 rokoch využívania.

Materiál a metódy

Pokus bol založený 5. mája v roku 1999 na stanovišti Suchý vrch (Banská Bystrica) s priemernou ročnou teplotou 6,3 °C (13,5 °C počas vegetačného obdobia) s priemernými ročnými zrážkami 848 mm (451 mm počas vegetačného obdobia). Pôdny typ stanovišťa je rendzina s pH 6,8; s obsahom 8,7 mg.kg⁻¹ P a 107 mg.kg⁻¹ K. Pri zakladaní porastov sa nepoužilo očkovanie pôdy rhizóbiami a neaplikovali sa priemyselné hnojivá. Priemyselné hnojivá sa nepoužili ani v ďalšom priebehu sledovaní v r. 2000 - 2003.

V pokuse boli použité belgické odrody tráv a d'ateliny plazivej. Použili sme dve odrody mätonohu trváceho (Merganda a Merlinda), odrodu reznáčky laločnatej (Lemba), kostravy lúčnej (Merifest) a českú odrodu Festulolium (Felina) v jednoduchých miešankách s d'atelinou plazivou Merwi (Belg.). Dvojkomponentné miešanky sa vysievali v štyroch opakovaníach, výsevok tráv bol 12 kg.ha⁻¹ v kombinácii s d'atelinou plazivou (9 kg.ha⁻¹) so zberovou plochou 10 m². Produkcia sušiny sa zaznamenávala v troch kosbách.

V roku výsevu nasledovali dve odburiňovacie kosby a posledná kosba bola produkčná. V rokoch 2000-2003 sme zaznamenávali botanické zloženie porastu (na 3 hlavné skupiny: trávy, bôbovité, byliny a prázdne miesta), vytrvalosť a celkový stav porastu (švajčiarskym bodovým systémom 1-9; 1= najlepší, (Charles a Joggi, 1988).

Výsledky a diskusia

Po výseve vzhádzali porasty rovnomerne. Dominantnými burinami boli *Chenopodium album* a *Stachys recta*. Vytrvalosť piatich jednoduchých dvojzložkových miešaniek je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Vytrvalosť d'atelinotravných miešaniek (body) v rokoch 2000 – 2003.

Miešanka	2000	2001		2002		2003	
	28/9	28/4	3/11	5/5	20/7	23/5	17/7
Lemba + Merwi	1,4	4,7	2,4	4,1	3,5	3,7	4,0
Felina + Merwi	1,3	1,5	2,5	3,9	3,3	2,0	1,9
Merifest + Merwi	1,4	1,3	2,7	3,7	3,1	1,7	2,0
Merganda + Merwi	1,4	1,7	2,3	2,0	2,3	3,8	4,6
Merlinda + Merwi	1,3	2,2	2,1	2,2	2,1	3,8	4,7

Pri hodnotení prvých troch rokov (2000 - 2002) boli miešanky mätonohu trváceho s d'atelinou plazivou lepšie zapojené, takmer sa v nich nevyskytovali prázdne miesta a mali pomerne vysoké percento zastúpenia d'ateliny plazivej (1,3-4,4 bodov). Pomerne vyrovnaný porast vytvárala aj miešanka kostravy lúčnej s d'atelinou plazivou (1,3-3,7 bodov). Najmenej vyrovnaný porast sme zaznamenali u reznáčky laločnatej, d'atelina plazivá (1,4-4,7 bodov).

V roku 2003 sa obraz porastov zmenil v neprospech obidvoch mätonohových porastov (tab.1). Vytrvalosť d'ateliny plazivej v poraste bola stále dobrá, ale mätonoh začal z neho vypadávať. Začalo sa zvyšovať percentuálne zastúpenie bylín, z ktorých bola dominantnou *Taraxacum officinale*. O nízkej odolnosti mätonohu trváceho voči nadmernému suchu, tuhým zimám a jarným mrazom sa zmieňuje aj Frame (2002). Nižšia vytrvalosť mätonohu trváceho sa prejavila v roku 2003 aj v produkcii sušiny (tab. 2.).

Z produkčného hľadiska boli obidve miešanky mätonohu trváceho s d'atelinou plazivou najvýkonnejšie do roku 2003, hoci z hľadiska celkovej produkcie sušiny za všetky štyri roky sú tiež najlepšie (27,8 t.ha⁻¹ a 28,63 t.ha⁻¹).

Tabuľka 2. Produkcia sušiny v rokoch 2000 – 2003.

Miešanka	2000	2001	2002	2003
	(t.ha ⁻¹)			
Lemba + Merwi	4,33	4,74	4,44	4,46
Felina + Merwi	4,42	5,29	6,06	7,62
Merifest + Merwi	4,82	6,37	4,45	6,23
Merganda + Merwi	7,38	9,56	6,58	5,11
Merlinda + Merwi	7,71	8,08	6,40	5,61

Najvyššiu produkciu sušiny v roku 2003 sme zistili v prípade miešanky Felina + Merwi (7,62 t.ha⁻¹). Aj miešanka kostrava lúčna (ďatelina plazivá) bola v roku 2003 úrodnejšia (6,23 t.ha⁻¹). Výška úrod v podstate zodpovedá údajom, uvedeným v literatúre o trávnych miešankách s ďatelinou plazivou.

Ak vychádzame zo skutočnosti, že priemerná produkcia sušiny z trvalých trávnych porastov je 1,53 t.ha⁻¹ a z dočasných ďatelinotravných porastov 4,43 t.ha⁻¹, produkčnosť jednoduchých miešaniek tráv s ďatelinou plazivou je dostatočná na zabezpečenie potrieb živočíšnej výroby v určitých konkrétnych klimatických a ekonomických podmienkach.

Závery

Na základe štvorročných výsledkov sledovania vytrvalosti a úrodnosti jednoduchých ďatelinotravných miešaniek sme dospeli k nasledujúcim záverom:

- najvyššiu pokryvnosť s minimom prázdnych miest mali miešanky mätonohu trváceho s ďatelinou plazivou.
- najmenej vyrovnaný porast bol na variante reznácky laločnatej s ďatelinou plazivou.
- najvyššiu produkciu sušiny (27,8 a 28,63 t.ha⁻¹) za sledované roky dosiahli porasty miešaniek mätonohu trváceho a ďateliny plazivej.

Literatúra

- CHARLES, J.P., JOGGI, D. 1988: Essais variétaux de ray-grass anglais (*Lolium perenne*) et de ray-grass hybride (*L. x hybridum* Han.). Revue suisse d'Agriculture, 20; pp.35-38.
- CHESTMUTT, D.M.B. 1999: Effect of sward surface height on the performance of ewes and lambs continuously grazed on grass/clover and nitrogen fertilized swards. Grass and Forage Science, 47, pp. 70-80.
- DAVIES, D.A., HOPKINS, A. 2001: Production benefits of legumes in grassland. Legumes in Sustainable Farming Systems. Occasional Symposium of the British Grassland Society, 30, pp. 234-246.
- FRAME, J. 2002: Types of British Grassland: Overview. Improved Grassland Management. UK. pp. 1-10. ISBN 0852362463.
- KAŠPER, J. 2002: Sledovania vytrvalosti niektorých druhov tráv a ďateliny plazivej. Annual Report of GRI Banská Bystrica, s. 53-57.
- TITCHEN, N.M., PHILIPS, L. 1998: Environmental effect of legume based grassland systems. Legumes in Sustainable Farming Systems. Occasional Symposium of the British Grassland Society, 30, pp. 257-261.
- WOOD, M. 2001: Nitrogen fixation: how much and at what cost. Legumes in Sustainable Farming Systems. Occasional Symposium of the British Grassland Society, 30, pp. 26-35.

Podakovanie

Tento príspevok bol spracovaný s podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy APVV – 0098 – 12.

Kontaktná adresa:

Ing. Jozef Čunderlík, PhD.,
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica,
e-mail: cunderlik@vutphp.sk

Biodiverzita a kvalita trávnych porastov v rôznych environmentálnych podmienkach Slovenska

Grassland biodiversity and quality in different environmental condition of Slovakia

*Miriám Kizeková, Ľubica Jančová, Zuzana Dugátová, Jozef Čunderlík,
Radoslava Kanianska, Jarmila Makovníková*

Abstract

This study compares biodiversity, forage and nutritive quality of intensive pasture and extensive grasslands located in different environmental conditions of Slovakia. Results showed high biodiversity and medium forage value of grasslands located in natural parks Slovenský kras and Low Tatra Mts. Despite to the highest values of forage quality, nutritive value of intensive pasture was lower in autumn comparing to extensive grasslands. This could be related to the maturity and botanical composition of sward.

Keywords: grasslands, Shannon-Wiener index, forage quality, production, nutritive value

Úvod

V súčasnosti sa z dôvodu zachovania biologickej diverzity uprednostňuje extenzívny spôsob využívania trávnych porastov (Hopkins a Holz, 2006). V takýchto systémoch hospodárenia je výška a kvalita produkcie trávnych porastov silne ovplyvňovaná miestnymi pôdnymi a klimatickými podmienkami. Cieľom príspevku je porovnať produkciu, biodiverzitu, kýmnu a výživnú hodnotu rôznych typov trávnych porastov.

Materiál a metódy

Pre hodnotenie produkčných a kvalitatívnych parametrov trvalých trávnych porastov sme vybrali štyri lokality v rôznych pôdno-ekologických podmienkach Slovenska (tab. 1). V roku 2014 sme na každej lokalite analyzovali botanické zloženie v štyroch opakovaní na ploche 8 m² metódou projektívnej dominancie podľa Regala (1956) a určili priemerný počet rastlinných druhov. Na stanovenie druhovej diverzity sme použili Shannon-Wienerov index, ktorý sme vypočítali podľa vzorca $H' = - \sum p_i \ln(p_i)$, kde S je počet druhov a p_i je podiel individuálnej pokryvnosti vzhľadom na celkový súčet pokryvností v spoločenstve. Bonitáciu trávneho porastu sme vypočítali podľa vzorca $E_{GQ} = \sum (D \times FV) / 8$, kde D je pokryvnosť rastlinného druhu (%) a FV je kýmna hodnota rastlinného druhu (Novák, 2004).

Vzorky nadzemnej biomasy sme odobrali na jar a v jeseni zo štyroch bodov v tvare písmena Z (Hrivňáková a kol., 2011), pričom v každom bode sa odoberala vzorka z plochy 0,5 m x 0,5 m (Jakrlóvá, 1987). Obsah živín v biomase sme vykonali v laboratóriu NPPC - VÚTPHP Banská Bystrica v zmysle platných legislatívnych predpisov - Výnos MP SR č. 2145/2004-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom posudzovaní a hodnotení krmív, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 149/2/2003-100. Výživnú hodnotu vyjadrenú ukazovateľmi NEL a PDI sme vypočítali podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002-100.

Získané údaje sme vyhodnotili pomocou analýzy variancie (ANOVA) s následným testovaním rozdielov na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Pre celkové posúdenie vzájomných vzťahov medzi parametrami a faktormi boli použité matematicko-štatistické metódy z balíka Statitgraphic Centurion.

Tabuľka 1. Charakteristika lokalít.

Lokalita	Strážany	Medovarce	Čoltovo		Vikartovce
			úpätie svahu	vrchná časť svahu	
Okres	Michalovce	Krupina	Rožňava	Rožňava	Poprad
Geomorfologické členenie	Východo-slovenská pahorkatina	Krupinská planina	Slovenský kras		Nízke Tatry
Nadmorská výška (m)	121	151	352	357	945
Dlhodobý ročný priemer zrážok (mm)	559	606	620	620	950
Dlhoročný priemer denných teplôt (°C)	8,9	8,7	8,6	8,6	6,2
Agroklimatická oblasť	teplá				mierne chladná
Agroklimatický okrsok	T5 teplý, mierne suchý s chladnou zimou	T4 teplý, mierne suchý s miernou zimou	T7 teplý, mierne vlhký s chladnou zimou		C1 mierne chladný
Výrobná oblasť	kukuričná		zemiakárska		horská
Sklon svahu (°)	0	0	7	7	5
Pôdny typ	fluvizem		kambizem		rendzina
Pôdny druh	ílovitá	piesočnato-hlinitá		hlinitá	
Geologický substrát	fluviálne sedimenty		svahoviny s nekarbonátovým skeletom		vápence a dolomity
Využívanie trávneho porastu	intenzívny pasienok		jedna kosba, prepasenie		

Výsledky a diskusia

Najnižší počet rastlinných druhov (11) sme evidovali na intenzívnom pasienku v lokalite Strážany. Naopak trávne porasty s extenzívnym spôsobom využívania v Čoltove a Vikartovciach zaznamenali dvoj- až takmer trojnásobne vyšší počet rastlinných druhov (tabuľka 2), čo sa prejavilo aj na hodnote Shannon-Wienerovho indexu. V porovnaní s intenzívnym pasienkom v Strážanoch boli hodnoty Shannon-Wienerovho indexu v Čoltove o jeden stupeň vyššie ($H' = 2,66$, $H' = 2,72$).

Tabuľka 2. Priemerný počet rastlinných druhov, Shannon-Wienerov index a bonitácia trávnych porastov.

Parameter	Strážany	Medovarce	Čoltovo		Vikartovce
			úpätie svahu	vrchná časť svahu	
Počet rastlinných druhov	11	23	30	27	26
Shannon-Wienerov index (H')	1,54	2,42	2,66	2,72	2,57
Bonitácia trávnych porastov (E_{GO})	81,40	71,90	59,00	55,75	58,28

K podobným výsledkom dospeli autori Orth a kol. (2011), ktorí uvádzajú, že na extenzívne využívaných trávnych porastoch bola diverzita rastlinných druhov štatisticky preukazne vyššia v porovnaní s konvenčným intenzívnym využívaním. Z extenzívne využívaných trávnych porastov mal najnižší počet rastlinných druhov a hodnoty Shannon-Wienerovho indexu trávny porast v lokalite Medovarce (tabuľka 2). Rozdiely v druhovej pestrosti medzi extenzívnymi trávnymi porastmi môže byť spôsobený históriou využívania. Trávny porast v Medovarciach býval pravdepodobne využívaný intenzívnym spôsobom, vyšším zaťažením zvierat a dosievaním produkčných druhov. Naopak trávne porasty v Čoltove a vo Vikartovciach sa nachádzajú na územiach Národných parkov Slovenský kras a Nízke Tatry, kde sú stanovené podmienky využívania trávnych porastov opatreniami Programu rozvoja vidieka SR (MPRV, 2007) s cieľom zachovania biodiverzity trávnych porastov.

Na základe vypočítanej hodnoty bonitácie E_{GQ} sme mohli k hodnotným až veľmi hodnotným porastom zaradiť trávne porasty v Strážanoch a Medovarciach. Druhovo pestré trávne porasty v Čoltove a Vikartovciach patrili s hodnotami $E_{GQ} = 59,00$, $E_{GQ} = 55,75$, $E_{GQ} = 58,28$ k menej hodnotným až hodnotným trávny porastom. Naše výsledky sú v zhode s výsledkami autorov Hakrová a kol. (2015), ktorí zaznamenali štatisticky preukazné znižovanie bonitácie trávneho porastu so stúpajúcou druhovou pestrosťou.

Z hodnotených lokalít sa preukazuje vyššou produkciou v obidvoch odberoch vyznačovali trávne porasty v lokalitách Strážany, Medovarce a v Čoltove na trávnom poraste na úpätí svahu (Tabuľka 3). Pre lokality Medovarce a Čoltovo sú charakteristické priaznivé teplotné aj vlhkosťové podmienky, keďže v lokalite Medovarce sa trávny porast nachádzal na brehu rieky Štiavnica. V lokalite Čoltove išlo o spodnú časť svahu, kde dochádza vplyvom erózie k akumulácii živín. Tieto výsledky sú v súlade s tvrdeniami autorov (Gilmanov a kol. 2010; Wu a kol., 2013) ktorí uvádzajú, že produkciu trávnych porastov ovplyvňujú interné faktory trávnych ekosystémov ako sú pôda osobitne jej vlhkosťový režim, svetelné podmienky a externé faktory ako sú teplota ovzdušia a zrážky. V lokalite Strážany sa na vysokej produkcii sušiny podieľal intenzívny systém manažmentu v podobe pestovania šľachtených hodnotných druhov tráv. Naopak trávne porasty na vrchnej časti svahu v Čoltove a v horskej oblasti vo Vikartovciach dosiahli najnižšiu úrodu v obidvoch odberoch.

Tabuľka 3. Produkcia sušiny, obsah dusíkatých látok, vlákniny, NEL a PDI.

Odber	Parameter	Strážany Medovarce		Čoltovo		Vikartovce
				úpätie svahu	vrchná časť svahu	
jar	produkcia sušiny (g.m^{-2})	667,02 ^b	865,48 ^b	894,00 ^b	136,32 ^a	136,40 ^a
	dusíkaté látky (g.kg^{-1} sušiny)	130,38 ^b	91,98 ^a	163,44 ^c	125,23 ^b	108,09 ^{ab}
	vláknina (g.kg^{-1} sušiny)	277,36 ^{bc}	301,88 ^c	253,50 ^{ab}	246,51 ^c	260,89 ^{ab}
	NEL (MJ.kg^{-1} sušiny)	5,21 ^a	5,28 ^{ab}	5,24 ^{ab}	5,30 ^{ab}	5,31 ^b
	PDI (g.kg^{-1} sušiny)	75,54 ^c	57,33 ^a	82,16 ^c	75,98 ^c	66,22 ^b
jeseň	produkcia sušiny (g.m^{-2})	316,27 ^b	282,03 ^b	269,78 ^{ab}	197,16 ^{ab}	164,19 ^a
	dusíkaté látky (g.kg^{-1} sušiny)	93,77 ^a	93,45 ^a	106,94 ^{ab}	115,83 ^b	102,73 ^{ab}
	vláknina (g.kg^{-1} sušiny)	336,63 ^c	320,51 ^{bc}	309,73 ^{ab}	311,01 ^{ab}	293,70 ^a
	NEL (MJ.kg^{-1} sušiny)	5,20 ^{ab}	5,23 ^{bc}	5,13 ^a	5,22 ^{bc}	5,31 ^c
	PDI (g.kg^{-1} sušiny)	58,42 ^a	58,33 ^a	66,66 ^b	73,47 ^c	63,69 ^b

Pri hodnotení obsahu živín, výsledky chemických analýz ukázali, že štatisticky preukazne najnižší a pre zvieratá nedostatočný obsah dusíkatých látok v obidvoch odberoch dosiahol trávny porast v Medovarcoch. Naopak extenzívny trávny porast vo Vikartovciach sa vyznačoval štatisticky najvyššími hodnotami koncentrácie NEL (tabuľka 3). Kvalita dusíkatých látok vyjadrená ukazovateľom PDI bola pri všetkých porastoch nižšia v jesennom odbere. Jančovič a kol. (2005) uvádzajú, že optimálna hodnota PDI z hľadiska potrieb zvierat je 70 – 84 g.kg^{-1} sušiny. Z tabuľky 3 je zreteľné, že hodnotené trávne porasty nedosahovali v jesennom odbere optimálne hodnoty PDI okrem trávneho porastu v Čoltove. Pre intenzívny trávny porast v Strážanoch bola charakteristická nízka kvalita dusíkatých látok ($\text{PDI} = 58,42 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny) v jesennom odbere ako aj nízka koncentrácia NEL ($5,21 \text{ MJ.kg}^{-1}$ sušiny)

v obidvoch odberoch. Tento protiklad bol spôsobený termínom odberu trávnej biomasy ako aj rozdielnym botanickým zložením.

Záver

Výskum biodiverzity a kvality trávnych porastov na piatich lokalitách v rôznych environmentálnych podmienkach Slovenska ukázal, že intenzívny pasienkový porast sa vyznačoval nízkou biodiverzitou, ale aj nízkou kvalitou biomasy v jesennom odbere napriek najvyššej hodnote bonitácie trávneho porastu. Extenzívne využívané trávne porasty v národných parkoch sa vyznačovali najvyššou biodiverzitou, avšak kvalitatívne najlepšie hodnoty dosiahli len trávne porasty v Čoltove. Nízkou biodiverzitou ako aj nutrične nízkou hodnotu sme evidovali na trávnom poraste v Medovarciach.

PodĎakovanie

Príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-0098-12 Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb a rezortného projektu výskumu.

Literatúra:

- GILMANOV, T. G., AIRES, L., BARON, V. S., BELELLI, L., BERINGER, J. a kol. 2010. Productivity, respiration and light-response parameters of world grassland and agroecosystems derived from flux-tower measurements. In: Rangeland Ecol. Manag. roč. 63, s. 16-39.
- HAKROVÁ, P., NOVOTNÁ K., SÝKOROVÁ, Z., FRELICH, J. 2015. Ecological-agricultural perspective on the quality of pasture vegetation. In Journal of Central European Agriculture, roč. 16, č. 1, s. 225-234.
- HRIVŇÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., KOBZA, J. a kol.. 2011. Jednotné pracovné postupy rozborov pôd. Bratislava : VÚPOP. 145s.
- HOPKINS, A., HOLZ, B. 2006. Grassland for agriculture and nature conservation: production, quality and multi-functionality. In Agronomy Research, roč. 4, s. 3-20.
- JANČOVIČ, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, I. 2005. Krmoviny I. (Pestovanie poľných krmovín). Nitra : ÚVTIP. 100s.
- JAKRLOVÁ, J. 1987. Destruktivní stanovení nadzemní biomasy. In Rychnovská a kol. Metody studia travinných ekosystémů. Academia : Praha, s. 56-64.
- Ministerstvo pôdohospodárstva SR 2007. Program rozvoja vidieka Slovenskej republiky 2007 – 2013. 322s.
- NOVÁK, J. 2004. Hodnotenie kvality trávneho porastu. In Ekológia, roč. 23, č. 2, s. 127-143.
- ORTH, D., Gueringer, A., Landré, F., Balay, C. 2011. Grassland biodiversity n a mountainous PDO cheese are in France: do organic and cheese production systems provide higher biodiversity? In Grassland Science in Europe, roč. 16, s. 496-498.
- WU, F., DENG, X., YIN, F., YONGWEIN, Y. 2013. Projected Changes of Grassland Productivity along the Representative Concentration Pathways during 2010-2050 in China. In Advances in Metrology. Dostupné na : <http://dx.doi.org/10.1155/2013/812723>

Kontaktné adresy autorov

Ing. Miriam Kizeková, PhD., Ing. Jozef Čunderlík, PhD., Ing. Ľubica Jančová, Ing. Zuzana Dugátová,
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského
poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica,
e-mail: kizekova@vutphp.sk, cunderlik@vutphp.sk, luba.jancova@vutphp.sk, dugatova@vutphp.sk

Ing. Radoslava Kanianska, CSc.,

Fakulta prírodných vied, Katedra životného prostredia, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská
Bystrica, Radoslava,
e-mail: Kanianska@umb.sk

RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.,

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy,
Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, e-mail: j.makovnikova@vupop.sk

PRODUKCIA A OBSAH SILYMARÍNOVÉHO KOMPLEXU V PESTRECI MARIÁNSKOM (*SILYBUM MARIANUM* L. GAERTN.) PRODUCTION AND CONTENT OF SILYMARIN COMPLEX IN MILK THISTLE (*SILYBUM MARIANUM* L. GAERTN.)

Dana Luščáková, Miroslav Habán, Renáta Kobidová

Abstract: A field experiment was established and investigated during vegetation periods from 2012 to 2014 at the Dolná Malanta locality (Nitra district, Slovakia). The following parameters were measured: (1) yields of milk thistle (*Silybum marianum* [L.] Gaertn.) achenes, i.e. fruits, (2) content of silymarin in dry fruits. Factors of the experiment were as follows: (1) crop residues of cultivated pre-crop (no crop residues - K, with crop residues - R); (2) cultivation of freezing-out intercrop (no intercrop - B, with intercrop - M); (3) fertilization using artificial fertilizers (no fertilization - O, with fertilization - F); (4) year of cultivation (2012, 2013, 2014). The highest yields of milk thistle fruits was measured 745,0 kg.ha⁻¹ (year 2013, variant KMF). The highest content of silymarin complex in dry fruits of milk thistle was recorded 30,72 g.kg⁻¹ (year 2012, variant RBO).

Key words: yield, qualitative parameters, silymarin complex, milk thistle, flavonoids

Úvod

Liečivé rastliny majú v dnešnom ultramodernom svete významné postavenie. Čoraz viac ľudí obracia svoju pozornosť na prírodné liečivá, aby sa tak vyhli možným nežiaducim účinkom, vyplývajúcim z užívania liekov. Medzi najpoužívanejšie liečivé rastliny patrí aj pestrec mariánsky (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.), ktorého pestovateľské plochy narastajú na celom svete, vrátane Slovenskej republiky. Prípravky vo forme liekov a doplnkov výživy sa užívajú ako hepatoprotektíva. Ďalšie jeho prospešné účinky sú predmetom početných výskumov. Z tohto dôvodu je možné pestrec mariánsky označiť ako za liečivú rastlinu budúcnosti.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Pestrec mariánsky je jednoročná až dvojročná rastlina (ÇELİK & GÜRÜ, 2015, GRESTA 2007), pôvodná v oblasti Stredozemného mora, ktorá sa rozšírila do Európy, Ameriky a Austrálie (MALEKZADEH, et al., 2011), známa svojim indeterminantným rastom, ktorý zapríčiňuje nerovnomerné kvitnutie a dozrievanie semien (CARRIER et al., 2002). Hoci vykazuje vlastnosti, ktoré sú typické pre divo rastúce druhy, jeho produktivita plodov a biomasy je pozoruhodná (MARTINELLI et al., 2014). Je významným zdrojom flavonoidov (HABÁN & HABÁNOVÁ, 2011), hlavne flavonolignanov, ktoré sú farmaceuticky významné len v plode *Silybi mariani fructus*, pričom tvoria zmes viacerých diastereoizomérov štyroch izomérnych zlúčenín: silybín, izosilybín, silychristín, silydianín (NAGY et al., 2011). V nažkách pestreca je obsiahnutý silymarín, ktorý sa štandardizuje v extrakte (KŘEN & WALTEROVÁ, 2005), a obsahuje predovšetkým zložky silybín A a silybín B, ktoré sa vyznačujú antioxidačnými vlastnosťami (CORCHETE, 2008).

Silymarín sa storočia používa ako prírodný liek na liečbu ochorení pečene a žlčových ciest (FLORA et al., 1998). Používa sa aj v terapii pečene, obličiek, rakoviny, mozgu, srdcového svalu, cirhózy a otravy alkoholom, ako aj v liečbe otráv drogami a inými toxínmi (GAŽÁK et al., 2007), vrátane otráv spôsobených muchotrávkami z rodu *Amanita* (ZHOLOBENKO & MODRIANSKY, 2014). Účinky silybinínu sú testované v liečbe Alzheimerovej a Parkinsonovej choroby (MILIĆ et al., 2013). Pestrec mariánsky je rovnako zaujímavý aj vo výžive zvierat, ale vzhľadom na vysoký obsah frakcií lignínu v celulóze je vhodný len pre prežúvavcov (SADOWSKA et al., 2011).

Materiál a metódy

Pokusná plocha je situovaná na experimentálnej báze Dolná Malanta, v západnej časti Žitavskej pahorkatiny, ako samostatnej jednotky Podunajskej nížiny. V rámci územného agroklimatického členenia patrí lokalita do agroklimatickej oblasti teplej, podoblasti suchej a okrsku prevažne miernej zimy (ŠPÁNIK et al., 1996).

Vo viac faktorovom poľnom pokuse bola použitá metóda kolmo delených dielcov. Nažky boli zberané kombajnom v technologickej zrelosti. Hodnoteným kvantitatívnym prvkom úrody bola úroda nažiek (g.m^{-2}), po vysušení prepočítaná na úrodu Silybi mariani fructus (kg.ha^{-2}). Z kvalitatívnych parametrov sa analyzoval obsah silymarínového komplexu (g.kg^{-1}) v droge pestreca mariánskeho podľa metodického postupu, ktorý uvádza Spitzová (1990) na kvapalinovom chromatografe HPLC Waters Breeze na Katedre udržiavateľného poľnohospodárstva a herbológie FAPZ SPU v Nitre. Výsledky sa vyhodnocujú na základe porovnávacích štandardov (INA Method 115.000). V pokuse bola použitá česká, právne chránená odroda 'Silyb', povolená od roku 1987. Cieľným šľachtením sa dosiahlo zvýšenie obsahu silybínu nad 2% a zníženie obsahu silydianínu (SPITZOVÁ, 1991). Semená sa vyznačujú klíčivosťou na úrovni 95% (SPITZOVÁ, 1984).

Výsledky a diskusia

V roku 2012 úrody nažiek pestreca mariánskeho dosahovali na variantoch bez pozberových zvyškov hodnoty od $312,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (KMO - s medziplodinou, bez hnojenia) do $623,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (KBF - bez medziplodiny, s hnojením priemyselnými hnojivami). Vo variantoch bez zapracovania pozberových zvyškov, boli zistené úrody od $344,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (RBO - bez medziplodiny, bez použitia priemyselných hnojív) do $589,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (RBF - s medziplodinou, s hnojením priemyselnými hnojivami).

V druhom experimentálnom roku boli zistené úrody na variantoch bez pozberových zvyškov od $437,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (KBO - bez medziplodiny, bez hnojenia priemyselnými hnojivami) do $745,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (KMF - s medziplodinou, s hnojením priemyselnými hnojivami). Na variantoch, kde boli zapracované pozberové zvyšky do pôdy boli zistené úrody od $556,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (RMO - s medziplodinou, bez hnojenia priemyselnými hnojivami) do $715,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (RMF - s medziplodinou, s hnojením priemyselnými hnojivami).

Tabuľka 1. Priemerné úrody pestreca mariánskeho pri vlhkosti nažiek 14% v rokoch 2012 - 2014 a ich štatistické vyhodnotenie.

POZBEROVÉ ZVÝŠKY	MEDZIPLODINA	HNOJENIE	2012 C	2013 A	2014 B
-	-	+	(kg.ha ⁻¹)		
bez pozberových zvyškov (K)	bez medziplodiny	bez priem. hnojív (O)	486	437,0	502,0
	(B)	s priem.hnojivami (F)	623	621,0	627,0
	s medziplodinou	bez priem. hnojív (O)	312	513,0	379,0
s pozberovými zvyškami (R)	(M)	s priem.hnojivami (F)	462	745,0	493,0
	bez medziplodiny	bez priem. hnojív (O)	344	657,0	536,0
	(B)	s priem.hnojivami (F)	589	576,0	658,0
	s medziplodinou	bez priem. hnojív (O)	514	556,0	441,0
	(M)	s priem.hnojivami (F)	507	715,0	584,0

Pozn. Testy kontrastov vyhodnotené Tukeyovým testom ($p \leq 0,01$).

V roku 2014 boli zistené nasledovné hodnoty úrody nažiek pestreca mariánskeho. Na variantoch bez pozberových zvyškov od $379,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (KMO - s medziplodinou, bez hnojenia priemyselnými hnojivami) do $627,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (KBF - bez medziplodiny, s hnojením priemyselnými hnojivami). Na variantoch, kde boli zapracované pozberové zvyšky do pôdy boli zistené úrody od $441,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (RMO - s medziplodinou, bez hnojenia priemyselnými hnojivami) do $658,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ (RBF - bez medziplodiny, s hnojením priemyselnými hnojivami).

Štatistickým testovaním jednotlivých faktorov sa potvrdil vysoko preukazný vplyv ročníka, vysoko preukazný vplyv hnojenia a nepreukazné vplyvy sejby medziplodiny a zapracovania pozberových zvyškov. Úroda v roku 2013 bola štatisticky vysoko preukazne rozdielna od ostatných dvoch sledovaných rokov. Medzi rokmi 2012 a 2014 bol preukazný rozdiel, pričom najnižšia úroda bola nameraná v roku 2012. V pokusoch bol zistený štatisticky preukazný rozdiel medzi variantmi bez hnojenia s použitím hnojív. Varianty s použitím hnojenia preukázali vyššiu úrodnosť.

Najvyšší obsah silymarínu v nažkách bol preukázaný v roku 2012: od 20,70 g.kg⁻¹ na hnojenom variante, bez medziplodiny, bez pozberových zvyškov (KBF) do 30,75 g.kg⁻¹ na nehnojenom variante, s pozberovými zvyškami a s medziplodinou (RMO). V tomto roku bola najvyššia koncentrácia silymarínu na nehnojených variantoch s pozberovými zvyškami (30,75 a 30,72 g.kg⁻¹) a na nehnojených variantoch bez pozberových zvyškov (24,58 a 20,77 g.kg⁻¹) v porovnaní s obsahom silymarínu v nažkách zberaných z hnojených variantov s pozberovými zvyškami (29,92 a 30,34 g.kg⁻¹) a hnojených variantov bez pozberových zvyškov (21,52 a 20,70 g.kg⁻¹). V rokoch 2013 a 2014 nebol preukázaný rozdiel medzi dosiahnutými obsahmi silymarínu v droge (tab. 2).

Tabuľka 2. Obsah silymarínového komplexu v druhu pestrec mariánsky v rokoch 2012-2014 a štatistické vyhodnotenie.

POZBEROVÉ ZVÝŠKY	MEDZIPLODINA	HNOJENIE	2012 A	2013 B	2014 B
-	-	-	(g.kg ⁻¹)		
bez pozberových zvyškov (K)	bez medziplodiny (B)	bez priem. hnojív (O)	24,58	19,74	13,30
		s priem.hnojivami (F)	20,70	17,20	15,65
	s medziplodinou (M)	bez priem. hnojív (O)	20,77	16,15	13,19
		s priem.hnojivami (F)	21,52	18,29	13,63
s pozberovými zvyškami (R)	bez medziplodiny (B)	bez priem. hnojív (O)	30,72	23,65	17,40
		s priem.hnojivami (F)	29,92	25,41	20,30
	s medziplodinou (M)	bez priem. hnojív (O)	30,75	22,42	16,16
		s priem.hnojivami (F)	30,34	23,30	14,98

Pozn. Testy kontrastov vyhodnotené Tukeyovým testom ($p \leq 0,01$).

Štatistickým testovaním jednotlivých faktorov bol zistený vysoko preukazný vplyv ročníka na obsah silymarínu v droge. Ostatné skúmané faktory: hnojenie, medziplodina a pozberové zvyšky nemali štatisticky preukazný vplyv na obsah silymarínu. Najvyššia úroda bola dosiahnutá v roku 2012, ktorá bola štatisticky vysoko preukazne odlišná od ostatných ročníkov (2013, 2014). Medzi rokmi 2013 a 2014 nebol potvrdený štatistický rozdiel.

Andrzejewska a Skinder (2006) hodnotili úrodový potenciál pestreca mariánskeho, ktorý bol pestovaný počas vegetačných rokov 2003 až 2005 na experimentálnej stanici v Mochelku (Bydgoszcz). Úrody dosiahnuté na variantoch s rôznymi termínmi sejby boli v roku 2003 od 693 do 1 190 kg. kg.ha⁻¹ a v pestovateľských rokoch 2004 a 2005 od 1 496 do 1 732 kg.ha⁻¹, čo sú vyššie úrody v porovnaní s výsledkami dosiahnutými na lokalite Dolná Malanta, kde sme v rokoch 2012 až 2014 dosiahli úrody od 286,5 kg.ha⁻¹ (2012) do 738 kg.ha⁻¹ (2013).

Habán (2005) uvádza nasledovné úrody dosiahnuté v dvojročnom experimente (2004 - 2005) na Dolnej Malante: priemerné úrody nažiek v roku 2004 kolísali v intervale od 232,9 kg.ha⁻¹ (RMF variant- s pozberovými zvyškami, s medziplodinou, s hnojením priemyselnými hnojivami) do 794,5 kg.ha⁻¹ (variant KBF- bez pozberových zvyškov, bez medziplodiny, s aplikáciou priemyselných hnojív). V roku 2005 sa výška úrod pohybovala na úrovni od 554 kg.ha⁻¹ (RMO variant- so zapracovaním pozberových zvyškov, s medziplodinou, bez hnojenia priemyselnými hnojivami) do 1480 kg.ha⁻¹ (RBO variant- so zapracovaním pozberových zvyškov, bez medziplodiny a bez použitia priemyselných hnojív). Úroda pestreca mariánskeho v roku 2006, ktorú analyzovali Habán a Otepka (2006) dosiahla hodnoty od

1425,6 kg.ha⁻¹ (RBO variant- bez medziplodiny, bez použitia priemyselných hnojív) do 1832,0 kg.ha⁻¹ (KBF variant- bez pozberových zvyškov, bez medziplodiny, s aplikovaním priemyselných hnojív).

Produkcia silymarínu získaná z pestovateľských plôch teplej agroklimatickej makrooblasti na lokalite dolná Malanta bola 4,99 až 17,62 kg.ha⁻¹, pričom Andrzejewska et al. (2011) uvádza vyššiu produkciu silymarínu (13,3 - 35,4 kg.ha⁻¹).

Habán et al. (2010) tiež sledovali celkovú úrodu silymarínového komplexu počas vegetačných rokov 2006 - 2009. Celková úroda dosiahnutá v sledovaných variantoch kolísala v rozmedzí od 3,67kg.ha⁻¹ (KMO variant, 2009- bez pozberových zvyškov, s medziplodinou, bez použitia priemyselných hnojív) do 24,62 kg.ha⁻¹ (KMO variant, 2006- bez pozberových zvyškov, s medziplodinou, bez použitia priemyselných hnojív).

Rozdiely v produkcii silymarínu je možné odôvodniť rozdielnymi ekogeografickými podmienkami, ako aj odlišnými odrodami. Variabilitu obsahu silymarínového komplexu analyzovali Spitzová a Starý (1985), ktorí v závislosti od pôvodu osiva potvrdili geneticky podmienenú premenlivosť jednotlivých zložiek silymarínového komplexu.

Dosiahnuté úrody pestreca mariánskeho v rámci overovania vplyvu pozberových zvyškov, plodiny a hnojenia korešpondujú so závermi uvedených autorov.

Záver

Úrodovo najproduktívnejším rokom bol vegetačný rok 2013, kedy bola dosiahnutá vyššia priemerná úroda na variantoch s pozberovými zvyškami v porovnaní s úrodou na variantoch, kde neboli zapracované pozberové zvyšky. V tomto vegetačnom roku bola dosiahnutá najvyššia hektárová úroda 745,0 kg.ha⁻¹. Najmenej produktívnym z hľadiska úrody *Silybum marianum* počas celého pokusného obdobia bol vegetačný rok 2012. Na základe dosiahnutých výsledkov sa odporúča pokračovať vo výskume produkčných parametrov úrody pestreca mariánskeho v nasledujúcich pestovateľských obdobiach.

Literatúra

- ANDRZEJEWSKA, J. – SADOWSKA, K. – MIELCAREK, S., 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavonoid content of the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) on light soil in a moderate climat. In *Industrial Crops and Products*, vol. 33, 2011, pp. 462-468
- ANDRZEJEWSKA, J. – SKINDER, Z., 2006. Yield and quality of raw material of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) grown in monoculture and in crop rotation. Part 1. Reaction of milk thistle to the sowing date. In: *Herba Pol.*, roč. 52, 2006, č. 4, s. 11 - 17.
- CARRIER, J. D. – CROWE, T. – SOKHANSANJ, S. – WAHAB, J. – BARL, B., 2002. Flower head development and associated marker compound profile. In *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, vol. 10 (1), 2002, pp. 65 – 74.
- ÇELİK, H. T. – GÜRÜ, M., 2015. Extraction of oil and silybin compounds from milk thistle seeds using supercritical carbon dioxide. In *Journal of Supercritical Fluids* (2015)
- CORCHETE, P. 2008. *Silybum marianum* (L.) Gaertn.: the source of silymarin. In K.G. Ramawat, J.m. Merillon (Eds.), *Bioactive molecules and Medicinal Plants*, pp. 124 – 148.
- GAŽÁK, R. – WALTEROVÁ, D. – KREN, V., 2007. Silybin and silymarin – new and emerging applications in medicine. In *Current medicinal Chemistry*, vol. 14, 2007, pp. 315 – 338.
- GRETA, F. – AVOLA, G. – GUARNACCIA, P., 2007. Agronomic characterization of some spontaneous genotypes of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) in Mediterranean environment. In *Herb Specis Med. Plants*, 52: 51 -60
- HABÁN, M., 2005. Hodnotenie úrody pestreca mariánskeho (*Silybum marianum* L. Gaertn.) pestovaného v agroekologických podmienkach Žitavskej pahorkatiny. In *Realizáciou vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu* (Zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Piešťany VÚRV; Michalovce: Ústav agroekológie, 2005. 390 s. ISBN 80-88790-40-9.
- HABÁN, M. – OTEPKA, P. – KOBIDA, Ľ. – HABÁNOVÁ, M., 2009. Production and quality of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) cultivated in cultural conditions of warm agri-climatic macroregion. In *Hort. Sci. (Prague)*, 2009, roč. 36, č. 2, s. 69-74, ISSN 1221-5279

- HABÁN, M. – HABÁNOVÁ, M. – OTEPKA, P. – KOBIDA, L., 2010. Milk thistle (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.) cultivated in polyfunctional crop rotation and its evaluation. In *Research Journal of Agricultural Science*, Vol. 42, 2010, No. 1, pp. 111-117.
- HABÁN, M. – HABÁNOVÁ, M., 2011. Antioxidanty v rastlinných materiáloch z prírodných zdrojov a agroekologických podmienok. Vedecká monografia. SPU v Nitre. 106 s. ISBN 978-80-552-0544-1.
- KŘEN, V. – WALTEROVÁ, D., 2005. Silybin and silymarin - new effects and applications. In *Biomed. Papers*, Vol. 149 (1), 2005, pp. 29 - 41.
- MALEKZADEH, M. – MIRMAZLOUM, S. I. – ANGUORANI, H. R. – MORTAZAVI, S. N. – PANAHI, M., 2011. The physicochemical properties and oil constituents of milk thistle (*Silybum marianum* Gaertn. cv. Budakalászi) under drought stress. In *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 5 (8), 2011, pp. 1485 - 1488.
- MARTINELLI, T. – ANDRZEJEWSKA, J. – SALIS, M. – SULAS, L., 2014. Phenological growth stages of *Silybum marianum* according to the extended BBCH scale. In *Ann Appl Biol*, 166 (2015), pp. 53-66. ISSN 0003-4746
- MILIĆ, N. – MILOŠEVIĆ, N. – SUVAJADŽIĆ, L. – ŽARKOV, M. – ABENAVOLI, L., 2013. New therapeutic potentials of Milk thistle (*Silybum marianum*). In *Natural product Communications*, vol. 8, 2013, pp. 1801 – 1810.
- NAGY, M. – GRANČAI, D. – MUČAJI, P., 2011. *Farmakognózia*. Biogenéza prírodných látok. I. vyd. Bratislava : UK a Osveta Martin, 240 s. ISBN 978-80-8063-368-4
- SADOWSKA, K. – ANDRZEJEWSKA, J. – WOPAJ-JANCZAK, M., 2011. Effect of weather and agrotechnical conditions on the content of nutrients in the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.). In *Acta Sci. Pol., Horturum Cultus*, vol. 10 (3), 2011, pp. 197 – 207.
- SPITZOVÁ, I., 1984. Klíčivost, průběh a rychlost klíčení semen ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.). In *Záhradnictví*, roč. 11, 1984, č. 4, s. 322 - 329.
- SPITZOVÁ, I., 1990. Šlechťení ostrpestřce mariánského, *Silybum marianum* (L.) Gaertn. In *Českoslov. Farm.*, roč. 39, 1990, č. 7, str. 327 -329
- SPITZOVÁ, I., 1991. Kultivar Silyb, nová surovina farmaceutického průmyslu. In *Živa*, 1991, č.4, s. 116 - 117.
- SPITZOVÁ, I. – STARÝ, F., 1985. Obsah a lokalizace flavonolignanů u ostropestřce mariánského (*Silybum marianum* /L./ Gaertn.) v průběhu ontogeneze. In *Záhradnictví*, roč. 12, 1985, s. 301-307.
- ŠPÁNIK, F. – REPA, Š. – ŠIŠKA, B., 1996. *Klimatické a fenologické pomery Nitry*. (1961 - 1990). Nitra : VES SPU, 1996. 62s.
- ZHOLOBENKO, A. – MODRIANSKY, M., 2014. Silymarin and its constituents in cardiac preconditioning. In *Fitoterapia*, vol. 97, 2014, pp. 122 – 132.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol na základe finančnej podpory projektu VEGA č. 1/0544/13: Výskum agroenvironmentálnych indikátorov udržateľnosti a produkčnej schopnosti agroekosystému pri diverzifikácii osevného postupu v podmienkach meniacej sa klímy [The research of agrienvironmental indicators of sustainability and production capability of agroecosystem by diversification of crop rotation pattern in changing climate].

Kontaktné adresy:

Ing. Dana Luščáková, Ing. Renáta Kobidová, PhD.,
Katedra udržateľného poľnohospodárstva a herbológie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: xluscakova@is.uniag.sk, Renata.Kobidova@uniag.sk
doc. Ing. Miroslav Habán, PhD.,
Univerzita Komenského, Farmaceutická fakulta, Katedra farmakognózie a botaniky, ul. Odbojárov 10, 832 32 Bratislava,
e-mail: Miroslav.Haban@uniag.sk

KVANTIFIKÁCIA SUKESIE V OPUSTENOM TRÁVNOM PORASTE QUANTIFICATION OF SUCCESSION IN AN ABANDONED GRASSLAND

Norbert Britaňák, Ľubomír Hanzes, Iveta Ilavská

Abstract: Ecosystem of permanent grassland represents the “crossroad” between arable land (agro-ecosystem) and forest vegetation (biome of temperate forest). Approximately 40% of grassland area is not used and there are in various stages of succession. Using TLA method, we evaluated the succession stages under different management on botanical composition of abandoned grassland. The results were compared with non-used control treatment. TLA values did not explain adequately the course of succession. So we have added TLA to the additivity of functional groups. Moreover, the Pearson correlation coefficient was added. We gained unique tool that quantifies the course of succession and also it informs us about changes in botanical composition under succession are desirable or not.

Keywords: abandoned grassland, botanical composition, Pearson correlation coefficient, successional change, time-lag analysis

Úvod

Trvalé trávne porasty predstavujú ekosystém na „križovatke“ medzi ornou pôdou (agroekosystém – bióm kultúrnej stepi) a lesnou vegetáciou (lesný bióm mierneho pásma). Približne 40% ich výmery sa nevyužíva a nachádzajú sa v rôznych štádiách sukcesie. Pomocou TLA metódy sme hodnotili sukcesné prejavy rôznych pratotechnických zásahov na botanické zloženie opusteného trávneho porastu. Výsledky sa porovnávali s nevyužívanou kontrolou. Hodnoty Tla nevysvetľovali priebeh sukcesie dostatočne, preto sme TLA podľa agrobotanických skupín a dodali k tomu korelačný koeficient. Získali sme tak unikátny nástroj, ktorý kvantifikuje priebeh sukcesie a zároveň hovorí o tom, či je tento priebeh žiadúci alebo nie je.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Trávne porasty predstavujú významný prvok lesopolnohospodárskej krajiny. V krajinnom priestore s podieľajú na plnení rôznych funkcií. Produkčná funkcia spočíva vo vytváraní medziproduktu pre priamu výživu hospodárskych zvierat, čím sa nepriamo spotrebujú v humánnej výžive a priemysle. Mimoprodukčná funkcia trávnych porastov súvisí s ekologickým a environmentálnym pôsobením, prejavujúca sa v kvalitatívnej a kvantitatívnej ochrane vody a pôdy, v zachovávaní vysokej diverzity rastlinných a živočíšnych organizmov. Rekreačným, turistickým a športovým využívaním pomáhajú vytvoriť pestrú obytnú a kultúrnu, druhovo bohatú a geneticky rozmanitú krajinu s možnosťou rastu a vývoja všetkých živých organizmov. Multifunkčnosť trávnych porastov väzí v nekrmovinárskom využití trávnej hmoty, poskytovaním liečivých a medonosných bylín, plodov a úžitkového dreva nelesnej drevinovej vegetácie.

V podmienkach Strednej Európy je väčšina trávnych porastov sekundárnym spoločenstvom, závislým na ľudskej činnosti (Jančovič a Vozár 2004). Trávne porasty, ako nové ekosystémy, naštartoval a udržiava človek, ale príroda ich podriadila svojim zákonitostiam. Vzniknuté ekosystémy nie sú teda prírodné, ale ani odprírodnené, sú to ekosystémy poloprírodné, založené z divo rastúcich druhov (Ružičková a Kalivoda 2007). Trávne porasty patria k druhovo najbohatším terestrickým ekosystémom. Predstavujú najvyššiu diverzitu rastlinných druhov na poľnohospodárskej pôde (Fiala 2002, Jančovič a Vozár 2004).

Materiál a metódy

V horskej výrobnnej oblasti severného Slovenska, v katastri obce Liptovská Teplička, v nadmorskej výške 990 m, sme sledovali vplyv pratotechnických operácií na vývoj floristického zloženia, v približne 15 rokov opustenom trávnom poraste. Opustený trávny porast sa nachádza v alúviu rieky Čierny Váh, na pôdnom type organozem, ktorá mala kyslú pôdu reakciu (pH = 5,04); veľmi dobrú zásobu humus (54,84 g.kg⁻¹), avšak nízke koncentrácie rastlinám dostupných foriem fosforu (22,00 mg.kg⁻¹) a draslíka (77,55 mg.kg⁻¹). Porastu dominovali rastliny zo skupiny ostatných lúčnych a pasienkových bylín (*Achillea millefolium*, *Alchemilla xanthochlora*, *Cruciata leavipes* a *Hypericum perforatum*) a celkovo pozostával zo 41 druhov rastlín. Do tohto počtu sa nezapočítavali dreviny: *Picea abies* a *Alnus glutinosa*, ktoré predstavovali sukcesnú fázu: nálet drevín. V čase založenia experimentu sa oba tieto druhy, ako malé stromčeky, v poraste vyskytovali ohniskovo.

Počas rokov 2006-2009 sme sledovali vplyv jednej kosby ročne (variant 2), dvoch kosieb za rok (variant 3) a mulčovania raz ročne (variant 4) na floristické zloženie. Získané údaje sa porovnávali s bez zásahovou kontrolou (variant 1). Botanické snímky sa vykonávali metódou redukovanej projektívnej dominancie a slúžili ak podklad na výpočet priebehu sukcesie metódou TLA (time-lag analysis – Collins et al. 2000), t.j. pomocou smernice regresie (*b*) a Pearsonovho korelačného koeficientu. *b* sme vypočítali pomocou príkazu SLOPE v Exceli, kde známe *x* je suma euklidovských vzdialeností [$ED = (\sum (x_{ij} - x_{ik})^2)^{1/2}$, kde *x_{ij}* je pokryvnosť *i*-teho druhu v snímke *j* a *x_{ik}* je pokryvnosť *i*-teho druhu v snímke *k* pre celkový počet druhov. Všetky hodnoty *x*.. boli transformované pomocou Hellingerovej transformácie (Legendre and Gallagher 2001) ($N'_{ij} = (N_{ij}/\sum N_{+1})^{1/2}$] a známe *y* je $a^{1/2}$, kde *a* je časový interval (v rokoch) medzi porovnávanými snímkami.

Výsledky a diskusia

Výsledky sukcesných zmien v opustenom trávnom poraste sú uvedené v tabuľke 1. Najmenšia, resp. najpomalšia sukcesná zmena sa zaznamenala na jednokosnom variante. Uvedené je matematicko-štatistickým dokladom toho, že na udržiavanie poľnohospodárskej krajiny stačí malé množstvo dodatkovej energie (Rychnovská et al., 1985).

Tabuľka 1. Hodnoty smerníc regresíi botanického zloženia – kvantifikácia sukcesie na opustenom trávnom poraste pri rôznych spôsoboch obhospodarovania a aditivita hlavných agrobotanických skupín.

Variant	<i>b</i>	<i>b</i> _{Lipnicovité}	<i>b</i> _{Bôbovité}	<i>b</i> _{OLB}
Kontrola - Opustený	0,1627	-0,0091	0,0019	0,1699
	<i>r</i>	-0,09	0,47	0,04
	<i>P</i>	0,86	0,33	0,93
Jednokosný	0,1192	0,0506	-0,0244	0,0929
	<i>r</i>	0,35	0,05	-0,54
	<i>P</i>	0,49	0,93	0,27
Dvojkosný	0,2352	0,1682	-0,0004	0,0674
	<i>r</i>	0,08	0,65	-0,29
	<i>P</i>	0,87	0,20	0,57
Mulčovaný	0,2587	0,1158	-0,0361	0,1790
	<i>r</i>	0,83	-0,03	-0,94
	<i>P</i>	0,0426	0,95	0,0059

b – sklon smernice; *r* – Pearsonov korelačný koeficient; *P* – p-hodnota

Kontrolný, nevyužívaný variant mal druhú najnižšiu smernicu regresie. Znamená to, že sukcesná zmena prebieha pomaly. Dvojkosný i mulčovaný variant mali vysoký tento

ukazovateľ, čo poukazuje na výrazné zmeny botanického zloženia prebiehajúce v trávnom poraste.

Opisom každej hodnoty jednotlivých pratotechnických zásahov uvedených v stĺpci TLA tabuľky 1 by mohla byť téma sukcesia, resp. jej kvantifikácie na opustenom trávnom poraste ukončená. Čo je však mať potrebné na pamäti je to, že trávny porast poskytuje produkciu, ktorá je vždy len medziproduktom, ktorý sa musí zužitkovať v živočíšnej výrobe. A na to, aby bola konverzia čo najúčinnnejšia musí mať určité zloženie. Aj preto sa komponenty tvoriace jeho botanické zloženie zoskupujú do hlavných floristických skupín: lipnicovité, bôbovité a ostatné, buď lúčne, alebo pasienkové byliny (na základe prevažujúceho dlhodobého obhospodarovania). Takéto zoskupenie jednotlivých druhov do funkčných skupín vytvára funkčnú diverzitu, ktorá môže byť ďalej analyzovaná. Keďže TLA predstavujú sumu všetkých druhov, ich zaradenie do funkčných skupín, by malo byť zohľadnené v aditivite TLA, t.j. $TLA_{PORAST} = TLA_{LIP} + TLA_{BÔB} + TLA_{OLB}$ (Britaňák et al. 2015). A keďže najvyššie sukcesné zmeny podstupovali varianty dvojkosný a mulčovaný, nemožno predpokladať, že sa najrýchlejšie približujú k lesným formáciám, ktoré sú klimaxovou vegetáciou mierneho pásma Európy. Naopak, predpokladáme, že aspoň niektorá z funkčných skupín bude vykazovať zápornú smernicu regresie, t.j. bude podstupovať zmenu k vývojovo mladším štádiám sukcesie. Aditívny rozklad je uvedený v tabuľke 1. Z týchto hodnôt vyplýva, že len floristická skupina bôbových druhov v dôsledku zavedenia rôznych pratotechnických opatrení má negatívnu smernicu regresie, t.j. preukazuje spätnú sukcesiu.

Ani aditívny rozklad však nedostatočne neodzrkadľuje zmeny, ktoré by dali jednotlivým pratotechnickým zásahom uniformitu. Preto sme sa rozhodli na dané funkčné zloženie aplikovať korelácie. TLA analýza prostredníctvom Euklidovských vzdialeností a v ich rámci Hellingerové transformácie, i regresia vyžadujú, aby pôvodné údaje boli spracované/transformované druhou odmocninou. Týmto spôsobom sa v štatistickom súbore znižuje extrémne zošikmenie sprava. Preto sme na pôvodné údaje, o tom ako sa mení pokryvnosť v hlavných agrobotanických skupinách s postupujúcim časom, aplikovali Pearsonov korelačný koeficient. Pretože výsledné hodnoty sú málokedy signifikantné, z oboch ukazovateľov, TLA aj korelačných koeficientov, sme vyabstrahovali len pozitívne alebo negatívne znamienka. Výsledok je uvedený v tabuľke 2 a ich vzájomná kombinácia ponúka možnosť jedinečného zoskupenia jednotlivých pratotechnických zásahov. Bez ohľadu na to či sa porast kosí raz alebo dvakrát ročne, oba ukazovatele pri funkčných skupinách majú rovnaký prejav. A tento prejav odlišuje kosné varianty, buď od neobhospodarovanej kontroly, alebo od mulčovaného variantu. Pritom mulčovanie je takmer pravým opakom nevyužívania trávneho porastu.

Tabuľka 2. Výsledné znamienka pri kombinácii TLA analýzy a korelačného koeficienta odzrkadľujúce zmeny botanického zloženia v dôsledku rôznych pratotechnických zásahov.

Variant	Lipnicovité	Bôbovité	OLB
Kontrola	-(-)	+(+)	+(+)
Jednokosný	+(+)	-(+)	+(-)
Dvojkosný	+(+)	-(+)	+(-)
Mulčovaný	+(+)	-(-)	+(-)

OLB – ostatné lúčne byliny; prvé znamienko je pozitívny alebo negatívny sklon regresie TLA; znamienko v zátvorke je pozitívna alebo negatívna korelácia

Z poľnohospodárskeho aspektu je sukcesná zmena v prípade lipnicovitých žiadaná – napríklad dochádza k zmene od dominancie výbežkatých tráv k voľne trsnatým, až trsnatým (Maloch 1952). Zároveň v porastoch stúpa ich pokryvnosť. Bôbovité, ktorých TLA je negatívna však pre poľnohospodárov znamená, že tieto dusík fixujúce rastliny sú pionierskymi rastlinami, a preto sú aj žiadúce. Navyše s časom ich zastúpenie v porastoch

rástlo. TLA bôbových na mulčovanom variante je negatívna, pričom aj korelačných koeficient je záporný. Z uvedeného možno dedukovať to, že táto agrobotanická skupina vykazuje spätnú sukcesiu, avšak ich podiel v poraste klesá. Pričom možno hodnotiť efekt tejto pratotechnickej operácie na bôbovitú zložku v poraste za negatívny. Na neobhospodarovanom kontrolnom variante pokles lipnicovitých druhov, aj ich negatívna sukcesná zmena, a naopak pozitívny rozvoj ostatných bylín znamená, že takouto kombináciou oboch ukazovateľov môžeme popísať negatívne biotické podmienky, ktoré vytvárajú možnosti aj na prienik stromov a tým konverziu poľnohospodárskej kultúr trvalé trávne porasty na lesy.

Tabuľka 3. Vývoj plôch trvalých trávnych porastov na základe ÚGKK a ŠÚ SR (tisíce ha).

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ÚGKK	881,1	881,3	880,9	880,9	879,9	878,5	876,5	874,2	871,3	868,1
ŠÚ SR	514,5	524,1	535,5	528,5	531,6	523,6	513,0	518,2	514,9	513,7
Rozdiel	366,6	357,1	345,3	352,4	348,3	354,9	363,5	356,0	356,4	354,4
%	41,6	40,5	39,2	40,0	39,6	40,4	41,5	40,7	40,9	40,8

V riadku „Rozdiel“ môžu byť diferencie z dôvodu matematických pravidiel zaokrúhľovania

O tom, že situácia je aktuálna a páľčivá, hovoria aj údaje uvedené v tabuľke 3, z ktorých vyplýva, že približne 40% výmery trávnych porastov sa nevyužíva. A ak sa monitoruje botanické zloženie potom na základe uvedeného prístupu možno konať spôsobom, aby nedochádzalo k degradácii leso-poľnohospodárskej krajiny.

Záver

V predloženom príspevku hodnotíme, pomocou analýzy časového oneskorenia (TLA) a korelačného koeficienta, sukcesné zmeny v opustenom trávnom poraste. Z výsledkov TLA vyplýva, že zavedenie jednej kosby na opustenom trávnom poraste stabilizuje spoločenstvo trvalého trávneho porastu (najnižšia pozitívna hodnota TLA). Varianty dvoch kosieb ročne a mulčovania raz ročne majú TLA hodnoty veľmi vysoké a poskytujú tak informácie o reorganizácii druhového zloženia porastu. Nevieme však či je táto sukcesia priaznivá alebo nie. Absencia manažmentu na kontrolnom variante zasa poukazuje na to, že spoločenstvo smeruje ku klimaxu.

Preto ak sa metóda TLA rozčlení na jednotlivé agrobotanické zložky a spojí s korelačným koeficientom vznikne unikátna kombinácia pre jednotlivé spôsoby obhospodarovania. Pritom tento prístup môže byť podporným mechanizmom pre decíznu sféru ako pristúpiť k hospodáreniu.

Ďalším krokom vo výskume môže byť aplikácia TLA metódy na eudominanté a dominantné druhy pretože dominantné druhy sú rovnako málo početné (bez ohľadu na ich pokryvnosť) ako zriedkavé (náhodné druhy (Gaston 2000).

Literatúra

- Britaňák N., Hanzes Ľ., Ilavská I. 2015. Floristické zloženie, sukcesné prejavy, kvalitatívna i kvantitatívna podobnosť nevyužívaného trávneho porastu v porovnaní s využívaním kosbou raz ročne. *Lúkarstvo a pasienkarstvo na Slovensku* 2015, 9: 15-20
- Collins S.L., Micheli F., Hartt L. 2000. A method to determine rates and patterns of variability in ecological communities. *OIKOS* 2000, 91: 285-293
- Fiala J. 2002. Současné systémy obhospodarování travních porostů. *Úroda* 2002, 50: 9-11
- Jančovič J., Vozár Ľ. 2004. Čo s TTP, ktoré sa nevyužívajú na kŕmne účely. *Naše Pole* 2004, 8: 24-25
- Gaston K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 2000, 405: 220-227
- Legendre P., Gallagher E.D., 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 2001, 129: 271-280
- Maloch M. 1952. Krmovinnáštvo I. (Lúkarstvo a pasienkarstvo. Základy náuky o pestovaní lúk a pasienkov). Oráč: Roľnícke vydavateľstvo, Bratislava 1952, 447 s.

- Rúžičková H., Kalivoda H. 2007. Kvetnaté lúky: Prírodné bohatstvo Slovenska. Veda, Bratislava 2009, 136 s. ISBN 978-80-224-0953-7
- Rychnovská M., Balátová-Tuláčková E., Úlehlová B., Pelikán J. 1985. Ekologie lučných porostů. Academia, Praha 1985, 292 s.

Kontaktné adresy:

Ing. Norbert Britaňák, PhD., Mgr. Ľubomír Hanzes, PhD., Ing. Iveta Ilavská, PhD.,
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského
poľnohospodárstva – Regionálne výskumné pracovisko Poprad, ul. SNP 2, 058 01 Poprad,
e-mail: brinor@isternet.sk, hanzes@isternet.sk, ilavskai@isternet.sk

VYUŽITIE REAL TIME PCR NA AUTENTIFIKÁCIU POKRMOV Z JELENIEHO MÄSA USE OF REAL TIME PCR FOR DISHES AUTHENTICATION MADE FROM DEER MEAT

Ľubomír Belej, Alica Bobková, Jozef Golian, Lenka Maršáľková,

Abstract: This paper work investigated the presence of deer meat in 10 selected dishes samples. For species identification of meat Real - Time PCR method with SYBR Green I application has been used. From 10 dishes samples were two samples counterfeit. Because of its selectivity and sensitivity has Real - Time PCR become an important checking tool for the food in laboratories. Real Time PCR offers high potential in detecting the adulteration of meat. In addition it is saving the time and costs and reduces the risk of cross contamination. Therefore it is very suitable as a tool for regulation, and also in the food industry for the detection of venison meat.

Keywords : traceability, deer meat, DNA, Real- Time PCR

Úvod

V súčasnosti patrí vysledovateľnosť potravín medzi najdôležitejšie prvky systému manažérstva bezpečnosti potravín vo všetkých organizáciách zaoberajúcich sa výrobou potravín. Potravinárske podniky musia mať stále k dispozícii informácie o tom, kde sú vyrobené produkty a z čoho boli vyrobené. Systém vysledovateľnosti musí byť vypracovaný tak, aby sa tieto informácie dali získať čo najrýchlejšie. Tento systém slúži aj na ochranu zdravia a života samotného spotrebiteľa (Čapla et al., 2008).

Identifikácia organizmov je nevyhnutnosťou pre zabezpečenie vysokých štandardov kvality pre potravinársky priemysel a trh (Myers, 2011).

Jelenie mäso je veľmi chudé mäso, schopné udržať vlhkosť v priebehu varenia, smaženia, grilovania a ďalších spôsoboch prípravy jedál v gastronómii, čo je nesmierne dôležité pre kvalitu mäsa (Young et al., 2001).

V porovnaní s mäsom jatočných zvierat má bohatšie prekrvenú svalovinu a podstatne odlišné zloženie svalových vlákien. Svalové vlákna sú veľmi jemné, kratšie a obsahujú menej tukového tkaniva, najmä tuku uloženého v medzibunkových priestoroch (Habánová, 2006).

Z dôvodu svojej selektívnosti a citlivosti Real Time PCR sa stal dôležitým nástrojom kontroly potravín v laboratóriách. V súčasnej dobe, Real Time PCR je veľmi vhodný pre použitie ako regulačný nástroj, ale aj v potravinárskom priemysle pre detekciu falšovania zveriny (Druml et al., 2015).

Spotrebitelia porovnávajú jelenie mäso so štandardnými komerčnými produkciami hovädzieho, bravčového mäsa, alebo hydiny aj z etického hľadiska a usúdili, že ak sa zvieratá pasú vo voľnom výbehu je to k nim viac šetrné. Z tohto dôvodu má zverina nízky obsah tuku, priaznivé tukové kompozície, a zvýšený minerálny obsah. Je to produkt spĺňajúci väčšinu kritérií na mäso (napr. nutričného zloženia a etická kvalita), ktoré požadujú náročnejší spotrebitelia (Hoffman et al., 2006).

Material a metodika

Na analýzu potvrdenia deklarovaného druhového zastúpenia mäsa sme použili 10 pokrmov (Tab. 1) zakúpených v zariadeniach spoločného stravovania v Slovenskej republike. Vzorky boli odoberané v rozmedzí rokov 2012-2014 v Nitre, Štrbskom plese a Ladzanoch. Odber vzoriek prebiehal odkrojením cca 10 g vzorky mäsa a jej uložením do skúmavky. Vzorky boli skladované v mrazničke pri teplote -18°C až do konečnej analýzy.

Tabuľka 1. Rozdelenie vzoriek pokrmov.

Číslo vzorky	Názov pokrmu	Miesto odberu
1	Jelení guláš	Reštaurácia Nitra
2.	Jelení guláš	Stánkový predaj Ladzany
3.	Jelenie medailóniky	Stánkový predaj Ladzany
4.	Jelení guláš	Reštaurácia Štrbské pleso
5.	Jelení guláš	Reštaurácia Štrbské pleso
6.	Jelenia sviečková	Reštaurácia Nitra
7.	Jelenie ragú	Reštaurácia Nitra
8.	Jelenie ragú	Reštaurácia Nitra
9.	Jelenie stehno	Reštaurácia Nitra
10.	Jelenie stehno	Reštaurácia Nitra

Izolácia DNA zo vzoriek

Na izoláciu sme použili 1000 µl lyzačného roztoku ktorý sme napipetovali do Eppendorfovej skúmavky s objemom 1 500 µl. Následne sme zo vzoriek pokrmov odobrali vzorku s veľkosťou 3 mm a umiestnili sme ju do Eppendorfovej skúmavky. Vzorku sme zhomogenizovali jednorazovým miešadlom a vortexovaním 1 minútu. Takto zhomogenizovanú vzorku sme vložili do centrifúgy na 1 minútu pri 12 000 otáčkach. Následne sme pridali li 3 µl enzýmu proteináza K, ktorý zabezpečí štiepenie histónových bielkovín naviazaných na štruktúru DNA. Vzorky sme umiestnili do inkubátora na 90 minút pri teplote 65 °C . Po tejto dobe sme zvýšili teplotu na 95°C a vzorky inkubovali po dobu 20 minút. Takto získaný bunkový lyzát sme uchovávali v mrazničke pri teplote -18°C.

Primerové sekvencie

Primery použité v práci boli navrhnuté (Fajardo et al., 2008) na druhovú identifikáciu jelenieho mäsa. (Tab 2)

Tabuľka 2. Dĺžka a popis sekvencií primerov (Fajardo et al., 2008).

Primery	Dĺžka (bp)	Sekvencia (5'-3')	Popis	Veľkosť(bp)
12SCEQFW	32	CAAAAACATATAACGAAAGTA ACTTTCCGACC	<i>Cervus eplaphus</i>	134
12SCEQREV	28	AGTACTCTGGCGAATAGTTTTG TCTGCA	<i>Cervus eplaphus</i>	134

Príprava mastermixu a priebeh reakcie

Analýza prebiehala v kapilárovom cykléri LightCycler® 1.5 (Roche) použitím softvéru LightCycler software version 4.05 (Roche) podľa nasledujúcich krokov.

1.Predhrievanie 120s pri teplote 50 °C. 2. Následne prebiehalo 40 cyklov s týmto teplotným a časovým profilom: 15 sekúnd pri 95 °C, 60 sekúnd pri 60 °C.

Výsledky a diskusia

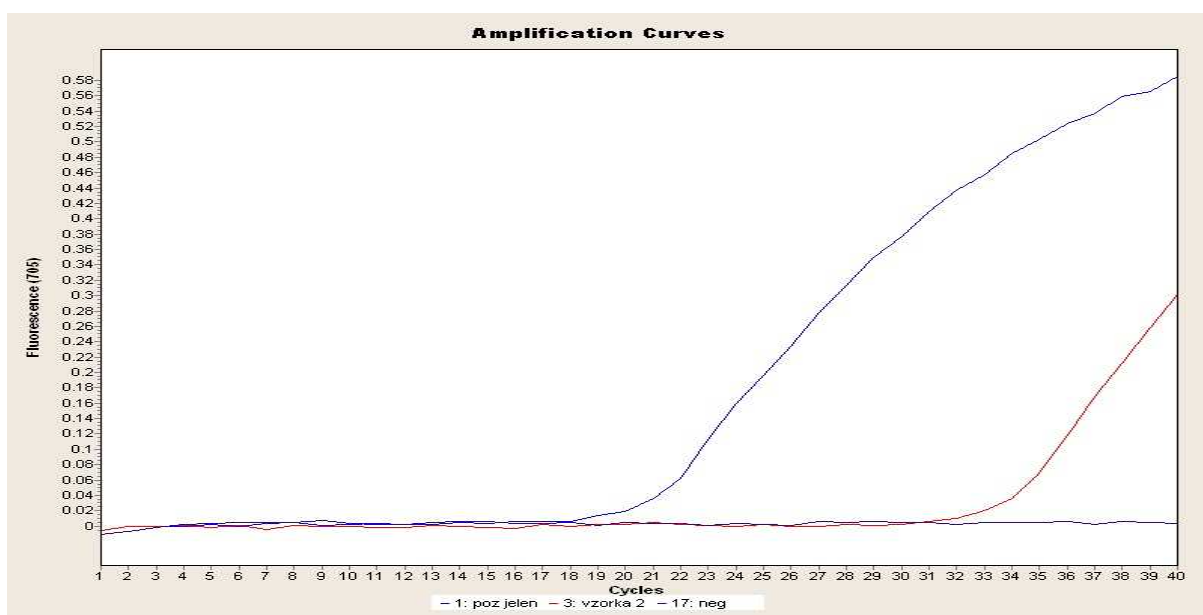
Fluorescenčné sondy a farbiva sa v rámci Real Time PCR používajú na monitorovanie každého cyklu PCR. Počas jednotlivých cyklov sa sledovaný produkt hromadí natoľko, že zvyšuje fluorescencia nad pozadím. Hodnota kedy fluorescencia prekročí hodnotu pozadia je definovaná ako druhé odvozené maximum krivky a koreluje s hodnotou začiatočného množstva kópií vnútri PCR reakcie. V sledovaných pokrmoch

sme u dvoch vzoriek vzorky č.2 a vzorky č. 3 zistili iné hodnoty C_p v porovnaní s pozitívnou kontrolnou vzorkou jelenieho mäsa. Ostatných osem vzoriek bolo z deklarovaného mäsa.

Tabuľka 3. Použitá reakčná zmes.

Číslo označenia v sklade	Komponenty PCR reakcie	Koncentrácia	Objem jednej vzory (μ l)	Objem 10 vzoriek (μ l)
126	CYBR H ₂ O		7	70.00
232	GoTaq qPCR mix	1x	12.5	125.00
275	Reddeer-F	0,5 pmol. μ l ⁻¹	1.25	12,50
274	Reddeer-R)	0,5 pmol. μ l ⁻¹	1.25	12,50
	DNA		3	30
Σ			25	250

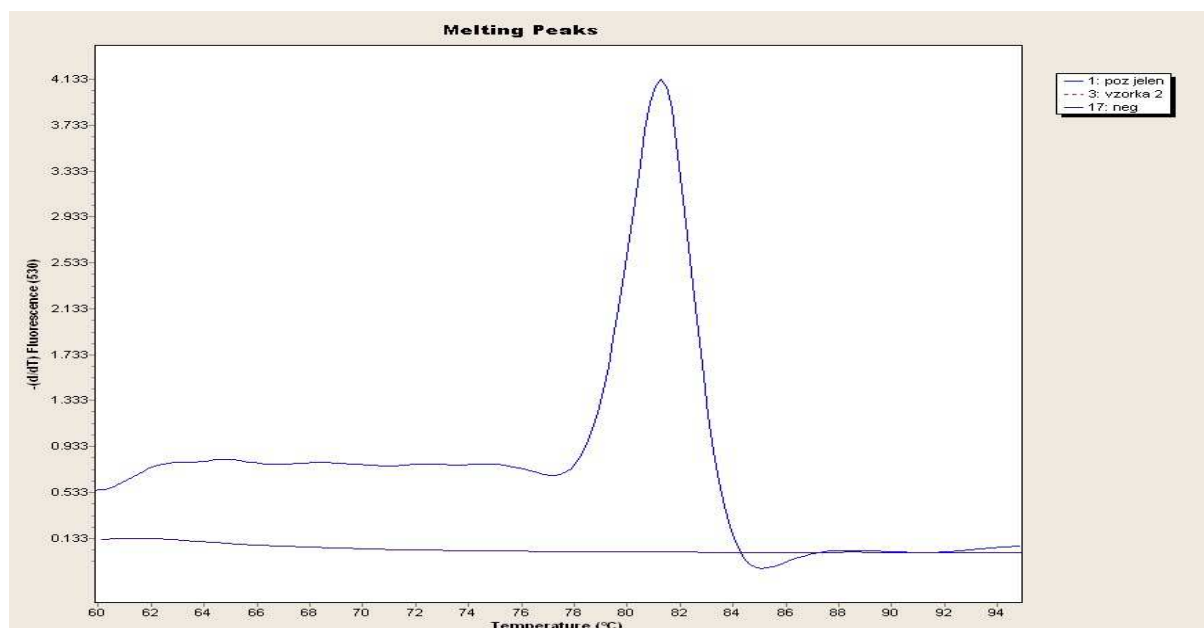
Vzorka č. 2 pokrm Jelení guláš zakúpený bola hodnota C_p = 32,96. V porovnaní s pozitívnou vzorkou ktorá mala hodnotu C_p = 19,62, môžeme konštatovať že sa vytvoril nešpecifický produkt. Teda deklarovaný jelení guláš nieje z jelenieho mäsa. (obr.1) Túto skutočnosť sme potvrdili aj sledovaním krivky topenia kedy porovnaním pozitívnej vzorky s analyzovanou vzorkou sa nevytvoril špecifický produkt (obr. 2).



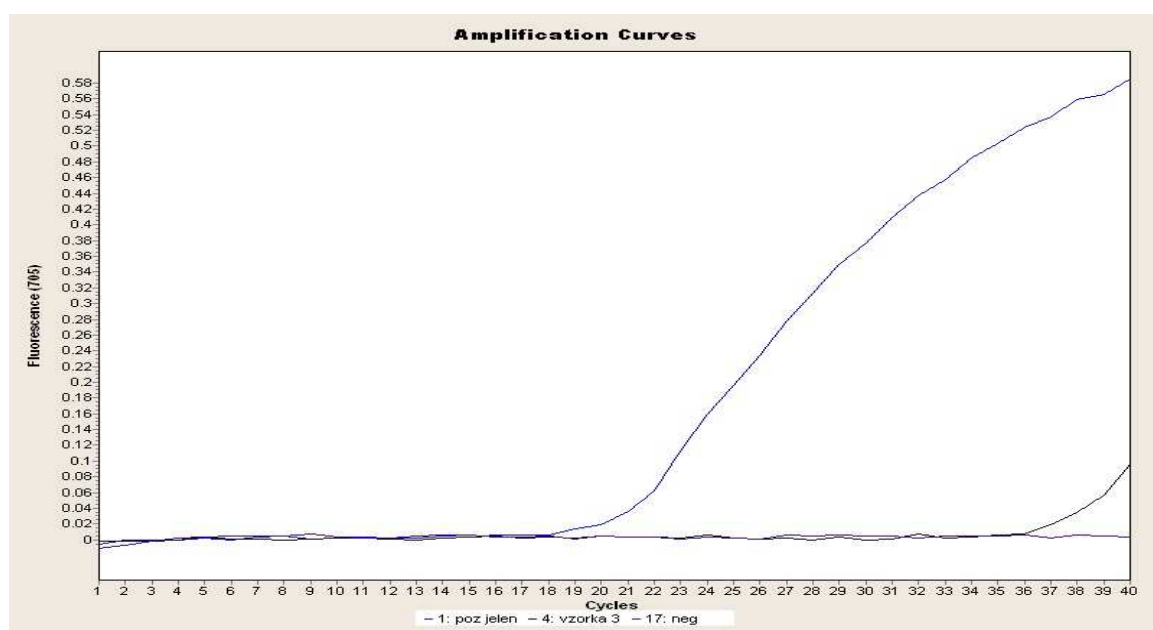
Obr. 1. Amplifikačné krivky vzorky č. 2.

Podobné výsledky sme zaznamenali aj pri vzorke č. 3 získanej z toho istého stánku na spoločenskej akcii v Ladzanoch ktorá bola deklarovaná ako Jelenie medajloniky sme tak isto analýzou amplifikačných kriviek a krivky topenia zistili nezhody v druhovom zastúpení deklarovaného mäsa. Pri analýze amplifikačných kriviek (obr. 3) sme zistili hodnotu C_p = >35

Pri analýze kriviek topenia sme opäť zistili vytvorenie nešpecifického produktu (obr. 4). Vieme potvrdiť že sledovaný pokrm ktorý bol deklarovaný ako vyrobený z jelenieho mäsa je iného druhu.

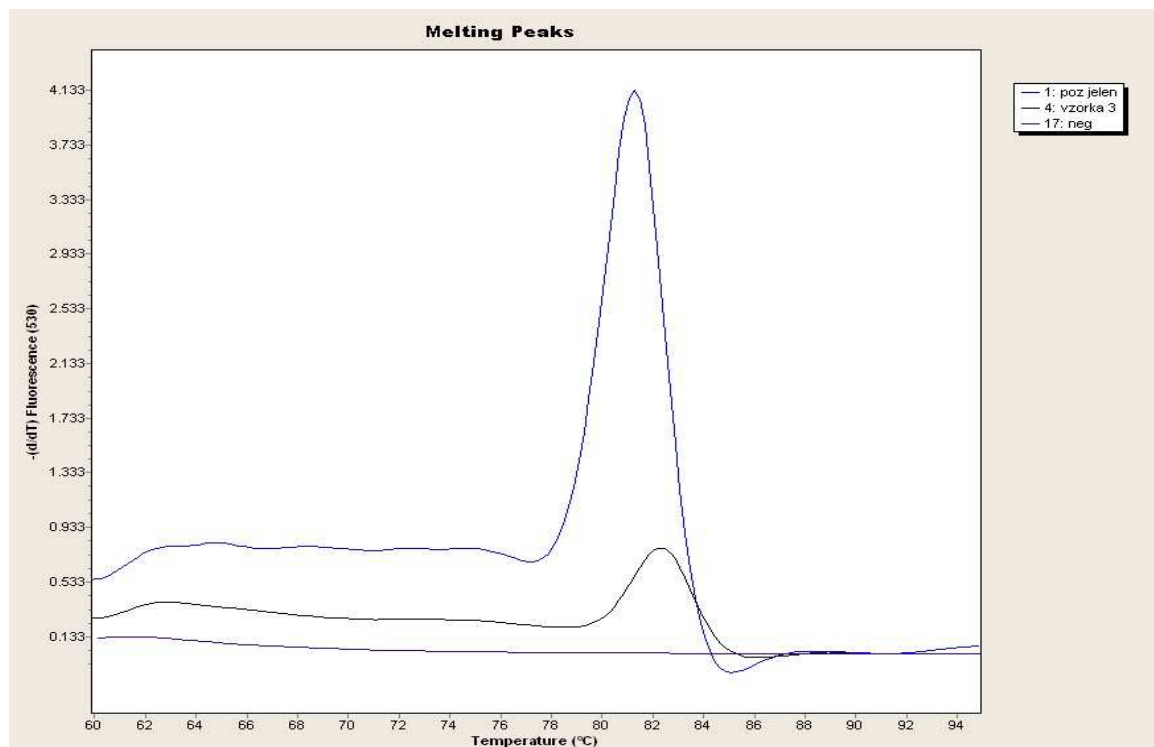


Obr. 2. Sledovanie kriviek topenia vzorky č. 2



Obr. 3. Amplifikačné krivky vzorky č. 3.

You et al., (2013) sa vo svojej práci zaoberali metódou multiplex Real-Time PCR pre identifikáciu jeleňov a spoločných domácich druhov, vrátane hovädzieho dobytku, kôz, koní, oslov, ošípaných, a kuracieho mäsa. Páry primerov na konkrétne druhy boli navrhnuté a použité na výrobu rôznych veľkostí fragmentov DNA s rôznymi hodnotami teplôt topenia (T_m). Špecifickosť a citlivosť týchto párov primerov sa potvrdí pomocou analýzy simplex Real - Time PCR.



Obr. 4. Krivky topenia vzorky č. 3

Záver

Real-Time PCR sme využili pre detekciu prítomnosti jelenieho mäsa v pokrmoch zariadeniach spoločného stravovania. Vzorky sme získali zo zariadení spoločného stravovania na Slovensku. Analýzu sme robili pomocou špecifických primerov a potvrdzovali sme deklarovaný druh mäsa. Výsledkom bolo, že z desiatich vzoriek ktoré sú deklarované ako jelenie, sú iného druhu. Z výsledkov vyplýva, že je nevyhnutné kontrolovať bezpečnosť a kvalitu potravín, čo sa dosiahne sledovaním potravín na všetkých stupňoch výroby pretože niektoré potraviny môžu predstavovať špecifické nebezpečenstvá pre zdravie ľudí a ich falšovaním môže dôjsť k zdravotným rizikám u konzumentov.

Literatúra

- DRUML, B. - MARKL, M. C. - MAYER, W. - HOCHEGGER, R. 2008. (submitted for publication). Development and validation of a TaqMan real-time PCR assay for the identification and quantification of roe deer (*Capreolus capreolus*) in food to detect food adulteration. Food Chem. ENGL (2008). European Network of GMO Laboratories. Definition of Minimum Performance Requirements for Analytical Methods of GMO Testing.
- DRUML, B. - GRANDITS, S. - MAYER, W. - HOCHEGGE, R. - MARKL, M. C. 2015. Authenticity control of game meat products – A single method to detect and quantify adulteration of fallow deer (*Dama dama*), red deer (*Cervus elaphus*) and sika deer (*Cervus nippon*) by real-time PCR. In *Food Chemistry* 170 (1) 2015 pp. 508-517
- ČAPLA, J. – GOLIAN, J. - ZAJAC, P. 2008. Požiadavky na systém sledovateľnosti potravín a krmív. In *Potravinárstvo*, roč. 2, 2008, č. 1, s. 15-17.
- FAJARDO, V. - LÓPOEZ - CALLEJA, I. - GONZÁLEZ, I. - MARTÍN, I. - ROJAS, M. - PAVÓN, M. A. - HERNÁNDEZ, P. E. - GARCÍA, T. - MARTÍN, R. 2008b. Real-time PCR for detection and quantification of red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*), and roe deer (*Capreolus capreolus*) in meat mixtures. In *Meat Science*, 79 (2), pp.289–298.
- HABANOVÁ, M. 2006. Úprava potravín a stravovanie. Nitra : SPU, 2006. 196 s. ISBN 80 – 8069 – 695 – 0.
- HOFFMAN, L.C. – WIKLUND, E. 2006. Game and venison–meat for the modern consumer. In *Meat Science*. 74, 2006, pp. 197–208.
- MYERS, M. J. 2011. Molecular identification of animal species in food: Transition from research laboratories to the regulatory laboratories. In *Veterinary Journal*, 190, pp.7–8.

- YOU, J. - HUANG, L. - ZHUANG, J. - MOU, Z. 2013. Species-specific multiplex real-time PCR assay for identification of deer and common domestic animals. In *Food Science and Biotechnology*. 23, (1), 2013, pp 133-139.
- YOUNG, O. – WEST, J. 2001. Meat colour. In: *Y.H. Hui, W.K. Nip, R. Rogers, and O. Young, editors, Meat science and applications*, Marcel Dekker, New York, NY. p. 39.

Pod'akovanie

Práca bola podporená projektom VEGA 1/0316/15 Aplikácia molekulárno-genetických metód a pyrosekvenovania pre autentifikáciu, identifikáciu a výsledovateľnosť mäsa a jeho náhrad

Kontaktné adresy:

Ing. Ľubomír Belej, PhD.,

Katedra bezpečnosti a kontroly potravín, Fakulta biotechnologie a potravinárstva, Slovenska poľnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,

e-mail: lubomír.belej@uniag.sk

Ing. Alica Bobková, PhD.,

Katedra bezpečnosti a kontroly potravín, Fakulta biotechnologie a potravinárstva, Slovenska poľnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,

e-mail: alica.bobková@uniag.sk

prof. Ing. Jozef Golian, Dr.,

Katedra bezpečnosti a kontroly potravín, Fakulta biotechnologie a potravinárstva, Slovenska poľnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,

e-mail: jozef.golian@uniag.sk

Ing. Lenka Maršáľková, PhD.,

Katedra bezpečnosti a kontroly potravín, Fakulta biotechnologie a potravinárstva, Slovenska poľnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,

e-mail: lenka.marsalkova@uniag.sk

INKLÚZIA PROBIOTÍK VO VÝŽIVE SLIEPOK A ICH VPLYV NA VYBRANÉ BIOCHEMICKÉ PARAMETRE KRVI INCLUSION OF PROBIOTICS IN HEN'S DIET AND THEIR EFFECT ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD

Marcela Capcarová, Anna Kalafová, Cyril Hrnčár, Henrieta Arpášová, Peter Haščík

Abstract: The aim of present study was to evaluate the functional efficiency of probiotic preparation on selected blood biochemical parameters of ISA Brown hens. The experiment was conducted on laying hens in age of 17 weeks. Laying hens were divided into two groups, one control group (n=6) and one experimental group (n=6). Experimental hens received a probiotic preparation in the feed mixture in the dose of 500 g.t⁻¹. Probiotic preparation (Prochema, Geschäftsbereich Agro, Wien, Austria) consisted of freeze-dried cultures. Blood was obtained from *vena basilica* and samples were collected into tubes for biochemical analysis. Biochemical parameters of mineral profile (calcium, phosphorus, magnesium, sodium, potassium, chlorides), energetic profile (plasma total cholesterol, triglycerides, total proteins, bilirubin, glucose), and activities of serum liver enzymes (aspartate aminotransferase AST, alanine aminotransferase ALT, alkaline phosphatase ALP) were analysed using Ecoline kits and a semi-automated clinical chemistry analyser Microlab 300 (Vilaf Scientific, Dieren, The Netherlands) according to manufacturer instructions. In the first blood collection of the experimental group the concentration of cholesterol was significantly reduced in comparison with the control group. There was a significant decrease of triglycerides content ($P < 0.05$) in both blood collections of the experimental group. The rest of selected parameters of lipid metabolism, mineral metabolism and activities of liver enzymes showed no significant effect of probiotics ($P > 0.05$). Probiotics are suitable as feed supplement, because there were no negative effects on substance metabolism confirmed.

Keywords: probiotics, laying hens, blood biochemistry, cholesterol

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Termín probiotikum sa používa na označenie produktov, ktoré obsahujú živé mikroorganizmy, priaznivo ovplyvňujú črevnú mikrobiotiku hostiteľa a majú vplyv na gastrointestinálny, respiračný alebo urogenitálny trakt (Ferenčík et al., 2002). Probiotiká môžu stimulovať chuť k jedlu; zlepšiť črevnú mikrobiálnu rovnováhu a procesy trávenia v črevnom prostredí a vstrebávanie živín. Tiež inhibujú rast niektorých patogénov, ktoré produkujú toxické látky. Mechanizmy, ktorými pôvodné črevné baktérie inhibujú rast patogénov, zahŕňajú kolonizáciu miesta, súťaž o živiny, produkciu toxických látok alebo stimuláciu imunitného systému. Tieto mechanizmy nie sú vzájomne podmienené a inhibícia môže obsahovať jeden, viac alebo všetky z týchto mechanizmov (Patterson a Burkholder, 2003). Mechanizmus inhibičného účinku probiotík voči patogénom môže byť sprostredkovaný produkciou antibakteriálnych látok, kompetíciou o živiny, kompetíciou o receptory na črevnej sliznici a taktiež stimuláciou imunity (Ng et al., 2009). V hydinovom priemysle stále narastá využívanie probiotických kultúr (Torres- Rodriguez et al., 2007). Aplikáciou probiotických prípravkov v rámci prevencie sa zlepšuje využitie živín z krmiva a tým aj pozitívne vplýva na životné prostredie (Capcarová et al., 2009). Cameron a Carter (1992) zistili, že aplikácia probiotického prípravku spôsobila zníženie prejavu salmonelózovej infekcie kurčiat.

Cieľom práce bolo sledovať vplyv probiotického prípravku na vybrané krvné biochemické parametre znáškového hybridu ISA Brown.

Materiál a metódy

Experiment zahŕňal sledovanie vplyvu probiotického prípravku na báze *Lactobacillus bulgaricus* LAT 187, *L. acidophilus* LAT 180, *L. helveticus* LAT 179, *L. delbrueckii* ssp. *Lactis* LAT 182, *Streptococcus thermophilus* LAT 205, *Enterococcus faecium* E-253 s koncentráciou 5.10^9 (CFU LAB) živých organizmov v 1 grame pridaného do krmnej zmesi na minerálny, tukový metabolizmus a aktivitu pečenej enzýmov znáškového hybridu ISA Brown.

Experiment bol realizovaný na nosniciach vo veku 17 týždňov, hybridu ISA Brown (n=12). Nosnice boli kŕmené zmesou HYD 10 (Tabuľka 1). Zvieratá boli umiestnené v zariadených klietkach; model AGK 200/616 v súlade s európskou smernicou 1999/74 ES. Sličky boli zdravé a ich stav bol posúdený ako dobrý na začiatku experimentu. Podmienky starostlivosti o zvieratá, manipulácii a použití zodpovedali pravidlám etickej komisie. Starostlivosť a použitie zvierat a experimentálnych zariadení splnili požiadavky na realizovanie pokusu na živých organizmoch (Štátna veterinárna a potravinová správa Slovenskej republiky, č. Ro 397/09-221/3a).

Tabuľka 1. Deklarované akostné znaky kŕmnej zmesi HYD 10.

Ukazovatele kvality		KKZ HYD- 10	
ME	min.	11,5	MJ.kg ⁻¹
popoloviny		160	
vláknina	max.	60	
hrubý proteín		153	
lyzín		7	
metionín a cysteín		6	
-z toho metionín		3,5	(g.kg ⁻¹)
kyselina linolová	min.	15	
vápnik		28- 45	
fosfor		5	
sodík		1,2- 2,5	
mangán		40 mg.kg ⁻¹	
železo		40 mg.kg ⁻¹	
meď		4 mg.kg ⁻¹	
zinok		60	
vitamín A	min.	5333 mg.kg ⁻¹	(mg.kg ⁻¹)
vitamín B ₂		4 mg.kg ⁻¹	
vitamín B ₁₂		0,01 mg.kg ⁻¹	
vitamín D ₃		1066 mg.kg ⁻¹	
vitamín E		10 mg.kg ⁻¹	

min.- minimálne, max.- maximálne, KKZ- kompletná krvná zmes

Veľkosť priestoru pre jedno zviera bolo 943,2 cm². Krmivo a voda boli zabezpečené *ad libitum*. Nosnice boli držané v štandardných bioklimatických podmienkach. Teplota a vlhkosť vzduchu bola riadená automatickým zariadením HDL TRH-D/LP (Hivus s.r.o., Žilina, Slovenská republika). Zvieratá boli rozdelené do dvoch skupín, jedna kontrolná skupina (n=6) a druhá experimentálna (n=6). Experimentálne obdobie trvalo 7,5 mesiaca. Experimentálnej skupine nosníc bolo podávané krmivo obohatené o probiotický prípravok (Prochema, Geschäftsbereich Agro, Viedeň, Rakúsko) v dávke 500 g.t⁻¹. Probiotický preparát obsahoval lyofilizované kultúry: *Lactobacillus bulgaricus* LAT 187, *L. acidophilus* LAT 180, *L. helveticus* LAT 179, *L. delbrueckii* ssp. *Lactis* LAT 182, *Streptococcus thermophilus* LAT 205, *Enterococcus faecium* E-253 s koncentráciou 5.10⁹ (CFU LAB) živých organizmov v 1 grame. Nosniciam kontrolnej skupiny sa probiotický prípravok nepodával. Zvieratám bola odoberaná krv z krídlovej žily (*vena basilica*) a vzorky boli odoberané do skúmaviek pre biochemickú analýzu. Odber krvi sa realizoval dvakrát, v 25. a 48. týždni veku nosníc. Krvné sérum sa oddelilo z celkovej krvi centrifugáciou pri otáčkach 3000/min po dobu 30 minút. Biochemické parametre minerálneho profilu (vápnik, fosfor, horčík, sodík, draslík, chloridy), energetického profilu (celkový cholesterol, triacylglyceroly, celkové bielkoviny, bilirubín,

glukóza) a aktivita pečeneových enzýmov v sére (aspartátaminotransferáza AST, alanínaminotransferáza ALT, alkalická fosfatáza ALP) boli analyzované využitím setov rady Ecoline a polo-automatického biochemického analyzátora Microlab 300 (Vilaf Scientific, Dieren, Holandsko) podľa pokynov výrobcu.

Na vykonanie štatistickej analýzy bol použitý Sigma Plot 9,0 (Jandel, Corte Madera, USA). T-test bol použitý pre výpočet základnej štatistickej charakteristiky a pre určenie signifikantných rozdielov medzi experimentálnou a kontrolnou skupinou. Údaje boli uvedené ako priemer a smerodajná odchýlka. Rozdiely boli porovnané pre štatistickú významnosť na hladine $P < 0,05$.

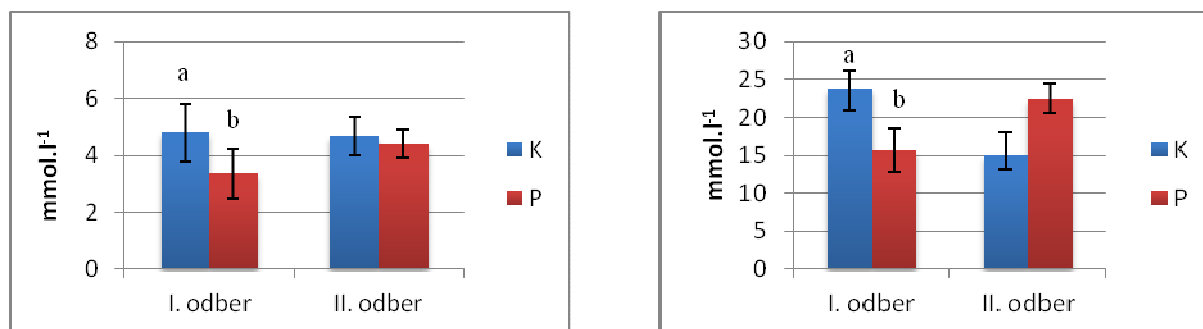
Výsledky a diskusia

Po aplikácii probiotického preparátu sme sledovali zmeny koncentrácie minerálnych prvkov v krvnom sére nosníc. Pri prvom odbere krvi v pokusnej skupine s prídavkom probiotického prípravku sme zistili nižší obsah vápnika, fosforu a draslíka a vyšší obsah horčíka, sodíka a chloridov v porovnaní s kontrolnou skupinou, ale bez signifikantného rozdielu ($P > 0,05$). V druhom odberovom období v pokusnej skupine sa zistila nižšia hladina vápnika, draslíka a chloridov a vyšší obsah fosforu, horčíka, sodíka a draslíka. Rozdiely medzi skupinami však neboli preukazné ($P > 0,05$). V kontrolnej skupine nosníc pri oboch odberoch sa zaznamenali rozdielne hodnoty jednotlivých prvkov, avšak hodnoty sa pohybovali v rámci fyziologického rozhrania. Podobné výsledky boli získané v predchádzajúcich štúdiách s hydinou (Capcarová et al., 2010a, 2010b, 2011). Panda et al. (2003) zistili signifikantné zvýšenie koncentrácie vápnika v krvnom sére nosníc, kým úroveň fosforu v sére nebola ovplyvnená po pridaní probiotického preparátu. Strompfová et al. (2006) uvádzajú, že po aplikácii kmeňa *Enterococcus faecium* sa preukazne zvýšila koncentrácia vápnika pri prasiatkach. Tang et al. (2007) zistili, že probiotiká potenciálne zvyšujú bioaktivitu a rozpustnosť vápnika pri zvieratách.

V našej práci sme sledovali zmeny parametrov energetického profilu v krvnom sére nosníc po pridaní probiotického prípravku. V oboch odberoch sme zistili vo vzorkách krvi zníženie hladiny celkových bielkovín a bilirubínu, ale bez preukazných rozdielov medzi skupinami ($P > 0,05$). Obsah glukózy v prvom odbere krvi bol nižší a v druhom odbere sme zaznamenali o niečo nižšie hodnoty, ale rozdiely medzi skupinami neboli preukazné ($P > 0,05$). Probiotický preparát spôsobil výrazný pokles ($P < 0,05$) cholesterolu a triacylglycerolov v krvnom sére sliepok (obr. 1). Naše výsledky sa zhodujú s predchádzajúcimi štúdiami s použitím probiotík vo výžive sliepok (Capcarová et al., 2010a), moriek (Capcarová et al., 2008) a kurčiat (Capcarová et al., 2010c, 2011). Probiotický prípravok s účinnou zložkou probiotického kmeňa *Enterococcus faecium* M-74 mal za následok zníženie obsahu cholesterolu v krvnej plazme nosníc (Capcarová et al., 2009).

Výsledky autorov Aghaii et al. (2010) potvrdzujú významný vplyv probiotík na zníženie sérového cholesterolu a triacylglycerolov u nosníc. Použitie probiotík môže aktivovať baktérie produkujúce kyselinu mliečnu, produkciu enzýmov rozkladajúcich žľazové soli a dekonjugovať ich a znížiť pH v tráviacom trakte. Tieto zmeny môžu byť účinné pri znižovaní cholesterolu a triacylglycerolov. Ouwehan et al. (1999) zistili, že organické kyseliny tým, že znižujú pH v čreve, zhoršujú podmienky pre rozmnožovanie a rast koliformných baktérií v tráviacom trakte. Hassanein and Soliman (2010) zistili, že pridanie kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* do krmiva ovplyvňuje využitie živín v tráviacom trakte sliepok a inhibuje účinok patogénnych bakteriálnych kmeňov *Escherichia* (*E. coli*), *Klebsiella* sp., *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* sp., *Campylobacter* sp. a *Clostridium perfringens*. Probiotiká môžu asimilovať cholesterol a dekonjugovať žľazové kyseliny, čo môže viesť k zníženiu hladiny cholesterolu v sére (Aghaii et al., 2010). Nguyen et al. (2007) uvádzajú, že probiotické kmene môžu mať pozitívny vplyv na znižovanie sérového cholesterolu.

Koncentrácia sérového HDL cholesterolu sa znížila a koncentrácia lipoproteínov s nízkou hustotou (LDL) bola vyššia v porovnaní so sliepками, ktorým nebol podávaný probiotický prípravok (Zhang and Kim, 2013).



Obr. 1. Vplyv probiotického prípravku na obsah cholesterolu (obr. vľavo) a triacylglyceridov (obr. vpravo) v krvnom sére nosníc.

a-b znamená signifikantný rozdiel medzi skupinami ($P < 0,05$), K- kontrolná skupina, P- pokusná skupina s prídavkom probiotika do krmiva

Zníženie koncentrácie triacylglycerolov v krvi zvierat a ľudí bolo sledované po pridaní probiotických kultúr do krmiva (Kurtoglu et al., 2004, Mahdavi et al., 2005, Nguyen et al., 2007, Capcarová et al., 2009, Rajkumar et al., 2014, London et al., 2014, Abu-Elsaad et al., 2015). Yadav et al. (2008) v experimente s potkanmi dosiahli zníženie koncentrácie triacylglycerolov v krvi pridaním baktérií mliečneho kvasenia. Niektoré baktérie mliečneho kvasenia, napr. *Lactobacillus acidophilus* produkujú enzým hydrolázu, ktorá rozkladá soli žlčových kyselín a voľný cholesterol nemôže byť vstrebávaný späť. Znižovanie koncentrácie cholesterolu závisí na aktivite kmeňov baktérií mliečneho kvasenia, na produkcii lipáz a iných bioaktívnych látok (Čokášová et al., 2010).

Aktivita pečeneých enzýmov (aspartátaminotransferáza AST, alanínaminotransferáza ALT, alkalická fosfatáza ALP) nebola v našej práci ovplyvnená probiotickým prípravkom ($P > 0,05$). Výsledky tejto štúdie sú v súlade so štúdiami o probiotikách u hydiny (Capcarova et al., 2010b, Capcarová et al., 2011). Biochemickým vyšetrením krvného séra nosníc sa zistil nevýznamný pokles aktivity ALT po pridaní probiotík do krmiva (Mátéová, 2009).

Záver

Probiotický prípravok, ktorý sme použili v našej štúdii, sa môže uplatniť aj v chovoch s väčším počtom zvierat, pretože sme nezistili žiadne negatívne účinky na látkový metabolizmus a zdravotný stav zvierat.

Literatúra

- ABU-ELSAAD, N.M.- ABD ELHAMEED, A.G.- EL-KAREF, A.- IBRAHIM, T.M. 2015. Yogurt containing the probacteria *Lactobacillus acidophilus* combined with natural antioxidants mitigates doxorubicin-induced cardiomyopathy in rats. *J Med Food*, in press. doi:10.1089/jmf.2014.0104.
- AGHAI, A.- CHAJI, M.- MOHAMMADABADI, T.- SARI, M. 2010. The effect of probiotic supplementation on production performance, egg quality and serum and egg chemical composition of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 9, no. 21, pp. 2774-2777.
- CAMERON, D.M.- CARTER, J.M. 1992. Evaluation of the efficacy of Broilact in preventing infection of broiler chicks with *Salmonella enteritidis* PT 4. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 15, no. 3,4, pp. 319-326.
- CAPCAROVÁ, M.- KOLESÁROVÁ, A.- MASSÁNYI, P.- KOVÁČIK, J. 2008. Selected blood biochemical and haematological parameters in turkeys after experimental probiotic *Enterococcus faecium* M-74 strain administration. *International Journal of Poultry Science*, vol. 7, no. 12, pp. 1194-1199.

- CAPCAROVÁ, M.- KOVÁČIK, J.- MELLEN, M. 2009. *Zmeny biochemických ukazovateľov krvi hydiny po aplikácii probiotického preparátu*. Nitra: SPU. 61 s. ISBN 978-80-552-0206-8.
- CAPCAROVÁ, M.- CHMELNIČNÁ, L.- KOLESÁROVÁ, A.- MASSÁNYI, P.- KOVÁČIK, J. 2010a. Effects of *Enterococcus faecium* M 74 strain on selected blood and production parameters of laying hens. *British Poultry Science*, vol. 51, no. 5, pp. 614-620.
- CAPCAROVÁ, M.- WEIS, J.- HRNCAR, C.- KOLESÁROVÁ, A.- PAL, G. 2010b. Effect of *Lactobacillus fermentum* and *Enterococcus faecium* strains on internal milieu, antioxidant status and body weight of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 94, no. 5, pp. 215-224.
- CAPCAROVÁ, M.- HAŠČÍK, P.- KOLESÁROVÁ, A.- KAČÁNIOVÁ, M.- MIHOK, M., PAL, G. 2011. The effect of selected microbial strains on internal milieu of broiler chickens after peroral administration. In *Research in Veterinary Science*, vol. 91, pp. 132-137.
- ČOKÁŠOVÁ, D.- STROJNÝ, L.- BOMBA, A.- SIEGFRIED, L. 2010. Probiotiká a ich vplyv vo vzťahu ku kolorektálnemu karcinómu a ateroskleróze. *Lekársky Obzor*, č. 10, s. 399-402.
- FERENČÍK, M. – EBRINGER, L. 2002. Možnosti využitia probiotík v prevencii a terapii alergických chorôb. *Alergie*, roč. 1, 2002, č. 4, s. 48-54.
- HASSANEIN, S. M.- SOLIMAN- N. K. 2010. Effect of Probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) adding to diets on intestinal microflora and performance of hy-line layers hens. *Journal of American Science*, vol. 6, no. 11, pp. 159-169.
- KURTOGLU, V.- KURTOGLU, F.- SEKERY, E.- COSKUNY, B.- BALEVIY, T.- POLATY, E. S. 2004. Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol. *Food Additives and Contaminants*, vol. 21, no. 9, pp. 817-823.
- LONDON, LE.-, KUMAR, A.H.- WALL, R.- CASEY, P.G.- O'SULLIVAN, O.- SHANAHAN, F.- HILL, C.- COTTER, P.D.- FITZGERALD, G.F.- ROSS, R.P.- CAPLICE, N.M.- STANTON, C. 2014. Exopolysaccharide-producing probiotic *Lactobacilli* reduce serum cholesterol and modify enteric microbiota in ApoE-deficient mice. *J Nutr.*, vol. 144, no. 12, pp. 1956-1962.
- MAHDAVI, A.H.- RAHMANI, H.R.- POURREZA, J. 2005. Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. *International Journal of Poultry Science*, vol. 4, no. 7, pp. 488-492.
- MÁTEOVÁ, S.- GAÁLOVÁ, M.- ŠÁLY, J.- FIALKOVIČOVÁ, M. 2009. Investigation of the effect of probiotics and potentiated probiotics on productivity of laying hens. *Czech J. Anim. Sci.*, 54, vol 1, pp. 24-30.
- NG, S.C. et al. 2009. Mechanisms of Action of Probiotics: Recent Advances. *Inflammatory Bowel Diseases*, vol. 15, no. 2, pp. 300-310.
- NGUYEN, T. D.- KANG, J. H.- LEE, M. S. 2007. Characterization of *Lactobacillus plantarum* PH04, a potential probiotic bacterium with cholesterol- lowering effects. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 113, no. 3, pp. 358-361.
- OUWEHAND, A. C.- KIRJAVAINEN, P. V.- SHORTT, C.- SALMINEN, S. 1999. Probiotics: mechanisms and established effects. *International Dairy Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 43-52.
- PANDA, A. K.- REDDY, M. R.- RAMA RAO, S. V.- PRAHARAJ, N. K. 2003. Production performance, serum/yolk cholesterol and immune competence of white leghorn layers as influenced by dietary supplementation with probiotic. *Trop Anim Health Prod.*, vol. 35, no. 1, pp. 85-94.
- PATTERSON, H.A.- BURKHOLDER, K.M. 2003. Application of prebiotic and probiotics in poultry production. *Poultry Science*, vol. 82, pp. 627-631.
- RAJKUMAR, H.- KUMAR, M.- DAS, N.- KUMAR, S.N.- CHALLA, H.R.- NAGPAL, R. 2014. Effect of probiotic *Lactobacillus salivarius* UBL S22 and prebiotic fructo-oligosaccharide on serum lipids, inflammatory markers, insulin sensitivity, and gut bacteria in healthy young volunteers: a randomized controlled single-blind pilot study. *J Cardiovasc Pharmacol Ther.* DOI: 10.1177/1074248414555004
- STROMPFOVÁ, V.- MARCINÁKOVÁ, M.- SIMONOVÁ, M.- GANCARCÍKOVÁ, S.- JONECOVÁ, Z.- SCIRANKOVÁ, L.- KOSCOVÁ, J.- BULECA, V.- COBANOVÁ, K.- LAUKOVÁ, A. 2006. *Enterococcus faecium* EK 13-an enterocin a-producing strain with probiotic character and its effect in piglets. *Anaerobe*, vol. 12, no. 5-6, pp. 242-248.
- TANG, A. L.- SHAH, N.P.- WILCOX, G.- WALKER, K.Z.- STOJANOVSKA, L. 2007. Fermentation of calcium-fortified soymilk with *Lactobacillus*: effects on calcium solubility, isoflavone conversion, and production of organic acids. *Journal of Food Sciences*, vol. 72, no. 9, pp. 431-436.
- TORRES-RODRIGUEZ, A.- DONOGHUE, A. M.- DONOGHUE, D.J. - BARTON, J.T.- TELLEZ, G.- HARGIS, B. M. 2007. Performance and condemnation rate analysis of commercial turkey flocks treated with a *Lactobacillus spp.*- based probiotic. *Poultry Science*, vol. 86, 2007, no. 3, pp. 444-446.
- YADAV, H.- JAIN, S.- SINHA, P. R. 2008. Oral administration of dahi containing probiotic *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* delayed the progression of streptozotocin-induced diabetes in rats. *J Dairy Res.*, vol. 75, no. 2, pp. 189-195.

ZHANG, Z. F.- KIM, I. H. 2013. Effects of probiotic supplementation in different energy and nutrient density diets on performance, egg quality, excreta microflora, excreta noxious gas emission, and serum cholesterol concentrations in laying hens. *J. Anim. Sci.*, no. 91, pp. 4781–4787.

Kontaktné adresy:

doc. Ing. Marcela Capcarová, PhD., Ing. Anna Kalafová, PhD.,
Katedra fyziológie zivocichov, Fakulta biotechnologie a potravinarstva, Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2 949 76 Nitra,
e-mail: marcela.capcarova@uniag.sk, anna.kalafova@uniag.sk,
Ing. Cyril Hrnčár, PhD., doc. Ing. Henrieta Arpášová, PhD.,
Katedra hydinárstva a malých hospodárskych zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: cyril.hrncar@uniag.sk, henrieta.arpasova@uniag.sk
doc. Ing. Peter Haščík, PhD.,
Katedra hodnotenia a spracovania živočíšnych produktov, Fakulta biotechnologie a potravinarstva, Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: peter.hascik@uniag.sk

STRÁVITEĽNOSŤ MIKROPRVKOV KUKURIČNEJ SILÁŽE VO VÝŽIVE MLADÝCH KONÍ MICROELEMENTS DIGESTIBILITY OF CORN SILAGE IN YOUNG HORSES NUTRITION

*Branislav Gálik, Iveta Bellová, Daniel Bíro, Marko Halo, Michal Rolinec,
Miroslav Juráček, Milan Šimko*

Abstract: The aim of the study was to analyse the microelements digestibility of corn silage with faeces collection method. In the experiment, four young horses of Slovak warmblood bred were used (average age 2.5 ± 0.5 years, average body weight 350 ± 50 kg). During the trial, horses were fed by corn silage *ad libitum*. Faeces were collected daily and individually. On the base of daily intake and daily excretion of Cu, Fe, Mn and Zn, apparent digestibility was measured. We analysed Cu apparent digestibility between 3.66 and 62.42%. In Fe apparent digestibility, coefficients between 14.51 and 38.96% were detected. The lowest apparent digestibility in average was typical for Mn (18.38%). The highest apparent digestibility in average was found in Zn (41.94%). Results of the study shows, that corn silage is possible feed for young horses nutrition, mainly with other forages combination.

Keywords: feeding, equine, forages, utilization, trace elements

Úvod a prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Výžive a kŕmeniu koní sa v poslednom období v našich podmienkach venuje zvýšená pozornosť a to najmä z hľadiska dopytu po relevantných informáciách o nutričných požiadavkách pre kone (Gálik et al., 2015). Kone sú bylinožravé neprežúvavce, ktorých výživa je postavená predovšetkým na kvalitných objemových krmivách (Meyer, Coenen, 2003). Mimo suchých objemových krmív sú dôležitými krmivami aj siláže, ktoré sú často krát nesprávne chápané ako krmivá nevhodné pre kone. Viaceré práce publikované u nás a v zahraničí poukazujú na veľmi dobré uplatnenie silážovaných objemových krmív vo výžive koní, ktoré sú často krát živinovo lepšie využiteľné v porovnaní so senom (Gálik et al., 2012). Cieľom práce bolo analyzovanie zdanlivej stráviteľnosti vybraných mikroprvkov kukuričnej siláže u mladých koní.

Materiál a metódy

Ustajnenie zvierat a kŕmenie zvierat

Experiment bol realizovaný v spolupráci s Vysokoškolským poľnohospodárskym podnikom SPU, s.r.o. v Kolíňanoch. Do experimentu boli zaradené 4 žrebce plemena slovenský teplokrvník (priemerný vek $2,5 \pm 0,5$ roka, priemerná živá hmotnosť 350 ± 50 kg). Kone boli individuálne ustajnené v boxoch s individuálnym prístupom ku krmivu a vode. Počas bilančného experimentu boli kone ustajnené bezpodstielkovým spôsobom. Počas experimentu boli kone kŕmené kukuričnou silážou 2 krát denne (7:00 a 19:00). Pred každým kŕmením boli z kŕmnych žlabov odstránené zvyšky. Počas experimentu neboli u sledovaných koní zaznamenané žiadne metabolické, alebo zdravotné problémy.

In vivo experiment a odber vzoriek

Pred bilančným pokusom boli sledované kone počas 7 dní kŕmené monodiétou, kukuričnou silážou z adaptačného hľadiska (prípravné obdobie). Po prípravnom období nasledovalo pokusné obdobie, ktoré trvalo rovnako 7 dní. Počas pokusného obdobia boli individuálne zachytávané pevné výkaly do pokusných bilančných kontajnerov, z ktorých boli individuálne jeden krát za 24 hodín odobraté priemerné vzorky. Kukuričná siláž sa vyznačovala obsahom sušiny $362,3 \text{ g.kg}^{-1}$, obsahom tuku $27,1 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny, obsahom N-látok $74,1 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny, obsahom vlákniny $198,3 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny a obsahom BNLV $648,8 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Priemerné vzorky kukuričnej siláže a denných výkalov sa analyzovali štandardnými

laboratórnymi metódami (AOAC, 2000) v Laboratóriu kvality a nutričnej hodnoty krmív Katedry výživy zvierat (Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre). Obsah sledovaných mikroprvkov v kukuričnej siláži a výkaloch bol stanovený atómovou absorpčnou spektrofotometriou (analyzátor ContrAA 700, Analytik Jena AG, SRN). Koeficienty zdanlivej stráviteľnosti jednotlivých mikroprvkov boli zistené výpočtom podľa nasledovného vzťahu:

Tabuľka 1. Obsah mikroprvkov v kukuričnej siláži skrmovanej v experimente.

	Sušina (g.kg ⁻¹)	Cu	Fe (mg.kg ⁻¹ sušiny)	Mn	Zn
Siláž kukurice	362,3	1,54	66,90	11,13	11,11

$$KS_z = [(množstvo prijatého prvku (g) - množstvo vylúčeného prvku (g) / množstvo prijatého prvku (g)] \times 100.$$

Štatistické spracovanie výsledkov

Zistené výsledky boli štatisticky spracované jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA) v prostredí programu SAS (SAS Inc.).

Výsledky a diskusia

Kukuričná siláž je využiteľné konzervované objemové krmivo pre výživu koní (Gálik et al., 2013a,b). Z hľadiska obsahu minerálnych látok, najmä mikroprvkov je však deficitná (Meyer, Coenen, 2003). Dôležitým faktorom kvality krmív je ich stráviteľnosť, ktorú ovplyvňujú rôzne vnútorné a vonkajšie faktory (Gálik et al., 2012). Mikroprvky, aj keď v menších množstvách, sú nevyhnutné pre správne fungovanie živočíšneho organizmu (Thomas, 2004). Najvyšší priemerný koeficient zdanlivej stráviteľnosti sme zistili u Cu (41,83 %), kde sa denne zistené koeficienty stráviteľnosti pohybovali medzi 3,66 a 62,42 %. Med' je z hľadiska dennej potreby nevyhnutná najmä pre rastúce kone (Harper, Gill, 2006). V prípade Fe, ktorého primárnou funkciou je transport kyslíka v organizme, sme zistili denné koeficienty zdanlivej stráviteľnosti pohybovali medzi 14,51 a 38,96 %.

Tabuľka 2. Koeficienty zdanlivej stráviteľnosti sledovaných mikroprvkov.

	Cu	Fe	Mn	Zn
	KS _z [%]			
Priemer	41,83	25,81	18,38	41,94
Minimum	3,66	14,51	14,70	1,60
Maximum	62,42	38,96	22,22	82,97
S.D.	18,45	10,07	3,07	22,64

KS_z: koeficient zdanlivej stráviteľnosti, S.D.: smerodajná odchýlka.

U mangánu sme priemerný koeficient zdanlivej stráviteľnosti zistili na úrovni 18,38 %, pričom podľa Staniar (2012) a Getty (2009) súvisí dostatočný príjem Mn hlavne so správnym vývojom kostného tkaniva, čo je dôležitá hlavne u mladých koní. Podobne aj fyziologická funkcia Zn je vo výžive koní spájaná hlavne s formovaním kostí, chrupaviek a spojivového tkaniva (Chiba, 2014 a Getty, 2009). V našom experimente sme v prípade Zn zistili denné koeficienty zdanlivej stráviteľnosti medzi 1,60 a 82,97 %.

Záver

V experimente s mladými športovými koňmi sme sledovali zdanlivú stráviteľnosť vybraných mikroprvkov kukuričnej siláže. Najvyšší priemerný koeficient zdanlivej

stráviteľnosti sme zistili u Cu, najnižší u Mn. V prípade Cu a Zn sme medzi dennými koeficientmi zistili značný rozptyl, čo pravdepodobne súvisí so zvolenou metódou zisťovania koeficientov stráviteľnosti. Na základe našich výsledkov možno konštatovať, že kukuričná siláž je vhodným krmivom pre mladé kone, z hľadiska dlhodobého skrmovania je ju však potrebné kombinovať s inými objemovými krmivami.

Literatúra

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2000, 40 p.
- Gálik, B., Horniaková, E., Rolinec, M. 2015. Kŕmenie neprežúvavcov. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015, 162 s., ISBN 978-80-552-1312-5.
- Gálik, B., Bíro, D., Halo, M., Rolinec, M., Šimko, M., Juráček, M., Krajčiová, K., Pastierik, O., Saleh, A.A. 2013a. Maize silage macroelements digestibility in nutrition of young horses. In NutriNET 2013, Nitra: Slovak University of Agriculture, 2013, p. 35-38.
- Gálik, B., Selická, A., Bíro, D., Rolinec, M., Juráček, M., Šimko, M., Halo, M. 2013b. Corn silage as a potential feed in young horses nutrition. In Forage Conservation, Nitra: Animal Production Research Centre, 2013, p. 153-154.
- Gálik, B., Bíro, D., Rolinec, M., Šimko, M., Juráček, M. 2012. In vitro stráviteľnosť organickej hmoty krmív vo výžive koní. In Lazarove dni výživy a veterinárnej dietetiky X. Košice: Univerzita veterinárneho lekárstva, 2012, s. 112-114.
- Getty, J.M. 2009. Feed your horse like horse: Optimize your horse's nutrition for a lifetime of vibrant health. 1st. ed. Indianapolis: Dog Ear Publishing, 484 p., ISBN 978-160844-214-0.
- Harper, F., Gill, W. 2006. Minerals for Horses: Part II. Trace elements. In Horse Express, vol. 25, 2006, p. 1-4.
- Chiba, L.I. 2014. Horse Nutrition and Feeding. Animal Nutrition Handbook. 3rd rev.ed. p. 426-453.
- Meyer, H., Coenen, M. 2003. Krmení koní: současné trendy ve výživě. 1. Vyd. Praha: Ikar, 256 s., ISBN 80-249-0264-8.
- Thomas, H. 2004. Care and management of horses. 1st. ed. Lexington: Blood Horse Publication, 301 p., ISBN 1-58150-113-7.
- Stanier, W.B. 2012. Feeding the growing horses. In Raymond, G.J. et al.: Equine applied and clinical nutrition – Health, welfare and performance. 1st ed. Amsterdam: Elsevier Health Science, p. 243-260.

Pod'akovanie

Práca bola vytvorená realizáciou projektu „Excelentné centrum ochrany a využívania agrobiodiverzity Plus na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

Kontaktné adresy:

doc. Ing. Branislav Gálik, PhD.,
Katedra výživy zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenska poľnohospodarska univerzita
v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: branislav.galik@uniag.sk

RYBRANÉ PARAMETRE KVALITY A BEZPEČNOSTI VÍN ODRODY RULANDSKÉ ŠEDÉ SELECTED PARAMETERS OF QUALITY AND SAFETY OF PINOT GRIS WINES

Martina Fikselová, Zuzana Krvavá, Peter Czako

Abstract: Slovak wines of variety Pinot Gris (2012, 2013) were selected for determination of chemical parameters such as the total and free sulfur dioxide, total acidity, sensory quality and evaluation of labeling. Total sulfur dioxide results were compared with the Commission Regulation (EC) No. 606/2009, total acidity was compared to the Council Regulation (EC) No. 491/2009 and the results were found to be in accordance with the given requirements. Performed by 100 point rating system, and the sensory profile methods, sensory analysis confirmed connection between chemical evaluation and information provided on the labels of wines. Labeling was also compared with the current legislation requirements and just small deficiencies were found.

Key words: wine, sulfur dioxide, acidity, sensory evaluation, labelling

Prehľad o súčasnóm stave riešenej problematiky

V súčasnosti je vinohradnícka a vinárska produkcia zameraná predovšetkým na hrozno a na výrobu zdravotne bezpečného a kvalitného vína (Dörđ, 2010). Nové trendy v spracovaní hrozna zohrávajú dôležitú úlohu v kvalite vína a tiež atraktivite vína pre spotrebiteľa (Fotopoulos, 2003).

Zásadným predmetom vinárstva je vzťah medzi senzorickým hodnotením a chemickými zlúčeninami (Vietoris et al., 2014). Organoleptické vlastnosti a kvalitu vín ovplyvňujú rôzne faktory. Jednotlivé vína sa navzájom odlišujú v závislosti od odrody viniča, zrelosti hrozna, potenciálneho napadnutia mikroorganizmami, podmienok v priebehu kvasenia muštu (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Pri výrobe vína je nenahraditeľný oxid siričitý. Má antioxidačné a antimikrobiálne účinky, vďaka ktorým je schopný dlhodobo zabezpečiť fyzikálno-chemickú i biologickú stabilitu vína (Furdíková a Malík, 2014). Nariadenie Komisie o povolených enologických postupoch č. 606/2009 stanovuje limity pre koncentrácie oxidu siričitého vo vínach. Pre biele a ružové suché vína platí limit 200 mg.l⁻¹, pre červené 150 mg.l⁻¹ celkového SO₂. So zvyšujúcou sa koncentráciou zvyškových cukrov sa zvyšuje aj povolený limit SO₂ vo víne.

Pri výrobe zdravotne bezpečného vína je nevyhnutné dodržiavať dôslednú hygienu prevádzky, sudov a ostatného náradia v pivnici, s ktorými príde mušt alebo víno do styku. Najlepším opatrením je pravidelné senzorické hodnotenie, doplnené analýzou najdôležitejších komponentov vína, ktoré dávajú celkový prehľad o jeho vývoji (Tančinová et al., 2012).

Cieľom práce bolo vo vzťahu so zdravotnou bezpečnosťou vín stanoviť obsah celkového a voľného oxidu siričitého, obsah kyselín, senzorickú kvalitu a vyhodnotenie označenia vybraných fľaškových vzoriek vín s platnou legislatívou.

Materiál a metódy

Analyzované boli fľaškové vína zakúpené v obchodnej sieti, konkrétne biele vína odrody Rulandské šedé (2012, 2013). Osem fľaškových vín odrody Rulandské šedé pochádzalo z Južnoslovenskej, Nitrianskej a Strednoslovenskej vinohradníckej oblasti.

Stanovenie celkového a voľného oxidu siričitého bolo vykonané titračne roztokom jódu. Obsah celkového oxidu siričitého vo vínach bol vyhodnotený podľa Nariadenia Komisie (ES) č. 606/2009. Stanovenie celkového obsahu kyselín bolo vykonané titračne s použitím NaOH. Celková kyslosť bola porovnaná s Nariadením Rady (ES) č. 491/2009.

Senzorické hodnotenie vybraných vín bolo vykonané podľa 100 bodového medzinárodného hodnotiaceho systému O.I.V. Vzorky vín boli vyhodnotené nasledovne: 100

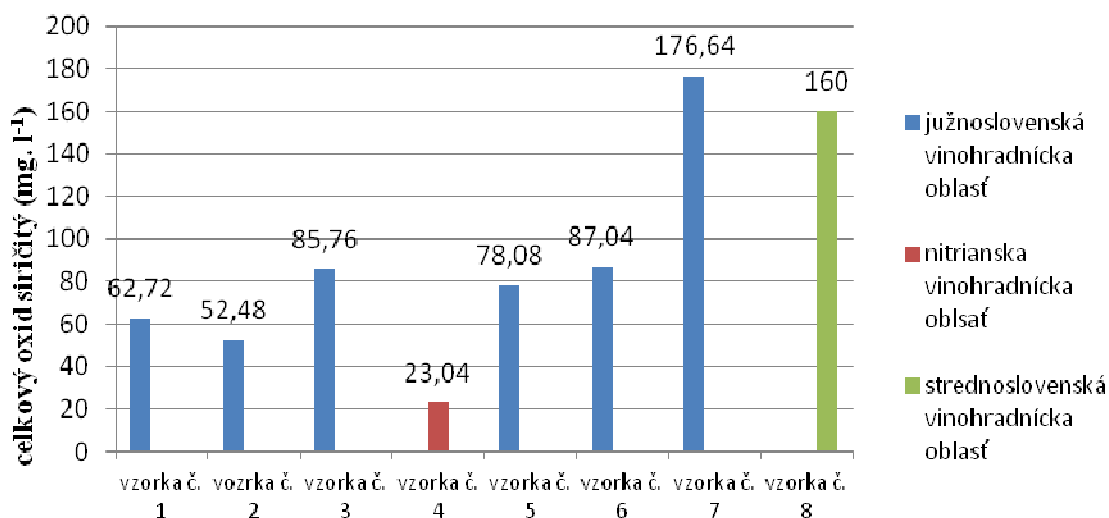
– 87 bodov – vynikajúce vína, 86 – 73 bodov – veľmi dobré vína, 72 – 57 bodov – dobré vína, 56 – 41 bodov – uspokojivé vína, menej ako 40 bodov – nedostatočné vína. Senzorické hodnotenie charakteristických deskriptorov vín Rulandské šedé bolo vykonané prostredníctvom profilovej metódy. Hodnotitelia sa pri ochutnávaní sústredili na jednotlivé chute, vône a vzhľad a na stupnici (od 0 do 10 bodov) vyznačili ich intenzitu. Hodnotenie vín bolo vykonané degustačnou komisiou pozostávajúcou z členov, ktorí mali absolvované senzorické skúšky.

Posledná časť práce bola zameraná na porovnanie a vyhodnotenie označenia na etiketách skúmaných vín v súlade s požiadavkami zákona NR SR č. 313/2009 Z. z.

Výsledky a diskusia

Vo vinárstve má použitie oxidu siričitého značný význam, pretože vo víne pôsobí ako stabilizačný a konzervačný prostriedok. Oxid siričitý sa tiež využíva ako inhibítor nežiaducich enzymatických a chemických reakcií a ako antimikrobiálny činiteľ. V bežnom množstve je vo víne zdravotne neškodný, ale pri vysokých koncentráciách sa môže stať zdraviu škodlivý a spôsobovať bolesti hlavy (Pavloušek a Burešová, 2015), resp. v množstvách vyšších ako $10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ alergie alebo potravinovú neznášanlivosť (Nariadenie EP a Rady č. 1169/2011).

Obr. 1. znázorňuje obsah celkového oxidu siričitého vo fľaškových vínach. Najnižší obsah celkového oxidu siričitého mala vzorka č. 4 t.j. $23,04 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, ktorá pochádzala z Nitrianskej vinohradníckej oblasti a najvyšší obsah celkového oxidu siričitého mala vzorka č. 7 t.j. $176,64 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, ktorá pochádzala z Južnoslovenskej vinohradníckej oblasti. Na základe porovnania výsledkov s platným Nariadením Komisie (ES) č. 606/2009 možno zhodnotiť, že všetky skúšané vzorky vyhovelí platnej legislatíve, pretože ani jedna zo skúšaných vzoriek neobsahovala viac ako $200 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ SO}_2$.



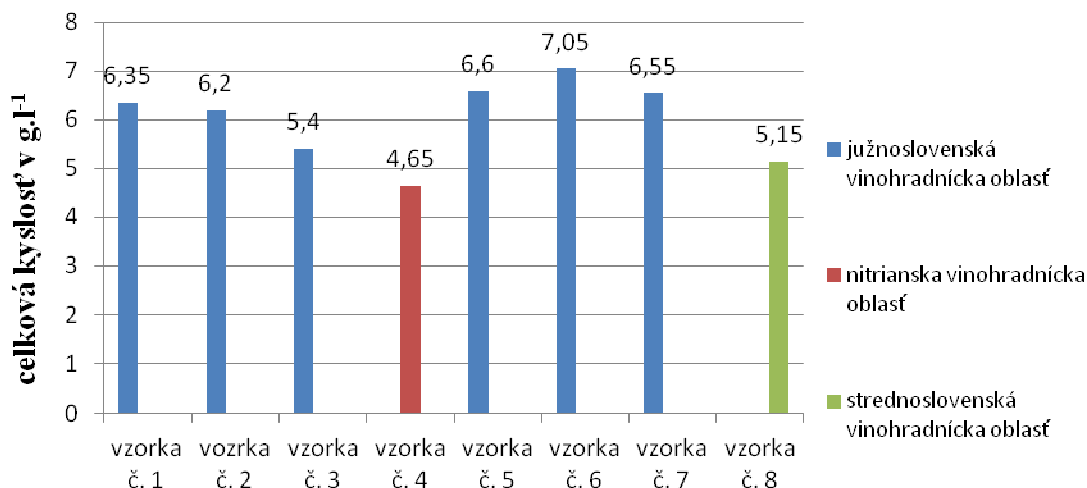
Obr. 1. Obsah celkového oxidu siričitého vo fľaškových vínach Rulandské šedé.

Poznámka: vzorky č. 1 – 4 a č. 6 – 8 ročník 2012, vzorka č. 5 ročník 2013

Najvyšší obsah voľného oxidu siričitého bol zistený vo vzorkách č. 5 (Južnoslovenská vinohradnícka oblasť) a č. 8 (Strednoslovenská vinohradnícka oblasť) a to $21,12 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Pavloušek (2010) uvádza, že voľný oxid siričitý má vo víne antioxidačné, antimikrobiálne a antienzymatické vlastnosti. Hodnoty voľného oxidu siričitého pod $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ sú neúčinné. Vzorka č. 4 ($3,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ SO}_2$) a vzorka č. 1 ($7,68 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \text{ SO}_2$) mali hodnotu voľného oxidu siričitého nižšiu ako $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Obe vzorky pochádzali z ročníka 2012 a v dôsledku dlhodobejšieho uskladnenia sa voľný oxid siričitý mohol naviazovať s ďalšími látkami vo víne napr. acetaldehyd, cukry, čo by mohlo byť príčinou jeho nižšieho obsahu.

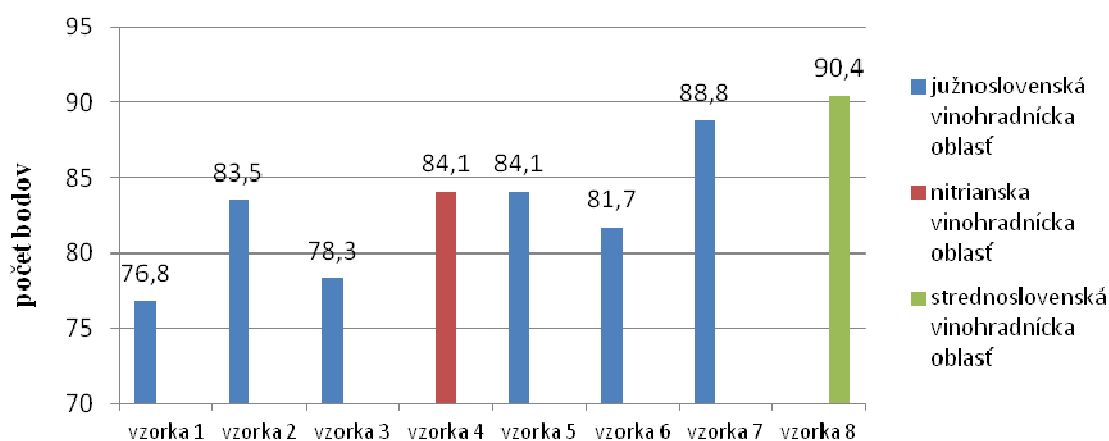
Hodnoty celkovej kyslosti sledovaných bielych vín odrody Rulandské šedé (obr. 2.) sa pohybovali v rozmedzí od 4,65 g.l⁻¹ do 7,05 g.l⁻¹. Podľa Nariadenia Rady (ES) č. 491/2009 má mať víno celkový obsah kyselín vyjadrený ako kyselina vínna najmenej 3,5 g.l⁻¹. Na základe uvedeného môžeme zhodnotiť, že všetky vzorky vyhoveľi legislatívnej požiadavke na celkovú kyslosť avšak ich obsah sa mierne líšil v súvislosti s ich pôvodom, napr. v Južnoslovenskej oblasti sa pohyboval zistený obsah kyselín v rozmedzí od 5,4- 7,05 g.l⁻¹.



Obr. 2. Obsah celkovej kyslosti vo fľaškových vínach Rulandské šedé.

Poznámka: vzorky č. 1 – 4 a č. 6 – 7 ročník 2012, vzorka č. 5 ročník 2013

Na obr. 3. je zobrazené senzorické hodnotenie vín Rulandské šedé pomocou 100 bodového medzinárodného hodnotiaceho systému O.I.V. Prvých šesť vzoriek hodnotitelia zaradili do rozsahu bodov 86 - 73, na základe čoho boli vyhodnotené ako veľmi dobré. Posledné dve vzorky zodpovedali bodovému rozsahu 100-87, čím boli zhodnotené ako vynikajúce. Vzorka č. 7 pochádzala z Južnoslovenskej vinohradníckej oblasti a vzorka č. 8 zo Strednoslovenskej vinohradníckej oblasti, obe vzorky boli z ročníka 2012 a mali namerané najvyššie hodnoty celkového oxidu siričitého.



Obr. 3. Vyhodnotenie vzoriek vín Rulandské šedé podľa 100 bodového hodnotiaceho systému

Poznámka: vzorky č. 1 – 4 a č. 6 – 8 ročník 2012, vzorka č. 5 ročník 2013 hodnotiaceho systému O.I.V

Obr. 4. znázorňuje senzorické hodnotenie skúšaných vzoriek vín Rulandské šedé prostredníctvom metódy senzorického profilu. Hodnotitelia najintenzívnejšie pocítili sladkastú a citrusovú vôňu a to pri vzorke č. 7, čo súhlasilo s tvrdeniami výrobcu na etikete

vína. Hodnotitelia menej pocítili chlebovinkovú vôňu, ktorá bola najvýraznejšia pri vzorke č. 5, na ktorú opäť poukazoval výrobca vína na etikete a medovú vôňu, ktorá bola približne rovnako intenzívna u viacerých vzoriek, t.j. vzorky č. 6, 7 a 8.

Intenzita kvetových, ovocných, korenistých a medových tónov je spojená s nárastom prchavých látok spojených s glykozidmi uvoľnenými počas malolaktickej fermentácie (König et al., 2009).

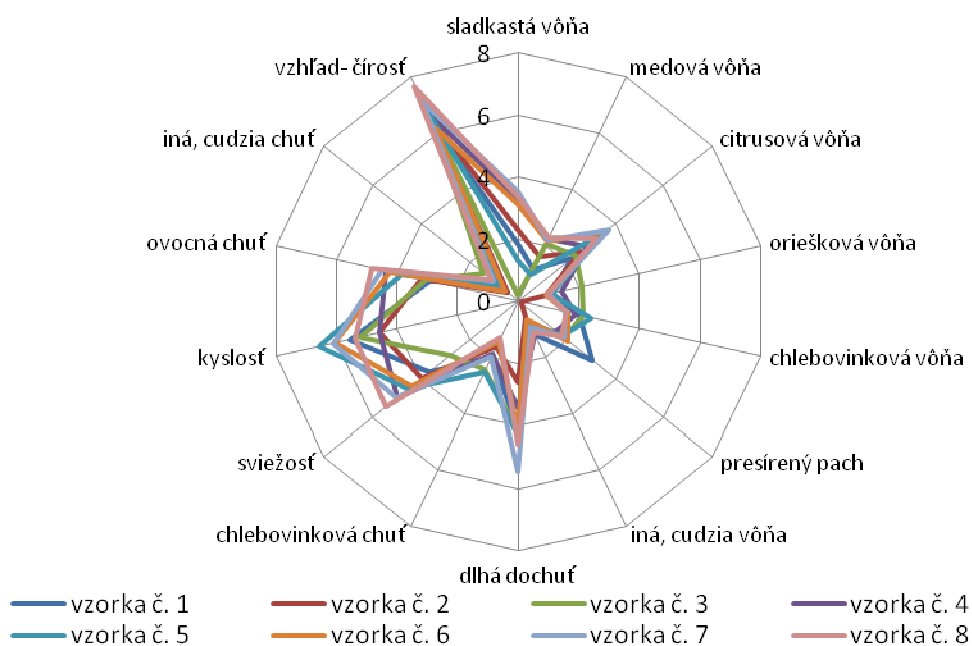
Aromatické látky vo víne sú veľmi dôležité zlúčeniny, pretože sú jedným z najdôležitejších faktorov kvality a autenticity výrobku. Analýza aromatických látok sa používa pri klasifikácii vína, kontrole jeho kvality a štúdiu jeho senzorických vlastností (Lakatošová et al., 2010).

Hodnotitelia pri väčšine vzoriek prideliť k parametru presírenie vína (graf 4) približne rovnaký počet bodov, tzn. že ani pri jednej zo skúšaných vzoriek nepocítili presírenie vína.

Ovocnú chuť a sviežosť hodnotitelia najviac pocítili pri vzorke č. 8 a najmenej pri vzorke č. 3. Dlhú dochuť vín hodnotitelia pocíťovali u vzoriek približne rovnako, najintenzívnejšie pri vzorke č. 7. Chlebovinkovú chuť, na ktorú viacerí výrobcovia poukazovali na etiketách vín, hodnotitelia pocíťovali zo všetkých príchutí najmenej.

Kyslosť hodnotitelia najviac pocítili pri vzorkách č. 5, 6 a 7, pri týchto vzorkách boli aj v chemickom laboratóriu namerané najvyššie hodnoty celkového obsahu. Pri ostatných vzorkách boli hodnoty celkového obsahu kyselín nižšie, čo bolo preukázané tiež senzorickým hodnotením.

Čírosť hodnotili hodnotitelia najpozitívnejšie pri vzorke č. 8 a pri ostatných vzorkách približne rovnako. Iné resp. cudzie chute a vône hodnotitelia takmer vôbec nepocíťovali. Na základe uvedeného môžeme tieto vzorky zhodnotiť ako senzoricky vyhovujúce.



Obr. 4. Profilová metóda vzoriek skúšaných vín Rulandské šedé.

Poznámka: vzorky č. 1 – 4 a č. 6 – 8 ročník 2012, vzorka č. 5 ročník č. 2013

Vyhodnotením etikiet vybraných vzoriek vín Rulandské šedé na základe platnej legislatívy sa zistili menšie nedostatky pri vzorkách č. 3 a č. 6 z dôvodu neuvedenia povinných údajov v jednom zornom poli, požadovanom podľa zákona NR SR č. 313/2009 Z. z.. Pri vzorke č. 3 v jednom zornom poli chýbali údaje o kategórii vinárskeho produktu a o proveniencii a pri vzorke č. 5 neboli uvedené údaje v jednom zornom poli o kategórii

vinárskeho produktu, CHOP, proviencii a obsahu alkoholu. Ostatné parametre v sledovaných vzorkách vín boli v súlade s platnými legislatívnymi požiadavkami.

Záver

Značný vplyv na zdravotnú bezpečnosť vín má oxid siričitý, avšak nami zistené hodnoty neprekračovali legislatívou povolené limity. Kyseliny vo víne majú konzervačný účinok a prispievajú k ochrane vína pred nepriaznivými mikrobiálnymi zmenami. Legislatívnej požiadavke na obsah kyselín vyhoveľ všetky skúšané vína. Obsah kyselín vo vínach sa však líšil s ohľadom na ich pôvod s predpokladaným vplyvom pôdno-klimatických podmienok.

Použitím 100 bodového medzinárodného hodnotiaceho systému O.I.V. boli dve vína označené ako vynikajúce a ostatné hodnotené vzorky vín boli vyhodnotené ako veľmi dobré. Charakteristické senzorické deskriptory vín deklarované na etiketách fliaš výrobcami boli vo väčšine prípadov potvrdené aj pri senzorickej analýze.

Mierne nedostatky v označovaní fľaškových vín boli zistené pri dvoch vzorkách a týkali sa predovšetkým nesprávneho uvedenia povinných údajov v jednom zornom poli.

Literatúra

- ĎÖRD, L. 2010. Zaťaženie viniča hroznorodého rodovými púčikmi ako možnosť regulácie úrody a kvality hrozna. In *Zborník abstraktov z Vinárskeho a vinohradníckeho fóra Viti – Viniculture 2010*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. s. 32. ISBN 978-80-552-0387-4.
- FOTOPOULOS, CH.- KRYSTALLIS, A.- NESS, M. 2003. Wine produced by organic grapes in Greece: using means-end chains analysis to reveal organic buyers' purchasing motives in comparison to the non-buyers. *Food Quality and Preference*, vol. 14, no 7, p. 549-566. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00130-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00130-1)
- FURDÍKOVÁ, K. – MALÍK, F. 2014. Víno a bolest hlavy. In *Vinič a víno*, roč. 14, č. 1, , príloha 7-8, s. 19. ISSN 1335-7514.
- KOVÁČ, J. 2009. Choroby a chyby vína. II. časť. In *Vinič a víno*, roč. 9, č. 6, s. 198-199. ISSN 1335-7514.
- KÖNIG, H. – UNDEN, G. – FRÖHLICH, J. 2009. *Biology of microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*. Berlin: Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 522 s. ISBN 978-3-540-85462-3.
- LAKATOŠOVÁ, J. – HRIVNÁK, J. – NEMCOVÁ, K. – KAŇUCHOVÁ PATÁKOVÁ, J. 2010. Analýza aromatických látok vo víne. In *Zborník abstraktov z vinárskeho a vinohradníckeho fóra Viti- Viniculture 2010*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. s. 23. ISBN 978-80-552-0387-4.
- Nariadenie Komisie (ES) č. 606/2009 z 10. júla 2009, ktorým sa ustanovujú určité podrobné pravidlá uplatňovania nariadenia Rady (ES) č. 479/2008, pokiaľ ide o kategórie vinárskych výrobkov, enologické postupy a uplatniteľné obmedzenia
- Nariadenie Rady (ES) č. 491/2009 z 25. mája 2009, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie (ES) č. 1234/2007 o vytvorení spoločnej organizácie poľnohospodárskych trhov a o osobitných ustanoveniach pre určité poľnohospodárske výrobky (nariadenie o jednotnej spoločnej organizácii trhov)
- PAVLOUŠEK, P. 2010. *Výroba vína u malovínařu 2., aktualizované a rozšířené vydání*. Praha: Grada Publishing, a.s., 120 s. ISBN 978-80-247-3487-3.
- PAVLOUŠEK, P. – BUREŠOVÁ, P. 2015. *Vše co byste měli vědět o víne...a nemáte se koho zeptat*. Praha: Grada Publishing, a.s., 144 s. ISBN 978-80-247-4351-6.
- TANČINOVÁ, D. – MAKOVÁ, J. – FELŠÖCIOVÁ, S. – KAČÁNIOVÁ, M. – KMEŤ, V. 2012. *Mikrobiológia potravín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 150 s. ISBN 978-80-552-0904-3.
- VELÍŠEK, J. – HAJŠLOVÁ, J. 2009. *Chemie potravin II*. 3. vyd. Havlíčkov Brod: OSSIS. 644 s. ISBN 978-80-86659-12-1.
- VIETORIS, V. – CZAKO, P. – MENDELOVÁ, A. – REMEŠOVÁ, Z. – ZÁVRACKÝ, M. 2014. Relations between must clarification and organoleptic attributes of wine varieties. In *Potravinářstvo* [online], vol. 8, no. 1, pp. 155-160 [cit. 2014-08-13]. ISSN 1337-0960. Dostupné na internete: DOI:10.5219/359
- Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 313/2009 o vinohradníctve a vinárstve

Kontaktné adresy:

doc. Ing. Martina Fikselová, PhD., Ing. Zuzana Krvavá,
Katedra bezpečnosti a kontroly potravín, Fakulta biotechnologie a potravinarstva, Slovenska poľnohospodarska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: martina.fikselova@uniag.sk, zuzanakrvava@gmail.com

Ing. Peter Czako, PhD.,

Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,

e-mail: peter.czako@uniag.sk

KVALITA KUKURIČNÝCH SILÁŽÍ THE QUALITY OF MAIZE SILAGES

*Miroslav Juráček, Daniel Bíro, Milan Šimko, Branislav Gálik, Michal Rolinec,
Peter Gajdošík, Martina Valachová*

Abstract: The aim of this work was to determine the quality of maize silages from West part of Slovakia. We found that the average dry matter content in maize silages was 319.67 g.kg^{-1} . However, 35% of maize silages of the evaluated collection had lower content of dry matter than 300 g.kg^{-1} . Maize silages had the average content of ADF 219.01 g and NDF 395.40 g in 1 kg of dry matter. The content of starch reached the value of 300 g.kg^{-1} in dry matter, while 19 % of samples had lower content of starch than 300 g.kg^{-1} of dry matter. Maize silage is an important source of energy mainly for ruminants. We found out, that the average value of NEL was 6.3 MJ and NEG 6.27 MJ.kg^{-1} dry matter. All samples of maize silages had higher content of lactic acid than 10 g in 1 kg of original matter. Acetic acid occurred in average content 32.9 g.kg^{-1} of dry matter, while 52.5 % of samples had higher acetic acid content than 30 g.kg^{-1} of dry matter. Undesirable butyric acid was found in 6 samples of maize silages (28.6 %). The value of pH fluctuated from 3.4 to 4.27 with average value 3.8.

Keywords: nutritive value, fermentation, quality, maize silage

Úvod a prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Kukurica siata predstavuje vo forme fermentovaného krmiva rozhodujúci zdroj energie v kŕmnych dávkach prežúvavcov. Z hľadiska výroby kvalitnej siláže a dosahovania vysokej produkcie využiteľných živín možno odporučiť zber kukurice pri sušine hmoty 30 - 35 %, vo fenologickej fáze mliečno-voskovej až voskovej zrelosti zrna, kedy sa mliečna línia zrna nachádza v 1/2 až v 2/3. V neskorších fázach rastu sa síce zvyšuje koncentrácia škrobu, ale znižuje sa stráviteľnosť organickej hmoty v dôsledku zvyšujúcej sa koncentrácie lignínu v štruktúre bunkových stien (Bíro et al., 2014). Škrob sa na energetickej hodnote silážnej kukurice podieľa 45 % (Lauer, 2003 cit. Mitrík a Vajda, 2006), pričom za žiaduci sa považuje obsah nad 300 g.kg^{-1} sušiny. Nevyhnutnou podmienkou výroby kvalitnej kukuričnej siláže je narušenie zrna (min. 95 %), čo má veľký význam z hľadiska využitia škrobu a tým celkového energetického potenciálu kukuričných siláží.

Hodnota NDV v kukuričných silážach sa pohybuje v rozpätí od 35 do 55 % a jej stráviteľnosť kolíše medzi 40-60 %-ami. Podiel NDV na energetickej hodnote silážnej kukurice predstavuje 25 % (Lauer, 2003 cit. Mitrík a Vajda, 2006). Pokles hodnoty pH počas fermentačného procesu je jedným z hlavných konzervačných činiteľov, ktorý inhibuje rozvoj nežiaducich mikroorganizmov. V kukuričných silážach je cieľom dosiahnuť hodnoty $\text{pH} < 4,3$. Hlavnou konzervačnou kyselinou v silážach je kyselina mliečna, nakoľko rýchlo zvyšuje kyslosť. Jej koncentrácia v silážach sa pohybuje v rozpätí od 4 do 10 %. Obsah kyseliny octovej sa v silážach zvyčajne pohybuje medzi 1-3 % v sušine. Kyselina octová zvyšuje aeróbnú stabilitu siláží, ale jej vyššia koncentrácia je spájaná s redukovaním príjmu siláží. Kyselina maslová je v silážach nežiaducou kyselinou. V nekvalitných silážach je jej koncentrácia nad 0,25 % v sušine, pričom sa vyskytuje najmä v hmote s nižším obsahom sušiny (Bíro et al., 2014).

Materiál a metódy

Posudzovali sme a hodnotili kvalitu kukuričných siláží, ktoré boli analyzované v Laboratóriu kvality a nutričnej hodnoty krmív na Katedre výživy zvierat FAPZ SPU v Nitre v roku 2014. Celkovo sme hodnotili kvalitu 21 vzoriek kukuričných siláží z poľnohospodárskych podnikov zo západného Slovenska.

Obsah živín v analyzovaných silážach bol stanovený podľa Výnosu MP SR č. 2145/2004- 100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. V kukuričných silážach sme stanovili obsah sušiny (S) vysušením vzorky pri teplote

103±2°C, obsah dusíkatých látok (NL) Kjeldahlovou metódou, obsah tuku (T) vysušením petroléterového extraktu vzorky vázkovo podľa Soxhlett-Henkela, obsah vlákniny (VL) podľa Hennenberg – Stohmanna, obsah popola (Po) vázkovo - spálením vzorky pri 530 ± 20 °C v Muflovej peci, obsah organickej hmoty (OH) výpočtom: S – Po, obsah bezdusíkatých látok výťažkových (BNLV) výpočtom: S – (NL+T+VL+Po), obsah škrobu: polarimetricky, obsah acidodetergentnej vlákniny (ADV): hydrolýzou vzorky cetyltrimetylammónium-bromidom, obsah neutrálnedetergentnej vlákniny (NDV): hydrolýzou vzorky laurylsulfátom sodným, obsah fermentačných kyselín (kyselina mravčia, mliečna, octová, maslová): vo vodnom výluhu siláže iónovou elektroforézou, hodnotu pH: vo vodnom výluhu siláže elektrometricky, fermentačné produkty (FP): výpočtom FP = kyselina mliečna + prchavé masné kyseliny + alkoholy (Sommer et al., 1994). Dusíkatá (PDIN, PDIE v g.kg⁻¹ sušiny) a energetická hodnota (NEL, NEV v MJ.kg⁻¹ sušiny) bola stanovená výpočtom (Sommer et al., 1994).

Výsledky a diskusia

Obsah sušiny v hodnotených kukuričných silážach sa pohyboval v rozmedzí od 224,6 až 504,9 g.kg⁻¹ pôvodnej hmoty (tab. 1.). Podľa Bíra et al. (2014) by sa mal obsah sušiny pri zbere kukurice na siláž pohybovať v rozpätí 30 – 35%. V hodnotenom súbore malo 35 % kukuričných siláží obsah sušiny nižší ako 300 g.kg⁻¹. Kukuričná siláž s nízkym obsahom sušiny sa vyznačuje búrlivým priebehom fermentácie, rizikom úniku silážnych štiav a väčšou tvorbou alkoholu (Doležal et al., 2011). Kukuričná siláž je deficitná na obsah dusíkatých látok. Priemerný obsah dusíkatých látok v analyzovaných silážach sme zaznamenali 83,3 g.kg⁻¹ sušiny. Silva-del-Río (2010) v kukuričných silážach z Wisconsinu (n=205) zistili priemerný obsah dusíkatých látok 76 g.kg⁻¹ sušiny a z Kalifornie (n=131) 80 g.kg⁻¹ sušiny.

Analyzované kukuričné siláže mali priemerný obsah vlákniny 202,76 g.kg⁻¹ sušiny. Hodnoty BNLV kukuričných siláží mali široké rozpätie 550 až 747,5 g.kg⁻¹ sušiny. Analyzované kukuričné siláže mali priemerný obsah organickej hmoty 958,86 g.kg⁻¹ sušiny. Silva-del-Río (2010) zistila priemerný obsah organickej hmoty 939 g.kg⁻¹ sušiny (z Kalifornie, n=131) a 963 g.kg⁻¹ sušiny (z Wisconsinu, n=205). V obsahu škrobu sme zaznamenali vysoké rozpätie, a to od 151 až 496 g.kg⁻¹ sušiny. Podľa Mitríka (2010) je kukurica siata považovaná za najvýznamnejší zdroj energie z objemových krmív z hľadiska obsahu a kvality škrobu, ktorého obsah by sa mal pohybovať v kvalitných silážach nad 27,5 %.

Tabuľka 1. Obsah živín v kukuričných silážach.

Rok	S	NL	T	VL	Po	BNLV	OH	Škrob
2014	(g.kg ⁻¹)				(g.kg ⁻¹ sušiny)			
	319,67	83,3	31,94	202,76	41,14	659,44	958,86	347,31
S.D.	60,03	7,2	4,98	37,22	8,52	55,68	8,52	98,32
min.	224,6	71,8	21,8	155,9	28,6	550,0	940,4	151,0
max.	504,9	96,2	38,4	281,7	59,6	747,5	971,40	496,1

S: sušina, NL: dusíkaté látky, T: tuk, VL: vláknina, Po: popol, BNLV: bezdusíkaté látky výťažkové, OH: organická hmota

Priemerný obsah acidodetergentnej vlákniny predstavoval 219,01 g.kg⁻¹ sušiny, zatiaľ čo najnižšia hodnota bola 173,8 g.kg⁻¹ sušiny a najvyššia 311,8 g.kg⁻¹ sušiny (tab. 2.). Silva-del-Río (2010) v kukuričných silážach z Kalifornie (n=131) zistila priemernú hodnotu ADV 245 g.kg⁻¹ sušiny a z Wisconsinu (n=205) 209,0 g.kg⁻¹ sušiny. Kezar (2001) uvádzajú rozpätie obsahu ADV v kukuričných silážach 170-350 g.kg⁻¹ sušiny. Stráviteľnosť organickej hmoty je v negatívnej korelácii k ADV. 395,4 g.kg⁻¹ sušiny bola priemerná hodnota neutrálnedetergentnej vlákniny s min. a max. hodnotou 301,7 a 577,8 g.kg⁻¹ sušiny.

Neutrálne detergentná vlákna vyjadruje najpresnejšie celkový obsah vlákniny v krmive. Juráček et al. (2012a) porovnávaním kukuričných siláží rôznych hybridov zaznamenali rozpätie obsahu NDV od 308,5 do 416,5 g.kg⁻¹ sušiny. V hodnotených silážach bola priemerná hodnota NDV 395,40 g.kg⁻¹ sušiny.

Kim a Adesogan (2006) zistili v kukuričných silážach s obsahom sušiny 30,4-39,4 % rozpätie obsahu ADV od 208 do 245 g.kg⁻¹ sušiny a NDV od 399 do 469 g.kg⁻¹ sušiny. V kukuričných silážach sme zistili priemernú hodnotu NEL 6,30 MJ.kg⁻¹ sušiny a hodnotu NEV 6,27 MJ.kg⁻¹ sušiny. Juráček et al. (2012b) zistili priemernú hodnotu NEL v kukuričných silážach 6,32 MJ.kg⁻¹ sušiny analyzovaných v roku 2009 a 6,27 MJ.kg⁻¹ sušiny analyzovaných v roku 2010.

Tabuľka 2. Obsah ADV, NDV a energetická a dusíková hodnota kukuričných siláží.

Rok 2014	ADV (g.kg ⁻¹ sušiny)	NDV (g.kg ⁻¹ sušiny)	NEL (MJ.kg ⁻¹ sušiny)	NEV (MJ.kg ⁻¹ sušiny)	PDIN (g.kg ⁻¹ sušiny)	PDIE (g.kg ⁻¹ sušiny)
	219,01	395,40	6,30	6,27	50,92	64,36
S.D.	39,32	78,98	0,06	0,06	4,11	3,16
min.	173,8	301,70	6,18	6,14	45,4	57,8
max.	311,8	577,80	6,39	6,36	58,3	68,8

ADV: acidodetergentná vlákna, NDV: neutrálnedetergentná vlákna, NEL: netto energia laktácie, NEV: netto energia výkrmu, PDIN a PDIE: skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov

V hodnotených kukuričných silážach bol priemerný obsah kyseliny mliečnej 78,97 g.kg⁻¹ (tab. 3.). Vysoký obsah kyseliny mliečnej efektívne pôsobí na fermentačný proces a zabezpečuje minimálne straty sušiny (Seglar, 2003). Chahine et al. (2009) považuje za žiaducu koncentráciu kyseliny mliečnej viac ako 4 %. Vyšší obsah kyseliny mliečnej ako 10 g v kg pôvodnej hmoty mali všetky vzorky kukuričných siláží. Kyselina octová sa zvyčajne nachádza v siláži pod 3 % a obsah vyšší naznačuje neefektívnu heterofermentatívnu fermentáciu (Seglar, 2003).

Pomer kyseliny mliečnej k acetickému podielu (kyselina octová + kyselina propiónová) bol u kukuričných siláží 2,2:1, čo bolo v požadovanom rozpätí, ktoré odporúča Chahine et al. (2009) (1,5-4:1). Silva-del-Río (2010) v kukuričných silážach z Kalifornie (n=131) zaznamenal pomer kyseliny mliečnej ku kyseline octovej 2,76:1 a u siláží z Wisconsinu (n=205) 3,08:1. V 6-tich vzorkách (28,6 %) sme zistili prítomnosť nežiaducej kyseliny maslovej. Chahine et al. (2009) uvádza maximálny obsah kyseliny maslovej v kukuričných silážach 0,13 %.

Hodnota pH sa pohybovala v rozpätí od 3,4 do 4,27 a s priemernou hodnotou 3,8. Škultéty (1999) uvádza, že optimálna hodnota pH v kukuričných silážach by mala byť v rozpätí 3,7 až 4,3. Priemerný obsah fermentačných produktov bol v kukuričných silážach 125,43 g.kg⁻¹.

Tabuľka 3. Charakteristika fermentačného procesu kukuričných siláží.

Rok 2014	kyselina mravčia	kyselina mliečna	kyselina octová	kyselina maslová	Hodnota pH	FP g.kg ⁻¹ suš.
	1,05	78,97	32,9	1,01	3,8	125,43
S.D.	1,88	29,48	16,03	1,73	0,19	38,24
min.	0	47,87	8,32	0,0	3,4	62,25
max.	6,24	166,16	63,36	5,62	4,27	215,32

FP: fermentačné produkty

Záver

V hodnotených kukuričných silážach ($n=21$) z poľnohospodárskych podnikov zo západného Slovenska, analyzovaných na Katedre výživy zvierat FAPZ SPU v Nitre, sme zistili priemerný obsah sušiny $319,67 \text{ g.kg}^{-1}$. V hodnotenom súbore malo však 35 % vzoriek kukuričných siláží nižší obsah sušiny ako 300 g.kg^{-1} . Kukuričné siláže mali v 1 kg sušiny priemerný obsah ADV $219,01 \text{ g}$ a NDV $395,40 \text{ g}$. Škrob dosahoval priemernú hodnotu $347,31 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny, pričom 19 % vzoriek malo nižší obsah škrobu ako 300 g.kg^{-1} sušiny. Kukuričná siláž je významným zdrojom energie najmä pre prežúvavce. V kukuričných silážach sme zaznamenali priemernú hodnotu NEL $6,3 \text{ MJ.kg}^{-1}$ sušiny a NEV $6,27 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Všetky vzorky kukuričných siláží mali vyšší obsah kyseliny mliečnej ako 10 g v kg pôvodnej hmoty. Kyselina octová sa nachádzala v priemernom množstve $32,9 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny, pričom až 52,4 % vzoriek malo vyšší obsah kyseliny octovej ako 30 g.kg^{-1} sušiny. V 6-tich vzorkách (28,6 %) sme zistili prítomnosť nežiaducej kyseliny maslovej. V kukuričných silážach sme zistili priemernú hodnotu pH 3,8 s rozpätím od 3,4 do 4,27.

Literatúra

- Bíro, D. - Juráček, M. - Šimko, M. - Gálik, B. - Rolinec, M. 2014. Konzervovanie a úprava krmív. 1. vyd. Nitra: SPU, 223 s. ISBN 978-80-552-1265-4.
- Doležal, P. - Nedělník, J. - Pyrochta, V. - Skládanka, J. - Szwedziak, K. - Moravcová, H. - Tukiendorf, M. - Zeman, L. 2011. Influence of additive supplementation on the fermentation process quality and aerobic stability in maize silage. In IX. Kábtrovy dietetické dny, Brno: VFU Brno, s. 159-164.
- Chahine, M. - File, T.E. - Shewmaker, G.E. 2009. Target values for corn silage. [online] [cit: 2015-19-3] Dostupné na: <http://www.extension.uidaho.edu/forage/Proceedings/2009%20proceedings/Target%20Values%20for%20Corn%20Silage.pdf>
- Juráček, M. - Bíro, D. - Gálik, B. - Šimko, M. - Rolinec, M. - Pastierik, O. - Kupecsek, A. - Csídey, F. - Jablonický, P. - Majlát, M. 2012a. Výživná hodnota a silážovateľnosť hybridov kukurice siatej. Nitra: SPU, 2012, 100s. ISBN 978-80-552-0923-4.
- Juráček, M. - Bíro, D. - Šimko, M. - Gálik, B. - Rolinec, M. 2012b. The quality of maize silages from west region of Slovakia. In Journal of Central European Agriculture, vol. 13, no. 4, p. 695-703.
- Kezar, W.W. 2001. Successful use of high quality corn silage for dairies in the western United States. In Proceedings, 31st. California Alfalfa and forage Symposium, 12-13 December 2001. Modesto, CA, UC Cooperative Extension, University of California, [online] [cit: 2015-2-4] Dostupné na: <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2001/01-179.pdf>
- Kim, S.C. - Adesogan, A.T. 2006. Influence of Ensiling Temperature, Simulated Rainfall, and Delayed Sealing on Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Corn Silage. In Journal of Dairy Science, vol. 89, no. 8, p. 3122-3132.
- Mitrik, T. - Vajda, V. 2006. Objemové krmivá – zloženie-quantita-kvalita. 1. vyd. FeedLab s.r.o., 2006. 96 s. ISBN 978-80-969658-0-9.
- Mitrik, T. 2010. Hodnotenie kvality a nutričnej hodnoty objemových krmív: doktorandská dizertačná práca. Košice: UVLF. s. 126-128.
- Seglar, B. 2003. Fermentation Analysis and Silage Quality Testing. In Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, May 2003, p.119-136. Dostupné na: http://www.cvm.umn.edu/dairy/prod/groups/cvm/@pub/@cvm/documents/asset/cvm_22260.pdf
- Silva-Del-Río, N. 2010. Opportunities to improve corn silage quality in California. In Proceedings, California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference, UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, CA 95616. [online] [cit: 2015-02-04] Dostupné na: <http://www.vmtc.ucdavis.edu/facandstaff/silva-del-rio/proceedings.pdf>
- Sommer, A. - Čerešňáková, Z. - Frydrych, Z. et al. 1994. Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok. 1. vyd. Nitra: VÚŽV, 1994, 113 s.
- Škultéty, M. 1999. Hodnotenie kvality siláží. In 9. Medzinárodné sympóziu Konzervovanie objemových krmív. Nitra: VÚŽV, s. 164-165.
- Výnos MP SR č. 2145/2004- 100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív.

Podakovanie

Práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0723/15.

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Miroslav Juráček, PhD.,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: miroslav.juracek@uniag.sk

ROZDIELY MEDZI POHLAVIAMI PO APLIKÁCII KVERCETÍNU NA VYBRANÉ TECHNOLOGICKO – SPRACOVATEĽSKÉ UKAZOVATELE MÄSA KRÁLIKOV THE DIFFERENCES BETWEEN SEXES FOLLOWING APPLICATION OF QUERCETIN ON PROCESSING - TECHNOLOGY PARAMETERS OF RABBIT MEAT

Anna Kalařova, Jozef Bulla, Jaroslav Kovacik, Ondřej Bučko, Jana Emrichova, Katarina Zbynovska, Peter Petruska, Monika Schneidgenova, Lubica Chrastinova, Lubomír Ondruska, Rastislav Jurcik, Peter Cupka, Martin Mellen, Marcela Capcarova

Abstrakt: The aim of present study was to determinate the effect of application of different doses of quercetin on selected parameters of processing technology parameters (electric conductivity, pH, colour) of rabbits. Adult female (n = 20) and male (n = 20) rabbits, maternal albinotic line (crossbreed New Zealand White, Buskat Rabbit, French Silver) and paternal acromalictic line (crossbreed Nitra's Rabbit, Californian Rabbit, Big Light Silver) were used in experiment. Animals were divided into five groups: control group (C) and experimental groups E1, E2 and E3. Experimental groups received quercetin in injectable form intramuscularly (*Musculus biceps femoris*) at 10 µg.kg⁻¹ in E1, 100 µg.kg⁻¹ in E2 and 1000 µg.kg⁻¹ in E3 group, for 60 days three times a week. After 60 days animals were slaughtered. Meat quality was analysed from a sample of *Musculus longissimus dorsi* (50 g) for processing technology parameters (electric conductivity, pH, colour). No significant differences (p>0.05) in processing technology parameters were found among the groups and sexes.

Keywords: quercetin, rabbit, processing technology parameters, meat

Úvod

Významný antioxidant z biologického hľadiska je taká zlúčenina, ktorá už v malej koncentrácii v reakcii s reaktívnym metabolitom (prooxidantom) tvorí relatívne stabilné a netoxické produkty (Ďuračková, 1998) a tým chráni bunky, tkanivá ale aj celý organizmus pred oxidačným poškodením voľnými radikálmi (Šilhár et al., 2004). Použitie antioxidantov je rozšírenou praxou pre konzerváciu mäsa farby a udržanie stability lipidov. Prírodné antioxidanty sú efektívne alternatívy na uchovávanie mäsa (Kikuzaki & Nakatani, 1993), a dokonca aj pre prevenciu ochorení z potravín (Fernández-López et al., 2005). Cieľom práce bolo sledovanie zmien technologicko – spracovateľských parametrov (elektrická vodivosť, pH, farba) samcov a samíc králikov po aplikácii rôznych koncentrácií prírodnej biologicky účinnej látky kvercetínu.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Vzhľad mäsa hrá dôležitú úlohu u spotrebiteľa a nákupe, pretože vizuálna stránka je ich jediným nástrojom k dispozícii, ktorá rozhoduje o jeho kúpe (Faustman & Cassens, 1990). Farba je považovaný za jeden z najvýznamnejších faktorov (Faustman & Cassens, 1990), "červená", a "jasne červená" sú spojené s čerstvosťou surového produktu a akékoľvek hnedasté farby, ako indikátor, že mäso je zatuchlé alebo skazené (Forbes, Vaisey, Diamant, a Cliplef, 1974). Prírodné antioxidanty sú efektívne alternatívy na uchovávanie mäsa (Kikuzaki & Nakatani, 1993; Andrés et al. 2014), a dokonca aj pre prevenciu ochorení z potravín (Fernández-López et al., 2005).

Materiál a metódy

Zvieratá a organizácia experimentu

V experimente boli použité dospelé samce (n=20) a samice králikov (n=20), outbrednej línie P91 vyšľachtenej na báze Kalifornského králika vo veku 4 mesiace (živá hmotnosť 4,0 - 4,5 kg) z farmy králikov Národného a potravinárskeho centra v Lužiankach (číslo schválenia

SK CH 29004). Zvieratá boli ustajnené v chovných klietkach pre laboratórne králiky v počte 1 zviera na 3000 cm² pri dennom svetelnom režime 12 hodín svetlo/12 hodín tma. Teplota v hale sa pohybovala v rozmedzí 20 - 24 °C, vlhkosť 55±10 % (zaznamenaná termohydrografom). Voda a krmivo boli k dispozícii *ad libitum*. Zvieratá boli kŕmené kompletnou kŕmnou zmesou KKV1 nasledovného zloženia: cukrovárske zrezky 18%, lucernové úsušky 23%, kŕmny ovos 10%, slnečnicový šrot 18%, pšeničné otruby 9%, melasové výplavky 5%, olivové výlisky 5%, jačmeň 3,5%, premix doplnkových látok 3,2%, sójový olej 1,7%, lignobond 1%, chlorid sodný 0,3%, monokalciumfosfát 0,3% . Obsah ostatných látok udáva Tab. 1 Zvieratá boli zaradené do experimentu v stanovenom termíne, po dosiahnutí štandardných hmotnostných parametrov. Evidencia zvierat bola realizovaná použitím individuálnych záznamových kariet.

Tabuľka 1. Obsah látok v kŕmnej zmesi KKV1 v g.kg⁻¹.

Látka	Množstvo (g.kg ⁻¹)
Ca	8
Dusíkaté látky	150
Lyzín	7
Metionín a cystín	6
Na	1,5
Popol	100
Vit. B ₂	0,005
Vit.B ₆	0,002
Vláknina	170

Experimentálnym skupinám (E1, E2, E3) bol aplikovaný kvercetín v injekčnej forme (intramuskulárne) do stehenného svalu v množstvách 10 µg.kg⁻¹ skupine E1, 100 µg.kg⁻¹ skupine E2 a 1000 µg.kg⁻¹ skupine E3 po dobu 90 dní 3 krát týždenne (Tab. 2).

Tab. 1 Schéma pokusu

Skupina	n	kvercetín (µg.kg ⁻¹)
Kontrolná C	10	0
Experimentálna E1	10	10
Experimentálna E2	10	100
Experimentálna E3	10	1000

Vzorka (*Musculus longissimus dorsi*) (100g) bola odobratá hodinu po porážke, zabalená do alumíniovej fólie a uskladnená pri teplote 4 °C počas 24 hodín Technologicko - spracovateľské parametre (elektrická vodivosť, pH, farba). Na meranie hodnoty pH sme použili digitálny prenosný batérový pH - meter MODEL 3071 (Jenway, Veľká Británia) opatrený teplomerom a kombinovanou vpichovou elektródou zloženou zo spevnenej sklenej zahrotenej elektródy kombinovanej s referenčnou chlórstriebornou. Namerané hodnoty pH sme priamo odčítali na prístroji. Elektrickú vodivosť sme stanovili pomocou prístroja PMV-51 v milisiemensoch (mS.cm⁻¹). Meria sa v závislosti od obsahu vody a minerálnych látok vo svalovine. Farbu mäsa sme stanovili fotometrickým prístrojom MiniScan XE Plus (HunterLab,USA).

Štatistická analýza

Na výpočet základných štatistických charakteristík, porovnanie výsledkov a stanovenie preukazných rozdielov medzi experimentálnymi a kontrolnou skupinou sa použil jednosmerný ANOVA test. Výsledky boli štatisticky spracované softvérom SIGMA PLOT 9.0 (Jandel, Corte Madera, CA, USA). Štatistická významnosť medzi skupinami bola stanovená na úrovni $P < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Vplyv kvercetínu na technologicko – spracovateľské parametre uvádzame v tab. 3.

Tabuľka 3. Vplyv kvercetínu na vybrané technologicko-spracovateľské parametre vo vzorkách *Musculus longissimus dorsi* králikov.

Parameter	Pohlavie	C	E1	E2	E3
pH 24h	♀	5,86±0,02	5,73±0,04	5,78±0,05	5,75±0,16
	♂	5,82±0,10	5,73±0,04	5,62±0,05	5,66±0,16
Elektrická vodivosť (mS.cm ⁻¹)	♀	1,76±0,93	1,88±1,65	1,78±0,98	1,73±1,19
	♂	0,83±0,59	1,11±0,49	2,57±1,37	1,56±0,54
Farba L	♀	50,57±1,49	51,31±2,61	48,86±2,10	44,46±4,25
	♂	47,98±2,59	43,32±3,35	42,55±0,54	43,25±1,25
a*	♀	1,94±0,51	0,82±0,22	0,70±0,48	0,46±0,15
	♂	1,68±0,21	2,81±0,74	3,93±1,40	1,76±1,05
b*	♀	8,60±0,57	6,94±0,73	6,80±2,01	6,85±0,88
	♂	6,69±2,87	7,70±0,09	8,77±1,31	6,19±0,32

C – kontrolná skupina, E1, E2, E3 – experimentálne skupiny, priemer±SD (smerodajná odchýlka)

Hodnota pH 24 u samíc bola pomerne vyrovnaná v experimentálnych skupinách E1(5,73±0,04), E2 (5,78±0,05), E3 (5,75±0,16) v porovnaní s kontrolnou skupinou (5,86±0,02). U samcov boli hodnoty pH 24 v experimentálnych skupinách E1 (5,73±0,04), E2 (5,62±0,05), E3 (5,66±0,16) nepreukazne nižšie v porovnaní s kontrolou (5,82±0,10). Vyššiu hodnotu elektrickej vodivosti sme stanovili v skupine E1 (1,88±1,65) u samíc. V ostatných experimentálnych skupinách E2 (1,78±0,98), E3 (1,73±1,19) boli hodnoty porovnateľné s kontrolnou skupinou (1,76±0,93). U samcov boli priemerné hodnoty elektrickej vodivosti mierne zvýšené E1 (1,11±0,49), E2 (2,57±1,37), E3 (1,56±0,54) v porovnaní s kontrolnou skupinou (0,83±0,59), avšak bez preukazných rozdielov ($P > 0,05$). Priemerné hodnoty farby L boli mierne nižšie u oboch pohlaví (42,55±0,54 - 48,86±2,10) v porovnaní s kontrolou (50,57±1,49) a E1 skupinou (51,31±2,61) u samíc.

Priemerné hodnoty farby a* u samíc boli v experimentálnych skupinách nepreukazne nižšie v porovnaní s kontrolou, u samcov v skupinách E1 E2 boli nepreukazne vyššie ($P > 0,05$) (červenšie) v porovnaní s ostatnými sledovanými skupinami. Farba b* bola nižšia (modrejšie) v experimentálnych skupinách v porovnaní s kontrolou u samíc, u samcov mierne vyššia v skupinách E1 a E2 v porovnaní s kontrolnou skupinou. Farba mäsa súvisí s energetickým metabolizmom svalov, spracovaním, skladovaním, stabilitou mäsa a môže byť ovplyvnená mnohými faktormi. Hernández et al. (1997) ; Pla et al. (1998); Fushi et al. (2006) uvádzajú pH 24 hodín vo svaloch *Musculus longissimus dorsi* (MLD) 5,6 a 5,7. Podobné hodnoty uvádzajú Ludewig et al. (2003).

Blasco a Piles (1990) uvádzajú, pH MLD v rozmedzí 5,66 až 5,71. Oxidačné procesy vedú k degradácii lipidov a proteínov v mäse, a tým prispievajú k zhoršeniu chuti, textúry a farby mäsových výrobkov (Ripoll et al. 2013). S narastajúcim časom dochádza k zmene farby mäsa z červenej do hnedej v dôsledku tvorby metmyoglobínu (Renner, 1990). To sa

týka tiež oxidácie lipidov a rastu mikróbov, ktoré sú hlavnými faktormi, ktoré určujú straty kvality potravín a zníženie doby použiteľnosti (Fernández-Lopez et al., 2005).

Záver

Hodnota pH, elektrická vodivosť a farba boli mierne ovplyvnené aplikáciou kvercetínu. Kvercetín spôsobil nepatrné zmeny vo vybraných technologicko-spracovateľských parametroch. Účinok flavonoidu sa prejavil pri aplikácii dávok 10, 100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ a to najmä vo farebných premenných.

Literatúra

- Andrés, S., Morán, L., Aldai, N., Tejido, M.L., Prieto, N., Bodas, R., Giráldez, F.J. 2014. Effects of linseed and quercetin added to the diet of fattening lambs on the fatty acid profile and lipid antioxidant status of meat samples. *Journal of Meat Science*, vol. 97, no.(2), pp. 156-63. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.02.001. Epub 2014 Feb 11.
- Šilhár, S., Heilerová, L., Daniš, M. 2004. Význam a možnosti zvýšenia príjmu antioxidantov v spoločnom stravovaní. In *Zborník - Výživa a potraviny pre tretie tisícročie "Spoločné stravovanie"*. Nitra:SPU, 2004, s.27-29, ISBN 80-8069-421-4.
- Đuračková, Z. 1998. *Voľné radikály a antioxidanty v medicíne I*. Slovak Academic Press, 1998. 285s. ISBN 80-88908-11-6.
- Kikuzaki, H., Nakatani, N. 1993. Antioxidant effects of some ginger constituents. *Journal of Food Science*, vol. 58, pp. 1407-1410.
- Fernández-López, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J.A., Kuri, V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application in beef meatballs. *Journal of Meat Science*, vol. 69, pp. 371-380.
- Hernandez, P., Pla, M., Blasco, A. 1997. Relationship of meat characteristics of two lines of rabbits selected for litter size and growth rate. *Journal of Animal Science*, vol. 75, p. 2936-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.007>
- Pla, M., Guerrero, L., Guardia, D., Oliver, M. A., Blasco, A. 1998. Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: I. Between lines comparison. *Livestock Production Science*, vol. 54, p. 115 - 123. [http://dx.doi.org/10.1016/s0301-6226\(97\)00179-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0301-6226(97)00179-6)
- Fushy, D., Alt, M., Beutling, D. 2006. Quality parameters of rabbit meat. *Fleischwirtschaft*, vol. 86, p. 115-117.
- Ludewig, M., Treel, V. N. 2003. Schlachtausbeute und Fleischqualität von Mastkaninchen in Abhängigkeit vom Alter. *Fleischwirtschaft*, 2003, p. 101-103.
- Blasco, A., Piles, M. 1990. Muscular pH of the rabbit. *Annales de Zootechnie*, vol. 39, p. 133 - 136. <http://dx.doi.org/10.1051/animres:19900205>
- Ripoll, G., González-Calvo, L., Molino, F., Calvo, J.H., Joy, M. 2013. Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation in light lambs. *Journal of Meat Science*, vol. 93, pp. 906-913.
- Renner, M. 1990. Review: Factors involved in the discoloration of beef meat. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 25, pp. 613-630.
- Faustman, C., Cassens, R.G. 1990. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A review. *Journal of Muscle Foods*, vol. 1, pp. 217-243.
- Forbes, S.M.C., Vaisey, M., Diamant, R., Cliplef, R. 1974. Relationships between consumer criteria for choosing beef and beef quality. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, vol. 7, pp. 130-135.

Pod'akovanie

Práca bola finančne podporená grantom VEGA 1/0760/15.

Kontaktné adresy:

Ing. Anna Kalafová, PhD.,
Katedra fyziologie zivocichov, Fakulta biotechnologie a potravinarstva, Slovenska poľnohospodarska univerzita
v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra,
e-mail: anna.kalafova@uniag.sk

KONTROLA HYGIENY VÝROBNÉHO PROCESU TEPELNE OPRACOVANÝCH MÄSOVÝCH VÝROBKOV HYGIENE CONTROL OF PRODUCTION PROCESS OF HEAT- PROCESSED MEAT PRODUCTS

Marek Šnirc, Jozef Golian

Abstrakt: In manufacturing premises, on the surface, and the part of working clothes clothes we made scrapings for the presence of micro-organisms, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella spp.* *Listeria monocytogenes* and *Salmonella spp.* We have not established using drosses. Observed results suggest the possibility control operational hygiene, personal hygiene and hygienic working environment by rapid means. Based on our findings, we can conclude that in the control of hygiene in the production of heat-treated meat products, we have not found significant hygiene shortcomings. This testifies to compliance personal, operational hygiene and hygiene of the working environment in use in the eyes of microbiological contamination considered as high risk.
Keywords: hygiene control, heat-processed meat products, microorganisms

Úvod

Prevádzkovatelia potravinárskych podnikov sa usilujú vyrábať zdravotne a hygienicky bezpečné potraviny. Počas výroby bezpečných mäsových výrobkov, mäso prechádza celým komplexom spracovateľských postupov, kde sa v prvom rade majú usmrtiť mikroorganizmy a vykonať také opatrenia, ktoré zabránia ich rast a rozmnožovanie a aby nedošlo ku kontaminácii hotových výrobkov. Mikroorganizmy vyskytujúce sa v mäse nespôsobujú len ich kazenie, ale môžu znamenať aj nebezpečenstvo pre spotrebiteľa. Tieto mikroorganizmy môžu kontaminovať mäso v priebehu ustajnenia a kŕmenia zvierat, počas ich zabitia, spracovania, výroby mäsových výrobkov, balenia alebo uskladnenia a distribúcie. Rôzne prídavné látky, soľ alebo soliace zmesi majú dobré antimikrobiálne účinky a zvyšujú kulinársku hodnotu mäsových výrobkov. Nebezpečenstvo kontaminácie sa môže zvládnuť správnymi hygienickými postupmi ako aj účinnou sanitáciou. Správna výrobná prax, systém HACCP ako aj rôzne ISO normy a legislatívne predpisy môžu byť zárukou výroby kvalitných a zdravotne bezpečných potravín.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Správna hygienická a výrobná prax je zásadnou podmienkou pre zaistenie zdravotnej bezpečnosti potravín živočíšneho pôvodu (Malena, 2014). Kunová et al., (2011) uvádzajú, že mäsové výrobky sú potraviny z jedného alebo viacerých druhov mäsa s prídavkom prísad, ktoré sú mletím a miešaním upravené na požadovanú štruktúru, pričom ich tvar, veľkosť a vzhľad sú dané použitým obalom, údením prípadne tiež procesom zrenia. Mäso a mäsové výrobky môžu znamenať potenciálne nebezpečenstvo pre spotrebiteľa (Sofos, 2014). Alonso et al., (2013) uvádzajú, že mäso a mäsové výrobky sú potraviny s vysokou nutričnou hodnotou, ktoré poskytujú cenné množstvo bielkovín vysokej kvality. Obsahujú aminokyseliny, ktoré sú nevyhnutné pre ľudské zdravie, mastné kyseliny, vitamínov (najmä B - komplex , sú hlavné zdroje B₁₂), minerálne látky (hlavne železo a zinok s vysokou biologickou využiteľnosťou a mangán) a ďalšie bioaktívne zlúčeniny. Mikrobiologické kazenie potravín a rast patogénnych mikroorganizmov môžu spôsobovať rôzne faktory. Voči predchádzaniu rastu mikroorganizmov sa vykonávajú rôzne podporné opatrenia (Marsden et al., 2009). Počas výroby má osobná hygiena pracovníkov a účinná sanitácia značný vplyv na zvládnutie kontroly nebezpečenstva kontaminácie tepelne opracovaných mäsových výrobkov (Holah, 2014). Mäso je komodita s vysokou nutričnou hodnotou. Má pomerne vysoký podiel vody, bielkovín a ďalších vo vode rozpustných látok, v dôsledku čoho vytvára vhodné

prostredie pre rast mikroorganizmov, vrátane baktérií s nežiaducimi vlastnosťami spôsobujúce kazenie (Elmasry et al., 2011).

Materiál a metódy

Vo vybraných častiach mäsozávodu sme sledovali v priebehu mesiacov október 2014 – marec 2015 prítomnosť celkového počtu mikroorganizmov, *Listeria monocytogenes* a *Salmonella* spp. Na získanie sterov boli použité sterovky od firmy Dispolab. Stery boli odobrané po vykonaní sanitácie z nasledovných miest: baliareň, masírovanie, miešareň, narážkareň, rozrábka, soliareň, ster z prepraviek, ster z priestorov štandardizácie, z povrchu tepelne opracovaných výrobkov, udiarne, priestorov varenej výroby, vozidla. Stery z pracovnej blúzky, pracovného odevu, obuvi a z rúk zamestnancov boli odobraté pred nástupom na pracovisko. Stery boli vykonané sterilným vatovým tampónom z plochy 10 x 10 cm. Pre stanovenie celkového počtu mikroorganizmov sme postupovali podľa STN ISO 4833-1, pre stanovenie *Listeria monocytogenes* sme postupovali podľa normy STN ISO 11 290, pre stanovenie *Salmonella* spp. sme postupovali podľa normy STN ISO 6579.

Výsledky a diskusia

V tabuľke 1 sa nachádzajú výsledky vyšetrenia sterov odobratých z pracovných pomôcok a priestorov výroby tepelne opracovaných mäsových výrobkov za sledované obdobie október 2014 – marec 2015.

Tabuľka 1. Výsledky vyšetrenia sterov odobratých z pracovných pomôcok a priestorov výroby tepelne opracovaných mäsových výrobkov za október 2014 – marec 2015.

Miesto odberu sterov	Počet odobratých sterov	Celkový počet mikroorganizmov		<i>Listeria monocytogenes</i>		<i>Salmonella</i> spp.	
		V	N	V	N	V	N
Baliareň	67	22		32		13	
Masírovanie	37	17		6		14	
Miešareň	40	20		12		8	
Narážkareň	40	21		9		10	
Pracovná blúza	1	1					
Rozrábka	74	25		42		7	
Soliareň	39	24	1	10		4	
Ster z prepraviek	23	14	2	3		4	
Ster z rúk	13	9		2		2	
Ster z obuvi	2			2			
Ster z prac. odevu	1			1			
Štandardizácia	39	17		10		14	
Tepelne opracované výrobky	3	1		1		1	
Udiarne	1	1		0		0	
Varená výroba	24	10		6		8	
Vozidlá	6			3		3	
Súhrn jednotlivo		182	3	139		88	
Spolu	412	185		139		88	
%		98,38	1,62	100	0	100	0

Legenda: V – vyhovujúce, N - nevyhovujúce

Z celkového počtu 412 odobratých sterov bol v troch prípadoch zvýšený limit CPM, výskyt *Listeria monocytogenes* a *Salmonella* spp. sa pomocou sterov nepotvrdil. Nevyhovujúci celkový počet mikroorganizmov mohol vzniknúť v soliarni zlým prevedením mechanického čistenia alebo nedodržania jednotlivých pracovných postupov počas vykonania dezinfekcie alebo zanesením kontaminácie neumytými rukami pracovníkov, resp. inou sekundárnou kontamináciou. Štúdie Bořilovej et al., (2014) uvádzajú potvrdenie výskytu *Salmonella* spp. na povrchu hydinového, bravčového a hovädzieho mäsa, pričom táto kontaminácia súvisí s možným výskytom na pracovných plochách. Na dôkaz možného výskytu *Salmonella* sp. sme odobrali celkovo 88 sterov a ani v jednom z nich sme nepreukázali jej prítomnosť. Na vyšetrenie celkového počtu mikroorganizmov bolo odobratých celkovo 185 sterov, z ktorých 3 boli nevyhovujúce. Konkrétne na kontrolu osobnej hygieny bolo odobratých 16 sterov, z ktorých všetky boli vyhovujúce. Podobný výsledok uvádzajú aj Gregorová et al., (2014), kedy hodnotili hygienu zamestnancov v mäso spracujúcom podniku. V uvedenej štúdii získali vyhovujúce výsledky až na jedného zamestnanca, u ktorého po dezinfekcii rúk zistili pozitívny nález koliformných baktérií s počtom 5 KTJ.

Záver

Prítomnosť mikroorganizmov v tepelne opracovaných mäsových výrobkoch predstavuje z pohľadu kvality a bezpečnosti potravín významný problém. Keďže mäso a mäsové výrobky predstavujú ideálne prostredie pre rast a rozmnožovanie mikroorganizmov, v procese opracovania, výroby a skladovania je nutné zabrániť kontaminácii surovín a hotových výrobkov mikroorganizmami a ich prípadné množenie. Celkovo môžeme konštatovať, že úroveň hygieny priestorov, pracovných pomôcok ako aj osobná hygiena v sledovanom mäsozávoде je na veľmi dobrej úrovni. Len tri stery nevyhoveli mikrobiologickým požiadavkám, z ktorých dva pochádzali z povrchu potravinárskych prepraviek a jeden z priestoru soliarne. Z celkovej počtu 185 sterov odobratých za obdobie 6 mesiacov na celkový počet mikroorganizmov to považujeme za veľmi dobrý výsledok. To svedčí o vysokej úrovni, ktorá je v podniku dlhodobo udržiavaná.

Literatúra

- ALONSO, O. B. – COLMENERO, F. J. – MUNIZ, F. J. S. 2013. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods, In *Meat Science*. [online]. vol. 95, iss. 4, [cit. 2013-04-01]. s. 919-930. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013001083?np=y> ISSN 0309-1740.
- ELMASRY, G. et al. 2012. Meat Quality Evaluation by Hyperspectral Imaging Technique: An Overview. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. [online]. vol. 52, iss. 8, [2011-07-12]. s. 689-711 Dostupné na internete: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2010.507908#.VSuFEfCQmfx>. ISSN 1549-7852.
- HOLAH, J. 2014. Hygiene in food processing and manufacturing. In: *Encyclopedia of Food Safety*. [online]. vol. 1. [cit. 2014-02-26]. s. 623-659. Dostupné na internete: <http://content.knovel.com>. ISBN 978-0-12-378612-8.
- KUNOVÁ, S. et al. 2011. Mikrobiologická kvalita vybraných mäsových produktov. In: *VIII. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou : Bezpečnosť a kontrola potravín* [CD-ROM]. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra, 2011, s. 53-56. ISBN 978-80-552-0559-5.
- MALENA, M. 2014. Hygiena výroby je čím dál dôležitejším témom. In: *Maso*. 2014, č. 3, s. 3.
- MARSDEN, J. 2009. Cooked meats, poultry and their products. In: *Microbiology Handbook – Meat Products*. [online]. [cit. 2012-11-12]. s. 53-81. Dostupné na internete: <http://www.app.knovel.com>. ISBN 978-1-62198-173-2.
- SOFOS, J. N. 2014. Safety of Food and Beverages: Meat and Meat Products. In: *Encyclopedia of Food Safety*. [online]. vol. 3, [cit. 2013-12-18]. s. 268-279. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012378612821>. ISBN: 978-0-12-378613-5.
- STN EN ISO 6579. 2002. *Mikrobiológia potravín a krmív. Horizontálna metóda na dôkaz baktérií rodu Salmonella*

STN ISO 11 290. 1996. *Mikrobiológia potravín a krmív. Horizontálna metóda na dôkaz a stanovenie počtu baktérií Listeria monocytogenes.*

STN ISO 4833-1. 2013. *Mikrobiológia potravinárskeho reťazca. Horizontálna metóda na stanovenie počtu mikroorganizmov. Časť 1: Metóda počítania kolónií kultivovaných pri 30 °C zalievaním inokula*

PodĎakovanie

Práca bola podporená projektom VEGA 1/0316/15 Aplikácia molekulárno-genetických metód a pyrosekvenovania pre autentifikáciu, identifikáciu a výsledovateľnosť mäsa a jeho náhrad

Kontaktná adresa:

Ing. Marek Šnirc, prof. Ing. Jozef Golian, Dr.,
Katedra hygieny a bezpečnosti potravín, FBP SPU v Nitre, Tr. Andreja Hlinku, 949 01 Nitra,
e-mail: marek.snirc1@gmail.com

VPLYV AGROEKOLOGICKÝCH PODMIENOK ROČNÍKA A BIOLOGICKÉHO MATERIÁLU NA ÚRODU A ÚRODOTVORNÉ PRVKY SLNEČNICE ROČNEJ IMPACT OF YEAR AGRO-ECOLOGICAL CONDITIONS AND BIOLOGICAL MATERIAL ON YIELD AND YIELD FORMING ELEMENTS OF SUNFLOWER

Ivan Černý, Dávid Ernst

Abstract: The aim of the polyfactorial trials carried out on experimental field of the Plant Biology and Ecology Centre, the Faculty of Agrobiological and Food Resources of the Slovak University of Agriculture in Nitra in two experimental years 2012 and 2013 was to evaluate the impact of year agro-ecological conditions and hybrids (*NK Brio*, *NK Neoma*, *NK Ferti*) on selected yield forming elements (number of plants per unit of area, number of sunflower heads per unit of area, diameter of sunflower head, weight of sunflower head, weight of a thousand achenes) and yield of sunflower achenes. Agro-ecological conditions had statistically significant influence on weight of sunflower heads and yield. More favorable agro-ecological conditions for sunflower yield formation were in 2012 (2.77 t/ha). Biological material had statistically significant influence on number of plants, number of sunflower heads, diameters of sunflower heads and weight of sunflower heads. The highest yield was recorded in 2012 with *NK Brio* hybrid (2.84 t/ha).

Key words: sunflower, year agro-ecological conditions, hybrids, yield forming elements, yield

Úvod

Produkčný proces rastlín je signifikantne ovplyvňovaný výkyvmi počasia súvisiacimi s globálnymi klimatickými zmenami. Výrazné zmeny teplôt a zrážok možno považovať za dve najpodstatnejšie príčiny variability úrodu (González *et al.*, 2013) poľných plodín. Gesch & Johnson (2013) považujú za ďalší významný faktor ovplyvňujúci produkčný proces a výslednú úrodu slnečnice ročnej rôznorodosť biologického materiálu – hybridov. Ako uvádza Joksimović *et al.* (1999) a Veverková (2012), technologické parametre úrody slnečnice ročnej sú významne ovplyvnené mnohými morfo-botanickými parametrami porastu. Na základe analýzy produkčného procesu slnečnice ročnej, možno za najdôležitejšie parametre porastu považovať počet rastlín a úborov na jednotku plochy, priemer úboru, hmotnosť úboru a hmotnosť tisícich nažiek.

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť vplyv agroekologických podmienok ročníka a biologického materiálu na tvorbu vybraných úrodotvorných prvkov a úrody nažiek slnečnice ročnej.

Materiál a metódy

Poľný polyfaktorový pokus bol realizovaný v rokoch 2012 a 2013 na experimentálnej báze Strediska biológie a ekológie rastlín FAPZ SPU v Nitre, lokalizovanej v teplej kukuričnej výrobnnej oblasti. V rámci osevného postupu bola predplodinou slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) pšenica letná forma ozimná (*Triticum aestivum* L.). Obrábanie pôdy a spôsob založenia porastu boli uskutočnené konvenčným spôsobom pestovania slnečnice ročnej. Základné hnojenie bolo realizované bilančnou metódou na predpokladanú výšku úrody 3 t.ha⁻¹.

V pokuse boli zaradené hybridy: *NK Brio* (dvojlíniový, stredne neskorý hybrid s normálnym typom oleja), *NK Neoma* (dvojlíniový stredne neskorý hybrid s normálnym typom oleja), *NK Ferti* (dvojlíniový stredne skorý hybrid, s vyšším obsahom kyseliny olejovej).

Úroda nažiek slnečnice ročnej bola prepočítaná v rámci jednotlivých variantov pokusu na plochu 1 ha. Základné meteorologické údaje za jednotlivé experimentálne roky boli získané z Agrometeorologickej stanice FZKI SPU v Nitre (tab. 1).

Tabuľka 1. Poveternostné podmienky experimentálneho stanovišťa.

Mesiac	Ideálna potreba (i)		2012		2013	
	Σ_{mm}	$X_{td}^{\circ C}$	Σ_{mm}	$X_{td}^{\circ C}$	Σ_{mm}	$X_{td}^{\circ C}$
IV.	27,5	10	39,8	12,07	23	11,65
V.	77,6	12	15	17,64	65,6	15,09
VI.	13,6	16	47,6	20,39	54,8	18,54
VII.	14,6	19	109	22,95	2,2	22,25
VIII.	95,4	18	15,4	22,87	70	20,89
IX.	12,2	15	31,4	18,02	60,8	13,63

Pokus bol založený metódou kolmo delených blokov s náhodným usporiadaním pokusných členov, v troch opakovaníach. Výsledky experimentu boli štatisticky vyhodnotené analýzou rozptylu prostredníctvom štatistického programu *Statistica 8*.

Výsledky a diskusia

Poveternostné podmienky v priebehu jednotlivých experimentálnych rokov boli nevyrovnané. Z hľadiska zistených priemerných mesačných teplôt, v porovnaní s dlhodobým normálom, možno charakterizovať oba roky ako nadpriemerné. Z hľadiska úhrnu zrážok, v priebehu vegetačného obdobia, bol pre oba experimentálne roky typický ich nerovnomerný úhrn (Tab.1).

Pestovateľský ročník nemal preukazný vplyv na počet rastlín (Tab. 3). Priemerný počet rastlín za sledované obdobie bol 54 213,84 jedincov.ha⁻¹ (Tab. 2). V roku 2013 bol dosiahnutý vyšší počet jedincov na hektár v porovnaní s pestovateľským rokom 2012 o viac ako 1 310 rastlín. Uvedené zistenie je v zhode s výsledkami, ktoré uvádza Veverková (2012), ktorá popisuje negatívny vplyv nerovnomerného úhrnu zrážok počas vegetácie na hustotu porastu slnečnice ročnej.

Vplyv pestovateľského ročníka na počet úborov bol štatisticky nepreukazný (Tab. 3). Priemerný počet úborov na hektár za sledované obdobie bol 55 849,56. Pri inventarizácii porastu bol zistený väčší počet úborov v experimentálnom roku 2013. V roku 2012 sa v poraste nachádzalo o takmer 3 245 úborov menej (Tab. 2). Uvedené zistenie je v rozpore s výsledkami, ktoré uvádza Veverková (2012), podľa ktorej bol počet úborov významne ovplyvnený poveternostnými podmienkami ročníka.

Vplyv pestovateľského ročníka na priemer úboru bol štatisticky nepreukazný (Tab. 3). Priemerná hodnota za oba experimentálne roky bola 193,07 mm. Vyššia priemerná hodnota priemeru úboru bola zistená v roku 2013, kedy sa v poraste v priemere nachádzali skoro o 16 mm väčšie úbory ako v roku predchádzajúcom (Tab. 2). Nami prezentované výsledky nie sú v súlade s výsledkami, ktoré uvádza Veverková (2012), podľa ktorej bol priemer úboru významne ovplyvnený poveternostnými podmienkami ročníka.

Vplyv ročníka na hmotnosť úboru bol štatisticky preukazný (Tab. 3). Priemerná hodnota hmotnosti úboru bola 183,34 g. Vyššia priemerná hmotnosť úboru bola zistená v roku 2012, naopak nižšia hodnota o takmer 97 g bola zistená v roku 2013 (Tab. 2). Zistené výsledky sú v zhode so závermi, ktoré uvádza Amjed *et al.* (2011), ktorý uvádza štatisticky preukazný vplyv pestovateľského ročníka na hmotnosť úboru.

Vplyv agroekologických podmienok ročníka na HTN bol štatisticky preukazný (Tab. 3). Priemerná hodnota hmotnosti tisícich nažiek za celé experimentálne obdobie bola 45,41 g. Vyššia hodnota hmotnosti tisícich nažiek (cca 29 g) bola zistená v roku 2012, nižšia hodnota

hmotnosti tisícich nažiek bola zistená v roku 2013 (Tab. 2). Naše výsledky potvrdzujú tvrdenie, ktoré uvádza Rauf *et al.* (2012), podľa ktorého je hmotnosť nažiek ako jeden z rozhodujúcich úrodotvorných prvkov významne ovplyvňovaný priebehom poveternostných podmienok ročníka, najmä úhrnom zrážok vo fáze vývoja plodu.

Finálna úroda nažiek je výsledkom kumulatívneho účinku viacerých úrodotvorných prvkov (priemer úboru, hmotnosť tisícich nažiek a i.), ovplyvnených konkrétnymi podmienkami prostredia (Yasin *et al.*, 2013). V experimentoch bol zaznamenaný štatisticky preukazný vplyv poveternostných podmienok ročníka na úrodu nažiek slnečnice ročnej (Tab. 3). Priemerná úroda nažiek za experimentálne obdobie bola 2,37 t.ha⁻¹. Ako vhodnejší pre pestovanie slnečnice ročnej, z hľadiska úrody nažiek bol rok 2012, v ktorom dosiahnutá úroda nažiek bola vyššia o 0,79 t.ha⁻¹ v porovnaní s rokom 2013 (Tab. 2). Dosiahnuté výsledky potvrdzujú zistenia viacerých autorov. Štatisticky preukazný vplyv poveternostných podmienok na dosiahnutej úrode nažiek slnečnice ročnej popisujú Bacsová (2011) a Veverková (2012). Černý *et al.* (2013) zaznamenal vyššiu úrodu nažiek v roku s nižším úhrnom zrážok.

Tabuľka 2. Úroda a úrodotvorné prvky slnečnice ročnej.

Rok	Hybrid	Počet rastlín (ha)	Počet úborov (ks.ha ⁻¹)	Priemer úborov (mm)	Hmotnosť úborov (g)	HTN (g)	Úroda (t.ha ⁻¹)
2012	NK Brio	51 344,98	51 297,16	194,17	269,29	64,58	2,84
	NK Neoma	54 686,15	54 961,54	183,75	193,8	55,44	2,73
	NK Ferti	54 640,11	56 423,07	177,92	231,92	59,47	2,74
	Arit. priem.	53 557,08	54 227,26	185,28	231,67	59,83	2,77
2013	NK Brio	55 932,70	56 621,93	206,67	142,4	30,41	1,61
	NK Neoma	47 427,07	50 624,28	198,92	127,52	31,62	2,04
	NK Ferti	61 252,02	65 169,40	197	135,12	30,92	2,28
	Arit. priem.	54 870,60	57 471,87	200,86	135,01	30,983	1,98
Aritmetický priemer		54 213,84	55 849,56	193,07	183,34	45,41	2,37

Z hodnotenia vplyvu hybridov na počet rastlín na hektár je charakteristická štatistická signifikantnosť (Tab. 3). Priemerný počet rastlín na hektár bol 54 213,84. Najvyšší počet rastlín na hektár bol zistený v roku 2013 pri hybride NK Ferti, naopak najnižší počet rastlín na hektár bol zistený v roku 2012 pri hybride NK Brio (Tab. 2). Uvedené výsledky sú porovnateľné so závermi, ktoré uvádza Bakhat *et al.* (2006), podľa ktorého bola organizácia porastu preukazne ovplyvnená zvoleným hybridom slnečnice ročnej.

Hybridy mali štatisticky preukazný vplyv na počet úborov na hektár (Tab. 3). Priemerný počet úborov na hektár bol 55 849,56. Najvyšší počet úborov na hektár bol zistený v roku 2013 pri hybride NK Ferti. Najnižší počet úborov na hektár zistený v roku 2012 pri hybride NK Brio (Tab. 2). Uvedené výsledky sú v súlade s tvrdením, ktoré uvádza Veverka *et al.* (1999), ktorý popisuje výrazné rozdiely vo vetvení rastliny a tým aj mnohopočetnosti úborov na jednej rastline medzi jednotlivými hybridmi.

Vplyv hybridov na priemer úboru bol štatisticky preukazný (Tab. 3). Najvyšší priemer úboru bol zistený v roku 2013 pri hybride NK Brio, naopak najnižší priemer úboru (cca o 29 mm) bol zistený v roku 2012 pri hybride NK Ferti (Tab. 2). Dosiahnuté výsledky sú v zhode s konštatovaním viacerých autorov. Amjed (2011), Bacsová (2011) a Veverková (2012) uvádzajú, že hodnota priemeru úboru je štatisticky preukazne ovplyvnená pestovaným hybridom.

Vplyv hybridov na hmotnosť úborov bol štatisticky preukazný (Tab. 3). Priemerná hmotnosť úborov bola 183,34 g. Najvyššia hmotnosť úborov bola zistená v roku 2012 pri hybride NK Brio, ktorá bola o viac ako 142 g vyššia než hmotnosť úborov zistená v roku 2013

pri hybride *NK Neoma* (Tab. 2). Podobné výsledky uvádzajú Černý & Mátyás (2012), ktorí zistili štatisticky preukazný vplyv hybridov na hmotnosť úborov.

Hybridy nemali štatisticky preukazný vplyv na hmotnosť tisícich nažiek (Tab. 3). Najvyššia hmotnosť tisícich nažiek bola zistená v roku 2012 pri hybride *NK Brio*, najnižšia hmotnosť tisícich nažiek bola zistená v roku 2013 pri tom istom hybride (Tab. 2). Naše výsledky sú v rozpore s výsledkami, ktoré uvádza Rondanini *et al.* (2003). Uvedený autor uvádza, že priemerná hmotnosť nažiek je rozhodujúcim úrodovným faktorom, ktorý zohráva významnú úlohu pri posudzovaní produkčného potenciálu pestovaných hybridov.

Vplyv sledovaných hybridov na úrodu nažiek bol štatisticky nepreukazný (Tab. 3). Priemerná úroda nažiek bola $2,37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Najvyššia úroda nažiek bola dosiahnutá v roku 2012 pri hybride *NK Brio*, ktorá bola o $1,20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ vyššia než najnižšia úroda nažiek, dosiahnutá v roku 2013 pri tom istom hybride (Tab. 2). Dosiahnuté výsledky sú v zhode so údajmi, ktoré uvádza Bacsová (2011), ktorá uvádza štatisticky nepreukazný vplyv pestovaných hybridov na úrodu nažiek. Naopak, Bakhat *et al.* (2006) a Veverková (2012) potvrdzujú štatisticky preukazný vplyv hybridov na úrodu nažiek slnečnice ročnej.

Tabuľka 3. Analýza rozptylu pre úrodu a úrodovné prvky slnečnice ročnej.

Analýza rozptylu pre počet rastlín. ha^{-1}					
	Stupne	SČ	PČ	F	p
Absolútny člen	1	2,12E+11	2,12E+11	17416,82	0
rok	1	3,11E+07	3,11E+07	2,56	0,117747
hybrid	2	5,81E+08	2,91E+08	23,93	0
Analýza rozptylu pre počet úborov. ha^{-1}					
	Stupne	SČ	PČ	F	p
Absolútny člen	1	2,25E+11	2,25E+11	15800,75	0
rok	1	1,89E+08	1,89E+08	13,33	0,000748
hybrid	2	8,97E+08	4,49E+08	31,56	0
Analýza rozptylu pre priemer úborov (mm)					
	Stupne	SČ	PČ	F	p
Absolútny člen	1	2683858	2683858	12852,45	0
rok	1	4371	4371	20,93	0,000045
hybrid	2	2124	1062	5,08	0,010776
Analýza rozptylu pre hmotnosť úborov (g)					
	Stupne	SČ	PČ	F	p
Absolútny člen	1	2420235	2420235	2875,848	0
rok	1	168169	168169	199,827	0
hybrid	2	24506	12253	14,56	0,000018
Analýza rozptylu pre HTN (g)					
	Stupne	SČ	PČ	F	p
Absolútny člen	1	148454,4	148454,4	13255,27	0
rok	1	14976	14976	1337,19	0
hybrid	2	190,4	95,2	8,5	0,00084
Analýza rozptylu pre úrodu nažiek ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)					
	Stupne	SČ	PČ	F	p
Absolútny člen	1	405,4128	405,4128	6260,007	0
rok	1	11,1943	11,1943	172,852	0
hybrid	2	0,9594	0,4797	7,407	0,001834

Záver

Z výsledkov experimentu vyplýva štatisticky preukazný vplyv agroekologických podmienok ročníka na hmotnosť úborov, hmotnosť tisícich nažiek a na úrodu nažiek. Vplyv agroekologických podmienok ročníka na počet rastlín, počet úborov a priemer úborov bol

štatisticky nepreukazný. Vyššie priemerné hodnoty počtu rastlín ($54\,213,84\text{ ks.ha}^{-1}$), počtu úborov ($55\,471,87\text{ ks.ha}^{-1}$) a priemeru úborov ($200,86\text{ mm}$) boli zaznamenané v roku 2013. Vyššie priemerné hodnoty hmotnosti úborov ($231,67\text{ g}$) a hmotnosti tisícich nažiek ($59,83\text{ g}$) boli zaznamenané v roku 2012. Pre formovanie úrody slnečnice ročnej boli priaznivejšie agroekologické podmienky v roku 2012 ($2,77\text{ t.ha}^{-1}$).

Biologický materiál ovplyvnil štatisticky preukazne počet rastlín, počet úborov, priemer úborov a hmotnosť úborov. Štatisticky nepreukazný vplyv bol zistený na hmotnosť tisícich nažiek a na úrodu. Najvyšší počet rastlín ($61\,252,02\text{ ks.ha}^{-1}$ - *NK Ferti*), počet úborov ($65\,169,40\text{ ks.ha}^{-1}$ - *NK Ferti*) a priemer úborov ($260,67\text{ mm}$ - *NK Brio*) boli zistené v roku 2013. Najvyššia hmotnosť úborov ($269,29\text{ g}$ - *NK Brio*), hmotnosť tisícich nažiek ($64,58\text{ g}$ - *NK Brio*) a úroda ($2,84\text{ t.ha}^{-1}$ - *NK Brio*) boli zistené v roku 2012. Z hľadiska tvorby úrody bol najvýkonnejší hybrid *NK Brio*.

Literatúra

- AMJED, A. – MUHAMMAD, A. – IJAZ, R. – SAFDAR, H. – MATLOB, A. 2011. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids performance at different plant spacing under agro-ecological conditions of Sargodha, Pakistan. In *International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE, IACSIT Press, Singapore*, vol. 9, pp. 317 – 322.
- BACSOVÁ, Z. 2011. Hodnotenie vplyvu racionalizačných prvkov technológie pestovania slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) na vybrané produkčné a kvalitatívne parametre : dizertačná práca. Nitra: SPU. 158 s.
- BAKHAT J., S. - AHMAD, M. - TARIQ, H. – SHAFI, M. 2006. Performance of various hybrids of sunflower in Peshawar valley, In *Journal of Agricultural Scienc.*, vol. 3, pp. 25-29. ISSN 1916-9752.
- ČERNÝ, I. – MÁTYÁS, M. – KOVÁR, M. 2013. Analýza vplyvu poveternostných podmienok ročníka a variability genetického materiálu na úrodu a obsah tukov v nažkách slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.). In *Pestovateľské technológie v podmienkach klimatickej zmeny*. Nitra : SPU. s. 24 - 30. ISBN 978-80-552-1108-4.
- ČERNÝ, I. – MÁTYÁS, M. 2012. Analýza vplyvu poveternostných podmienok a biologického materiálu na formovaní vybraných úrodovných prvkov a úrody u slnečnice ročnej, In *Prosperující olejiny*, Praha, p. 89 – 92, ISBN 978-80-213-2335-3.
- GESCH, R. W. – JOHNSON, B. L. 2013. Post-anthesis development of oil content and composition with respect to seed moisture in two high-oleic sunflower hybrids in the northern US. In *Field Crops Research*, vol. 148, pp. 1 – 8. ISSN 0378-4290.
- GONZÁLEZ, J. - MANCUSO, N. - LUDUEÑA, P. 2013. Sunflower yield and climatic variables. In *Helia*, vol. 36, no. 58, pp. 69-76. ISSN 2197-0483.
- JOKSIMOVIĆ, J. – ATLAGIĆ, J. – ŠKORIĆ, D. 1999. Path coefficient analysis of some oil yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). In *Helia*, vol. 22, no. 31, pp. 35 – 42. ISSN 2197-0483.
- RAUF, A. - MAQSOOD, M. - AHMAD, A. – GONDAL, A. S. 2012. Yield and oil content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) As influenced by spacing and reduced irrigation condition, In *Journal of Crop Production*, vol. 1, no. 1, pp. 41 – 45. ISSN 2305 – 2627.
- RONDANINI, D. - SAVIN R. - HALL A. J. 2003. Dynamics of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief intervals of high temperature during achene filling, In *Field Crops Research*, vol. 83, pp. 79–90. ISSN 0378-4290.
- VEVERKA, K. – ŠEDIVÝ, J. – JIRÁTKO, J. 1999. *Ochrana slunečnice proti škodlivým činitelům*. Praha: Ústav poľnohospodárskych a potravinárskych informácií, s. 32. ISBN 80-7271-033-8.
- VEVERKOVÁ, A. 2012. Zhodnotenie produkčného potenciálu slnečnice ročnej (*Helianthus annuus* L.) v rozsahu racionalizácie vybraných faktorov jej pestovania : dizertačná práca. Nitra: SPU. 190 s.
- YASIN, M. - MAHMOOD, A. - ALI, A. - AZIZ, M. - JAVAID, M.M. - IQBAL, Z. – TANVEER, A. 2013. Impact of varying planting patterns and fertilizer application strategies on autumn planted sunflower hybrid. In *Cercetări Agronomice în Moldova*, vol. XLVI, no. 2, pp. 39 – 51. ISSN 2067-1865.

Kontaktné adresy:

doc. Ing. Ivan Černý, PhD., Ing. Dávid Ernst,
Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra rastlinnej výroby, Tr. A. Hlinku 2, 94976, Nitra.
e-mail: ivan.cerny@uniag.sk, xernst@is.uniag.sk

LESY A ZVER – HARMÓNIA ALEBO NESÚLAD?! FORESTS AND WILDLIFE – HARMONY OR DISHARMONY?!

Jozef Konôpka, Peter Kaštier, Bohdan Konôpka

Abstract : Forests (forest ecosystems) and ungulate game as their component are characterized. Development of forests and management of agricultural lands in relation to life conditions of game are analyzed. Further, development of populations for specific species of ungulate game is shown. Special attention is paid on damage to forest stands caused by ungulate game. Recommendations for harmonization of forestry sector interests and game management are given, eventually, ways of implementation for whole-country conceptual intentions of game management on a level of particular hunting grounds are explained.

Keywords: ungulate game, damage to forest stands, harmonization of forest and game, population density

Úvod a problematika

Lesný ekosystém tvorí množstvo prirodzených zložiek, ktoré sa v prípade vyváženého stavu vzájomne dopĺňujú a tvoria funkčný celok. V prípade, že dôjde k enormnému zvýšeniu populačnej hustote niektorého rastlinného, či živočíšneho druhu, môže sa stať daný druh pre niektoré ostatné komponenty ekosystému škodlivým. Pokúsme sa bližšie ozrejmiť túto súvislosť medzi lesom a zverou. Najprv však uveďme základné pojmy a ekologickú charakteristiku lesného ekosystému a pozíciu zveri ako jeho jedného komponentu.

Čo je to les? Definícií je veľa. Najčastejšie: Les je spoločenstvom organizmov žijúcich v lesnej pôde: stromov, bylín, húb, živočíchov a mikroorganizmov, ktoré žijú vo vzájomných vzťahoch. Čo je zver? Aj tu je veľa definícií. Najčastejšie: Zver je populácia voľne (divoko) žijúcich zvierat, ktorá má alebo mala význam z hľadiska poľovníctva. A čo je lesný ekosystém? Ekosystém je dynamický cirkulačný systém živých organizmov a ich abiotického prostredia, s kolobehom látok a tokom energie, schopný samostatne existovať. Ekosystém lesný–ekosystém v ktorom prevládajú (dominujú) lesné dreviny (Lesnícky naučný slovník 1994).

Ak chceme vzťah les a zver bližšie charakterizovať treba vychádzať zo skutočnosti, že zver žijúca v lese je prirodzenou súčasťou lesných ekosystémov. Ďalej, že tak pri obhospodarovaní lesov, ako aj pri manažmente zveri sa musia brať do úvahy ekologické väzby v ekosystémoch. Ide najmä o zabezpečenie vyváženého stavu medzi lesom a zverou. Tak obhospodarovanie lesa, ako aj chov zveri nesmie narúšať dynamickú rovnováhu v ekosystémoch. Zachovať a podporovať sa musí biodiverzita, čo je predpoklad udržateľného rozvoja. Toľko veľmi stručne ku problematike les a zver z ekologického, možno povedať z teoretického hľadiska (Konôpka et al. 2014).

Ako situácia vyzerá z hľadiska praktickej činnosti? Čo je účelom a cieľom lesného hospodárstva a poľovníctva, aké sú ich priority? Lesné hospodárstvo–zabezpečenie trvalo udržateľného obhospodarovania lesov založeného na primeranom využívaní ich ekonomických, ekologických a sociálnych funkcií pre rozvoj spoločnosti a najmä vidieckych oblastí. Na najbližšie obdobie sa vymedzili tieto priority: zabezpečenie, prípadne zvýšenie konkurencieschopnosti lesného hospodárstva, zvýšenie účinnosti ochranných a obranných opatrení v lesných porastoch ohrozených škodlivými činiteľmi, podpora ekologického obhospodarovania lesov, zlepšovanie kvality života obyvateľstva lesníckymi službami, posilňovanie kooperácie, koordinácie a komunikácie (Konôpka, Moravčík 2010).

Cieľom poľovníctva je zabezpečiť trvalo udržateľné, racionálne, cieľavedomé obhospodarovanie a využívanie voľne žijúcej zveri ako prírodného bohatstva a súčasti prírodných ekosystémov. Prioritami na najbližšie obdobie sú: dosiahnutie biologicky a ekonomicky únosnej početnosti zveri, jej druhovej a sociálnej štruktúry tak, aby neohrozovala objektívne záujmy lesného hospodárstva, zabezpečenie ochrany a zachovanie

genofondu zveri a jej trofejovej hodnoty, zlepšovanie životného prostredia zveri, najmä jeho úživnosti (Konôpka et al. 2014).

Ako vidieť uvedené ekologické zásady majú svoju logiku, ktorú môže akceptovať tak lesné hospodárstvo ako aj poľovníctvo. Taktiež jednotlivé strategické ciele a priority nie sú v antagonickom rozpore. Môžu preto tvoriť východisko pre zabezpečenie súladu medzi lesom a zverou (súžitím lesa a zveri), či medzi lesným hospodárstvom a poľovníctvom. Teoretický je to tak. Ako je to v skutočnosti? Sú tu problémy, ktoré, v čom sú ich príčiny?

Cieľom tejto práce je identifikovať hlavné problémy vo vzťahoch lesy a zver. Ak nie je súlad uviesť v čom sú jeho príčiny. Nakoniec predložiť návrh na odstránenie identifikovaných problémov, či disharmónie, a zabezpečenie súladu v celospoločenskom záujme. So zreteľom na to, že medzi lesnú zver patrí veľa jej druhov, v ďalšom pozornosť sústredíme na zver raticovú, resp. prežúvavú, najmä jeleniu, pretože tu sú najväčšie problémy pokiaľ ide o dosiahnutie vzájomného súladu medzi lesným hospodárstvom a poľovníctvom.

Materiál a metódy

Hlavné problémy vo vzťahoch medzi lesom a zverou, resp. medzi lesným hospodárstvom a poľovníctvom sa identifikovali jednak na základe dostupných literárnych a prameňov ako aj štatistických výkazov a poznatkov a skúseností autorov. Išlo o analýzu vývoja situácie v minulosti, najmä po druhej svetovej vojne do politických zmien v roku 1989. Ďalej o ostatné obdobie, t.j. od roku 1990 po súčasnosť. Najviac informácií sa čerpalo zo spracovaných štúdií, prevažne Výskumného ústavu lesného hospodárstva (VÚLH) vo Zvolene, resp. Lesníckeho výskumného ústavu (LVÚ) Zvolen, ako aj z ďalších oficiálnych materiálov ústredných orgánov štátnej správy lesného hospodárstva a poľovníctva. Osobitá pozornosť sa venovala najmä dosiaľ spracovaným strategickým a koncepcným materiálom tak v lesnom hospodárstve ako aj v poľovníctve, ako aj zhodnoteniu ich plnenia v jednotlivých časových horizontoch.

Ako podklady sa taktiež využili právne predpisy, ktorými vládnuce štruktúry štátu sa snažili usmerniť rozvoj tak lesného hospodárstva ako aj poľovníctva. Pokiaľ ide o ostatné obdobie, najdôležitejšie informácie o vývoji lesov a lesného hospodárstva a poľovníctva sa získali zo správ o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike (zelené správy), ktoré sa spracúvajú každoročne od roku 1993. Išlo tu najmä o informácie o škodách spôsobených zverou na lesných porastoch a o lesníckej ochranné opatrenia na ochranu lesných porastov proti škodám zverou (štatistické hlásenia L 116). Pri problematike poľovníctva išlo najmä o informácie týkajúce sa hlavných druhov raticovej, najmä prežúvavej zveri, ich druhej početnosti (jarný kmeňový stav) ako aj o celkovom manažmente zveri. Použili sa aj údaje z permanentných inventarizácií lesov ako aj zo štatistických poľovníckych ročeniek. Získané informácie sa najprv analyzovali a následne vzájomne previazali, tzn. syntetizovali (analyticko–syntetická metóda spracovania informácií).

Výsledky a diskusia

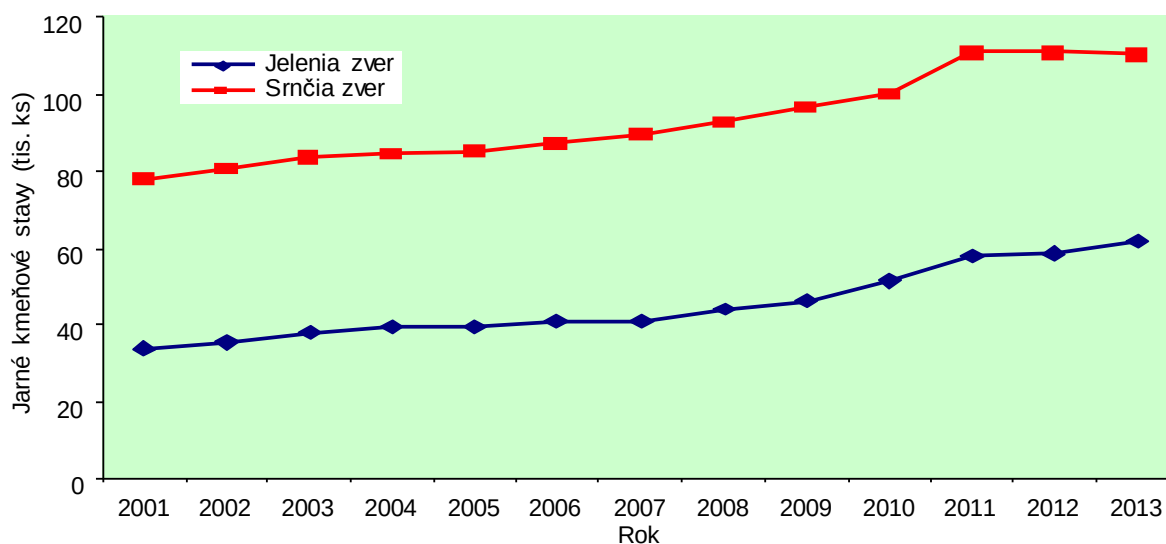
Lesy a zver – analýza situácie

Teritórium, ktoré v súčasnosti predstavuje územie Slovenskej republiky pôvodne pokrývala prevažne lesná vegetácia, napr. podľa Greguša a Kellerovej (2002) sa lesy nachádzali až na 95 % terajšieho územia SR. Lesnatosť sa tu postupne znižovala (v 16. storočí na 50 %, na konci 19. storočia na 35 %) až do roku 1920, keď bola najnižšia (33,4 %). Potom sa postupne zvyšovala (v roku 1953 na 36 %, v roku 1980 na 39 %). V súčasnosti je podiel lesov z územia Slovenska okolo 41 %. Zaujímavý je aj vývoj drevinového zloženia lesov. Podľa „Prehľadu stanovištných pomerov lesov Slovenska“ (Randuška a kol., 1959) skutočné plošné zastúpenie drevín v tomto období bolo takéto: smrek 27,3 %, jedľa 7,7 %, borovica 6,3 %, smrekovec 1,1 %, spolu ihličnaté 42, 8 %, dub 11,7 %, buk 28,4 %, ostatné listnaté

17,1 %, spolu listnaté 57,2 %. V roku 2010 bolo drevinové zloženie podľa permanentnej inventarizácie lesov takéto: smrek 25,3 %, jedľa 4 %, borovica 7 %, smrekovec 2,4 %, spolu ihličnaté 39,8 %, dub 10,7 %, buk 31,8 %, ostatné listnaté 17,7 %, spolu listnaté 60,2 %. Ako z uvedeného vidieť v porovnaní s rokom 1959 došlo k zvýšeniu zastúpenia listnatých drevín o 3 %. Najviac pokleslo zastúpenie jedle o 3,7 %, potom smreka o 2 %. Najviac sa zvýšilo zastúpenie buka o 3,4 %. Dosť odlišné informácie vyplynuli z NIML SR 2005–2006 (Šmelko et al. 2008), podľa ktorej zastúpenie ihličnatých drevín bolo 31,1 % a listnatých drevín 68,9 %. Ostatné listnaté dreviny mali zastúpenie až 30,8 %.

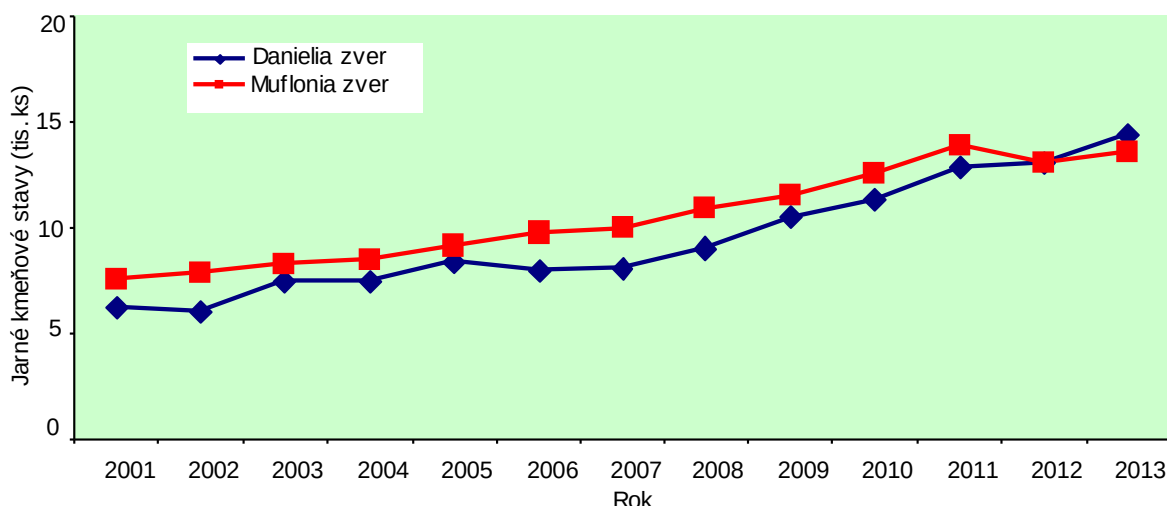
Zver žila najprv v lesoch, neskoršie aj na poľnohospodárskych pozemkoch. Napr. na začiatku 20. storočia bol na Slovensku relatívne malý počet jelenej zveri. V rokoch 1924–1929 sa ročne lovalo necelých 1 300 jedincov jelenej zveri (Bakoš et al. 1995). V ďalších rokoch sa jej početnosť zvyšovala (v roku 1960 bolo na Slovensku 21 tis., v roku 1975 26,8 tis. v roku 2000 už 33,3 tis. jedincov jelenej zveri). V súčasnosti (rok 2013) je na Slovensku 62,8 tis. jedincov jelenej zveri. Vývoj hlavných druhov raticovej zveri na Slovensku v rokoch 2001–2013 sa uvádza na obrázkoch 1 a 2 (Konôpka et al. 2015).

Z obr. 1. a 2. vidieť, že jarne kmeňové stavy jednotlivých druhov prežúvavej zveri sa podstatne zvýšili. Relatívne najviac to bolo pri zveri danielovej a muflonovej, potom jelenej a nakoniec srnčej. Ak sa ešte vrátíme do histórie treba uviesť, že po druhej svetovej vojne boli na Slovensku vhodné existenčné podmienky pre malú zver, najmä na poľnohospodárskych pozemkoch (málo výmery pozemkov, rozličné plodiny). Potom sa v dôsledku veľkoplošného hospodárenia v poľnohospodárstve, začala situácia meniť. Populácia malej zveri sa postupne decimovala. Naproti tomu priaznivé podmienky sa začali vytvárať pre veľkú, najmä jeleniu zver, ktorá je fyzicky najzdatnejšia a dobre znáša aj zmenené (ekologicky nepriaznivejšie) podmienky. V dôsledku introdukcie, či zámerného rozširovania danielovej a muflonovej zveri taktiež došlo k zvýšeniu jej početnosti.



Obr. 1. Vývoj početnosti jarých kmeňových stavov jelenej a srnčej zveri na Slovensku ostatných rokoch.

Aj keď po roku 1989 došlo k určitým zmenám v obhospodarovaní poľnohospodárskych pozemkov, vývoj v štruktúre zveri, najmä v náraste početnosti (hustoty) raticovej zveri ďalej pokračoval, resp. stúpал ešte prudšie. Tu pripomenieme, že nárast stavov jelenej zveri prináša problémy lesnému hospodárstvu aj v niektorých iných krajinách strednej a západnej Európy (Milner et al. 2006).



Obr. 2. Vývoj počtosti jarných kmeňových stavov danielovej a muflonovej zveri na Slovensku v ostatných rokoch.

Škody zverou na lesných porastoch

V dôsledku zvyšovania počtosti (hustoty) jednotlivých druhov raticovej zveri, najmä jelenej začali stúpať škody na lesných porastoch. Je tomu tak preto, lebo v miernom klimatickom pásme Európy zo všetkých druhov herbivorov najväčší objem biomasy skonzumuje zver jelenia (Renaud et al. 2003). V podmienkach Slovenska Hell et al. (2000) uvádza, že denná spotreba sušiny pre jeleňa je od 1,2 kg (mláďa) do 3,0 kg (dospelý jedinec). Napríklad oproti srnčej zveri tvorí dendromasa (konáre, asimilačné orgány, resp. kôra z lesných drevín) oveľa vyšší podiel z celkového objemu potravy. Podiel dendromasy úzko súvisí s prostredím, v ktorom jelenia zver žije. V niektorých oblastiach sa jelenia zver troficky správa viac ako ohryzovač, kým v iných viac ako spásač. V krajine s prevahou lesa môže tvoriť dendromasa viac ako $\frac{3}{4}$ z celkového skonzumovaného množstva potravy.

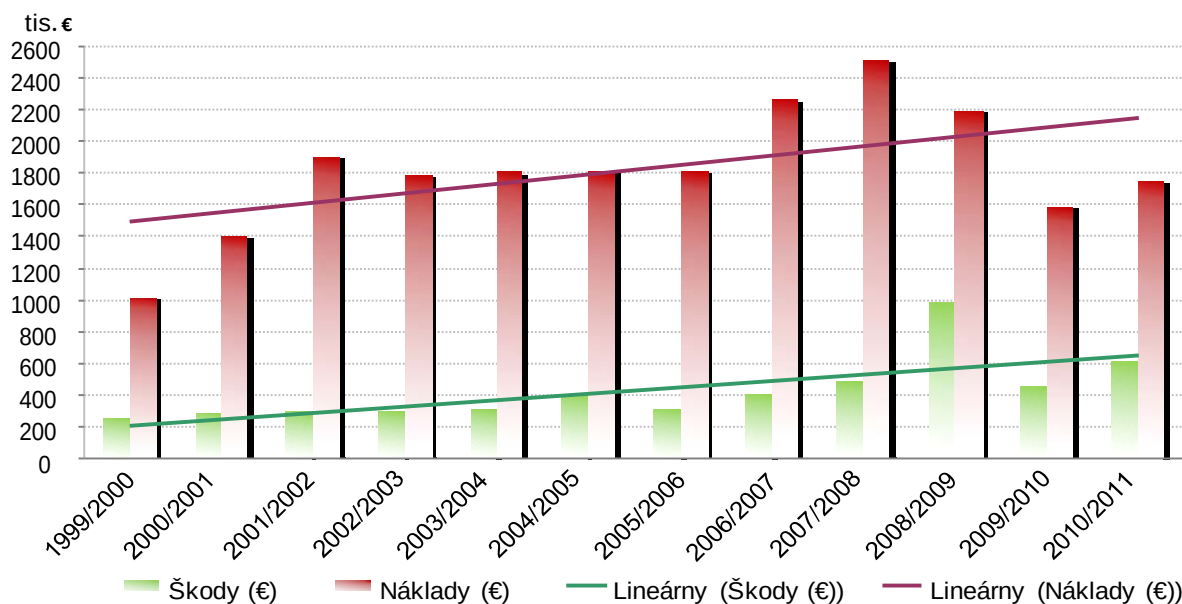
Tak ako stúpala početnosť raticovej zveri, zvyšovali sa aj škody ňou spôsobené na lesných porastoch (obr. 3.). Uvedieme niektoré informácie o ich vývoji. Škoda na lesných porastoch dosahovala v rokoch 1960–1965 priemerne ročne 7 mil. Kčs. V rokoch 1975–1979 to už bolo 19,5 mil. Kčs (Konôpka 1982). Priemerné ročné náklady na ochranu lesa v rokoch 1960–1979 boli 27 mil. Kčs. Vývoj škôd zverou na lesných porastoch a nákladov na jej ochranu v ostatnom období uvádzame na obrázku 3 (zdroj: Konôpka et al. 2014). Škody zverou na lesných porastoch v roku 2011 v porovnaní s rokom 2000 stúpili o 143 %. Je to tak, aj keď náklady na ochranu lesných porastov proti zveri sa zvýšili o 73 % (podľa Hlásení L 115.) Z uvedeného jednoznačne vyplýva že škody zverou na lesných porastoch sú neúnosné. Ďalej, že tieto majú stúpajúcu tendenciu. Početnosť jednotlivých druhov raticovej zveri stúpla tak vysoko, že je nevyhnutné prijať zásadné opatrenia na jej zníženie.

Doterajšie riešenia vzájomných vzťahov medzi lesom a zverou

Už naši predchodcovia mali snahu usmerniť vývoj v lesnom hospodárstve a v poľovníctve tak, aby tu bol vzájomný súlad. Problematike sa venovala pozornosť jednak na VÚLH vo Zvolene, ako aj na iných vedecko-výskumných pracoviskách.

Po druhej svetovej vojne sa realizoval na Slovensku stanovištný (typologický) prieskum (Randuška 1955, Kolektív 1959, Hančinský 1977). Lesné porasty sa zaradili do skupín lesných typov. V nadväznosti na tieto typologické jednotky sa v lesných hospodárskych plánoch predpisovalo zakladanie lesných porastov zo stanovištne vhodných drevín. Okrem toho tieto typologické jednotky sa využili ako podklad na určenie úživnosti

prostredia pre jednotlivé druhy lesnej zveri, resp. na odvodenie ich normovaných kmeňových stavov (Katreniak 1973).



Obr. 3. Vývoj celkových škôd zverou na lesných porastoch a nákladov na ochranu.

Osobitne významnými opatreniami bolo zavedenie poľovníckeho prieskumu a prieskumu ochrany lesa v rámci hospodárskej úpravy lesov. Taktiež ďalšie opatrenia štátnej správy lesného hospodárstva významne podporili súžitie lesa a zveri (napr. v rámci lesov osobitného určenia sa vyhlasovali zvernice a bažantnice, kde sa obhospodarovanie lesov upravilo tak, aby sa vytvárali čo najlepšie podmienky pre chov zveri). Po roku 1989 sa situácia dosť zmenila. Žiaľ nie vždy v pozitívnom smere. Tak napr. v dôsledku krátenia finančných zdrojov na hospodársku úpravu lesov došlo k zrušeniu poľovníckeho prieskumu a prieskumu ochrany lesa.

Tak ako sme už uviedli, zver je prirodzenou súčasťou lesných ekosystémov. Jej početnosť (hustota), ako aj štruktúra nesmie ohrozovať funkčnosť či existenciu lesných ekosystémov. Preto je povinnosťou poľovníckeho manažmentu zabezpečiť v prvom rade, aby početnosť a štruktúra raticovej bola v súlade s úživnosťou poľovných revírov. Inými slovami urobiť v manažmente zveri také opatrenia, aby nedochádzalo k nadmernému poškodzovaniu, či devastácii lesných ekosystémov. Tento zámer, sledovali taktiež všetky doposiaľ spracované koncepcie rozvoja poľovníctva, resp. aj ďalšie doposiaľ spracované koncepčné materiály.¹

¹ Prvú koncepciu rozvoja poľovníctva vypracoval v roku 1973 VÚLH Zvolen (pozri Poľovnícke štúdie 1/1973). S odstupom desiatich rokov došlo k prehodnoteniu niektorých častí koncepcie z roku 1973. VÚLH Zvolen vypracoval štúdiu „Súčasný stav a perspektívy rozvoja poľovníctva na Slovensku“ (Poľovnícka štúdia 8/1983) – druhá koncepcia. Reagovalo sa tak na zmenenú situáciu, najmä na antropizáciu krajiny a jej negatívne dôsledky na zver, ako aj na zvýšenú ekonomickú náročnosť v celej hospodárskej činnosti.

Treťou koncepciou (už po roku 1989) bol materiál LVÚ Zvolen „Súčasný stav a koncepcia rozvoja poľovníctva na Slovensku do roku 2010“. Reagovalo sa tu na zmenené politické a spoločenské pomery. Okrem iného sa tu vymedzil zámer: „Znížiť jarné stavy jelenej zveri na približne 20 000 jedincov, danielovej na 3 700, muflonej na 4 000 a diviacej na 9 900. Zvýšiť stavy srnčej zveri na 75 000 jedincov.“ Okrem toho sa v tomto období spracoval celý rad ďalších materiálov, ktoré mali koncepčný charakter. Z nich najdôležitejší bola štúdia „Výskum veľkoplošného ekologického manažmentu hlavných a chránených druhov zveri v poľovných oblastiach a lokalitách a ochrana jej genofondu“ (Poľovnícke štúdie 10/2004).

Posledná – štvrtá koncepcia sa spracovala v roku 2012 (Poľovnícke štúdie 12/2014). V zostručnenej forme ju MPRV SR predložilo na schválenie do vlády SR. V koncepcii sa okrem iného jednoznačne zadefinovali cieľové normované kmeňové stavy raticovej zveri na Slovensku: jelenia 32 900, danielia 4 200, muflonia

Ak sa bližšie pozrieme na jednotlivé koncepcie, môžeme konštatovať, že pri všetkých ako najzávažnejší rozpor bol nesúlads skutočných stavov (početnosti) raticovej zveri s normovanými. Z uvedeného jednoznačne vyplýva, že najmä z tohto dôvodu sú vysoké škody zverou na lesných porastoch a samozrejme aj na poľnohospodárskych kultúrach. Vo všetkých predchádzajúcich koncepciách sa hovorilo o celkovej situácii v počtoch jednotlivých druhov raticovej zveri na úrovni Slovenska. Ďalej, že skutočná početnosť jednotlivých druhov raticovej zveri nebola nikdy v súlade s koncepcnými zámermi. Zrejme bolo a aj je tomu tak preto, že koncepcia rozvoja poľovníctva na úrovni štátu sa náležite nepremieta do manažmentu zveri v jednotlivých poľovných revíroch. Nakoniec je to pochopiteľné, veď prírodné pomery na Slovensku sú tak pestré, že mechanická aplikácia celoštátnych zámerov do konkrétnych podmienok (poľovných revírov) nie je ani možná.

Keďže sa o tom vedelo, bola snaha diferencovať manažment zveri podľa prírodných podmienok a takto viac sprístupniť využitie celoštátnych zámerov v jednotlivých poľovných revíroch. Vypracovala sa poľovnícka rajonizácia (Katreniak 1973). Následne sa prijímali na tento účel legislatívne predpisy, štátna správa vydávala usmernenia ako postupovať, atď. Problém je však v tom, že charakter lesných porastov v súčasnosti nie je vždy v súlade s prírodnými podmienkami. Úživnosť poľovných pozemkov preto nezávisí len na prírodnom prostredí ale v značnej miere aj na skutočnom charaktere lesných porastov čo sa v minulosti pri bonitácii dostatočne nezohľadňovalo. Okrem živnosti poľovných revírov pochopiteľne treba brať do úvahy aj ďalšie skutočnosti, ktoré limitujú životné podmienky zveri (intenzita hospodárenia, hustota obyvateľstva, štruktúra cestnej siete a iných stavieb, starostlivosť o zver, atď.), čo stanovenie cieľových normovaných kmeňových stavov zveri, najmä raticovej veľmi komplikuje.

Problémy sú v metodike plánovania a hodnotenia početnosti jednotlivých druhov zveri. Tak napr. chýba spoľahlivá metóda na určenie jarných kmeňových stavov zveri, často ho ovplyvňujú subjektívne prístupy (záujmy). Preto by bolo treba prikrčiť k zásadnej zmene plánovania manažmentu zveri, najmä raticovej, či určenia jej stavov (početnosti). Túto zmenu však nemožno realizovať administratívnym opatrením, teda bez podrobného výskumného riešenia a overenia návrhov pred tým, ako sa nové postupy schvália či uvedú do života. Keďže nám takéto metodiky chýbajú, nezostáva nám v súčasnosti nič iné, len zdokonaľovať doterajšie postupy. Najväčší problém je v prenose celoštátnych koncepcných zámerov do jednotlivých poľovných revírov. Inými slovami v tom, ako zabezpečiť, aby sa súčty početnosti skutočných stavov raticovej zveri v poľovných revíroch zhodovali so stanovenými cieľovými kmeňovými stavmi uvedenými v celoštátnej koncepcii.

Návrh na zabezpečenie súladu medzi lesom a zverou

Aby sa dosiahol súlad medzi lesom a zverou treba, zabezpečiť, aby sa koncepcné zábery na úrovni štátu, ako aj podľa poľovných oblastí, premietli do poľovných revírov. V prvom rade ide o stanovenie cieľových normovaných kmeňových stavov raticovej zveri, ďalej o realizáciu opatrení na zladenie jarných kmeňových stavov s cieľovými normovanými stavmi zveri, ale aj o súlad v ďalších aktivitách. Konkrétny postup sa navrhuje realizovať takto:

Pre každú poľovnú oblasť a poľovnú lokalitu sa v koncepcii stanovili cieľové normované kmeňové stavy (početnosť) zveri, tzn. **deduktívne** (Hell et al. 2004). Okresné úrady, odbory opravných prostriedkov v sídle kraja rozpisujú cieľové normované kmeňové stavy zveri na chovateľské celky patriace do kompetencie okresných úradov, pozemkový a lesný odbor. V rámci každého poľovného revíru sa navrhnu normované kmeňové stavy

4 900, srnčia 85 700, diviacia 18 800 jedincov. Tieto by sa mali dosiahnuť do roku 2025. Jarné kmeňové stavy raticovej zveri v roku 2011 boli takéto : jelenia 58 100, danielia 12 800, muflonia 13 900, srnčia 110 900, diviacia 37 100 jedincov.

zveri podľa vykonávacieho predpisu, podľa kritérií v ňom uvedených. Vo vykonávacom predpise sa uvádzajú rozpätia v rámci ktorých sa možno pohybovať. Takto navrhnuté normované kmeňové stavy zveri v poľovných revíroch sa spočítajú za chovateľské celky a potom za poľovnú oblasť, resp. poľovnú lokalitu, t.j. **induktívne**. Výsledky dosiahnuté deduktívnou a induktívnou metódou sa vzájomne porovnávajú. Ak rozdiely v normovaných kmeňových stavoch zveri navrhnutých induktívnou metódou (v jednotlivých poľovných revíroch) a cieľové normované kmeňové stavy zveri príslušného chovateľského celku, resp. poľovnej oblasti, poľovnej lokality stanovené deduktívnou metódou nepresahujú $\pm 5\%$ nie je treba robiť žiadne korekcie. Ak sú väčšie ako 5% , prikróčí sa k úprave normovaných kmeňových stavov zveri navrhnutých induktívnou metódou. Navrhovanú odchýlku $\pm 5\%$ by mala štátna správa poľovníctva overiť a v prípade potreby upraviť.

Obdobným spôsobom prikróčíme aj k schvaľovaniu lovu (odstrel, odchyt, úhyn) jednotlivých druhov raticovej zveri, ktorý sleduje zníženie jej jarných kmeňových stavov. Rozdiel je tu v tom, že skutočný jarný kmeňový stav sa zisťujú každoročne. Preto spravidla budú v jednotlivých rokoch iné ako sa vybilancovali v prvom roku, kedy sa prikróčilo k ich redukcii so zámerom dostať sa do súladu s cieľovými normovanými kmeňovými stavmi v roku 2025. Bilanciu treba každoročne opakovať a v nadväznosti na to stanoviť preliminár lovu. Spôsob stanovenia prelimináru lovu sa uvádza vo vyhláške č. 344/2009 Z. z. ktorou sa vykonáva zákon o poľovníctve (paragrafy 25 až 30). Je zrejmé, že nestačí lov len naplánovať, ale je nevyhnutné tento plán dôsledne realizovať. Ak sa nebudú plány lovu plniť, nič sa nezmení v porovnaní so súčasnosťou. Preto v prípadoch keď sa plán lovu nesplní, treba v nasledujúcom roku urobiť v pláne lovu potrebné nápravné a kompenzačné opatrenia. Pre každý revír treba založiť osobitnú kartotéku, v ktorej by sa do roku 2025 evidoval plán lovu jednotlivých druhov zveri a jeho plnenie, ako aj všetky vážnejšie nedostatky a vykonané nápravné opatrenia.

Ide o dvojkoľové stanovovanie normovaných kmeňových stavov raticovej zveri. S odstupom času, podľa toho aké sú skúsenosti s jej chovom, ďalej vzhľadom ku škodám zverou na lesných porastoch a v poľnohospodárskych kultúrach, ako aj podľa nových poznatkov, je možné urobiť revíziu cieľových normovaných kmeňových stavov. Ak k realizácii návrhu nepristúpime, ostane to tak ako doteraz, tzn. koncepcia bude naďalej len teoretickým želaním a disharmónia medzi lesom a zverou bude pretrvávajúť naďalej. K tomuto problému treba ešte dodať, že premnoženie raticovej nespôsobuje iba enormné poškodenie stromovej zložky, ale významne ovplyvňuje aj prízemnú vegetáciu. Takže spôsobuje závažné ekonomické ale aj ekologické straty, akým je napríklad zníženie druhovej biodiverzity rastlín, či drobných živočíchov (Schulze et al. 2014).

Záver

Na záver treba uviesť, že prvoradou podmienkou dosiahnutia súladu medzi lesom a zverou, je zníženie jarných kmeňových stavov raticovej zveri na úroveň cieľových normovaných kmeňových stavov. Významné sú aj ďalšie opatrenia, nimi však nemôžeme dosiahnuť podstatný obrat za súčasnej nepriaznivej situácie. Preto z hľadiska súžitia lesa a zveri majú skôr doplnujúci charakter. Ide tu jednak o lesnícke ako aj poľovnícke opatrenia, resp. ich vzájomnú kombináciu. Ťažisko lesníckych opatrení spočíva v odlákaní (odpútaní) zveri od ohrozených porastov. Do úvahy prichádzajú, taktiež poľovnícke opatrenia. Ide o zvyšovanie úživnosti poľovných revírov, t.j. skvalitňovanie trávnych porastov na lúčkach pre zver, zakladanie políček z osiva a sadiva, ktoré vytvára porasty vhodné na konzumáciu zverou. Dôležité sú vhodné technické ochranné opatrenia proti poškodzovaniu zverou (mechanická, biotechnická a chemická ochrana) a to najmä v súčasnosti, keď máme v poľovných revíroch neúnosne vysoký počet raticovej zveri. Tieto treba diferencovať podľa stupňov ohrozenia lesných porastov a jej koncentrácie.

Literatúra

- Bakoš, A., Hell, P., 1995: Poľovníctvo na Slovensku 1920–1995. Bratislava, PaRPRESS, 265 s.
- Greguš, C., Kellerová, D., 2002: Hodnotenie dlhodobého rozvoja lesného hospodárstva do roku 2000 na Slovensku. (Štúdia.) Zvolen, ÚEL SAV, Lesoprojekt, 81 s.
- Hančinský, L., 1977: Lesnícka typológia v prevádzkovej praxi. Bratislava, Príroda, , 223 s.
- Hell, P. a kol., 1983: Súčasný stav a koncepcia rozvoja poľovníctva na Slovensku Poľovnícke štúdie 8, Zvolen, VÚLH 169 s.
- Hell, P. a kol., 1993: Súčasný stav a koncepcia rozvoja poľovníctva na Slovensku do roku 2010. (Pracovný materiál pre úradnú potrebu). Zvolen, LVÚ, 242 s.
- Hell, P. Gašparík, J., Kartusek, V., Paule, L., Slamečka, J., 2000: Špeciálny chov zveri. Zvolen, TU Zvolen, 228 s.
- Hell, P., Konôpka, J. a kol., 2004: Veľkoplošné ekologické obhospodarovanie zveri v rámci poľovných oblastí a lokalít. Poľovnícke štúdie 10, Zvolen, LVÚ, 166 s.
- Hell, P a kol., 2004: Lúčky a polička pre zver. Poľovníctvo a rybárstvo, 56:12–13.
- Katreniak, J., 1973: Využitie skupín lesných typov pri zatriedovaní lesných poľovných revírov do akostných tried. Lesnícky časopis, 19:205–211 s.
- Kolektív autorov, 1959.: Prehľad stanovištných pomerov lesov Slovenska. Bratislava, SVPL, 258 s., prílohy.
- Kolektív autorov, 1973: Rozvoj poľovníctva. na Slovensku do roku 1985. Poľovnícke štúdie 1, Zvolen, VÚLH, 156 s.
- Konôpka, J., 1982: Poľovná zver z hľadiska lesného hospodárstva. Folia venatoria, 12:73–82.
- Konôpka, J., Moravčík, M., 2010: Stratégia rozvoja lesníctva. s. 528–538. In: Šíkula, M: Stratégia rozvoja slovenskej spoločnosti. Bratislava, EÚ SAV vo vydavateľstve VEDA, 695 s.
- Konôpka, J., Kaštier, P., Slamečka, J., 2014: Koncepcia ochrany lesov v Slovenskej republike. Zvolen, NLC–LVÚ, 86 s.
- Konôpka, J et al., 2014: Obnova lesa. Progresívne technológie ochrany lesných drevín juvenilných rastových štádií. Zvolen, NLC–LVÚ, 181 s.
- Milner, J.M., Nilsen, E.B., Andreassen, H.P., 2007: Demographic side effects of selective hunting in ungulates and carnivores. Conservation Biology, 21: 35–47.
- Randuška, D., 1955: Stanovištný prieskum v lesníckej praxi. Bratislava, ŠPN, 203 s.
- Renaud, P.C., Verheyden-Tixier, H., Dumont, B., 2003: Damage to saplings by red deer (*Cervus elaphus*): effect of foliage height and structure. Forest Ecology and Management, 181:31–37.
- Schulze E.D., Bouriad O., Wäldchen J., Eisenhauer N., Walentowski H., Seele, C., Heinze E., Pruschitzki G., Danila G., Marin D., Hessenmöller L., Bouriaud L., Teodosiu M. (2014): Ungulate browsing causes species loss in deciduous forests independent of community dynamics and silviculture management in Central and Southern Europe. Annals of Forest Research, 57: 267–288.
- Šmelko, Š. et al., 2008: Národná inventarizácia a monitoring lesov SR 2005–2006, Bratislava, Lesmedium, s.r.o., 15 s.

Podakovanie

Túto prácu sme vytvorili vďaka realizácii projektu Progresívne technológie ochrany lesných drevín juvenilných rastových štádií ITMS: 26220220120 (50 %) a výskumného projektu „Výskum efektívneho využívania environmentálneho, ekonomického a sociálneho potenciálu lesov na Slovensku II“ financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu cez kontrakt medzi MPRV SR a NLC z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V031) a spolufinancovaného podnikom Lesy SR š.p.

Kontaktné adresy:

doc. Ing. Jozef Konôpka, CSc., Ing. Peter Kaštier, CSc., Doc. Dr. Ing. Bohdan Konôpka,
NLC–LVÚ Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen,
e-mail: jkonopka@nlcsk.org, kastier@nlcsk.org, bkonopka@nlcsk.org

VPLYV DLHODOBEJ ROZDIELNEJ VÝCHOVY PORASTOV NA KVALITATÍVNU PRODUKCIU BUKA (*FAGUS SYLVATICA* L.) EFFECT OF LONG-TERM DIFFERENT TENDING ON QUALITATIVE PRODUCTION OF EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.)

Igor Štefančík, Tomáš Klouček

Abstract: The paper deals with the effects of long-term different tending on the qualitative production of European beech. The selected qualitative parameters (stem quality, proportion of the best quality assortment and number of crop trees) were assessed. The research was conducted during more than 50 years in 7 permanent research plots within the following thinning methods: (i) heavy thinning from below (C-grade according to the German forest research institutes from 1902), (ii) free crown thinning with thinning interval of 5 years, and (iii) unthinned plot (control). The best results were obtained in the plots with the free crown thinning followed by heavy thinning from below. The worst evaluation showed the plot without tending.

Keywords: European beech, tending, qualitative production, crop trees

Úvod

Kvalitatívna (hodnotová) produkcia patrí ku kľúčovým otázkam výskumu i lesníckej praxe najmä pri listnatých drevinách (dub a buk). Tento problém nadobudol na význame hlavne v ostatnom období, keď v porovnaní s minulosťou nadobudlo finančné zhodnotenie (speňaženie) rubného porastu rozhodujúcu úlohu pri posudzovaní efektívnosti výchovy.

Je všeobecne uznávaným faktom, že výchova porastov má z viacerých aspektov nenahraditeľný význam pre vývoj lesného porastu, lebo spravidla zaberá viac ako polovicu rubného veku porastu. Kým v ihličnatých porastoch je prvoradým cieľom výchovy predovšetkým zabezpečenie (posilnenie) statickej stability porastov, a to hlavne v najmladších rastových fázach, v listnatých porastoch sa významné požiadavky kladú aj na vypestovanie dostatočného množstva kvalitných stromov, resp. sortimentov.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

V minulosti sa spočiatku väčšina prác zaoberala hlavne výskumom vplyvu výchovy bukových porastov na kvantitatívne parametre a produkciu pri aplikácii rôznych metód a postupov (RÉH 1968; ŠEBÍK 1971; ŠTEFANČÍK 1974, 1984, 2013; ŠEBÍK, POLÁK 1990). Podobne tomu bolo aj v zahraničí (ASSMANN 1968; KENNEL 1972; POLGE 1981; PARDÉ 1981; LEGOFF, OTTORINI 1993; DHÔTE 1997; PRETZSCH 2005).

Okrem toho sa však pozornosť súčasne venovala aj kvalitatívnej stránke, pričom sa zamerala predovšetkým na vypestovanie čo najvyššieho počtu najkvalitnejších stromov. Tieto predstavujú kvalitatívnu produkciu, ktorá zároveň zabezpečuje aj vysokú hodnotovú produkciu porastov v rubnom veku. Ide o kategóriu tzv. cieľových stromov, ktoré sú nositeľom kvalitatívnej (a spravidla i kvantitatívnej) produkcie v bukových porastoch. Preto sa v ostatných desaťročiach značná pozornosť venovala sledovaniu vplyvu výchovy na kvalitu bukových porastov, resp. bukového dreva (RÉH 1993; ŠEBÍK 1970; KORPEL 1988; KATÓ, MÜLDER 1983; ŠTEFANČÍK 1974, 1975, 1976; KELLER et al. 1976; FERRAND 1982; MLINSEK, BAKKER 1990; HEIN et al. 2007; POLJANEC, KADUNC 2013).

Kvalitu lesných porastov môžeme posudzovať dvoma spôsobmi. Pri prvom hodnotíme akosť kmeňa (koruny) pri všetkých stromoch sledovaného porastového súboru, čiže hovoríme o hromadnej kvalite porastu. Takou je napr. pestovateľská (biologická) a hospodárska (komerčná) kvalita porastu. V druhom prípade, keď sú predmetom hodnotenia len také stromy, ktoré dosahujú vymedzené stupne akosti kmeňa a koruny hovoríme o výberovej kvalite porastu, ktorú reprezentujú cieľové stromy (ŠTEFANČÍK, 1976), ktoré prinesú finančný efekt v rubnom veku porastov. Prednosti metódy cieľových stromov potvrdili aj HEIN et al.

(2007), ktorí na základe 35 ročného výskumu zistili vyššiu kvalitu kmeňa, resp. čistú hodnotovú produkciu na plochách s prebierkami, kde boli vybrané cieľové stromy v porovnaní s plochami, kde sa zasahovalo podľa Assmannovej optimálnej kruhovej základne (ASSMANN 1968).

Predovšetkým z pohľadu lesníckej praxe je zámerom získať čo najviac takých sortimentov, ktorých predajom možno maximalizovať finančné zhodnotenie. Doterajšie poznatky výskumu i praxe naznačujú rozdielny finančný efekt v závislosti od spôsobu výchovy (ŠTEFANČÍK, RÓTH 2014).

Cieľom tohto príspevku je porovnanie vybraných ukazovateľov kvalitatívnej produkcie na sériách trvalých výskumných plôch v bukových porastoch, ktoré sa dlhodobo (vyše 50 rokov) vychovávali rozdielnymi prebierkovými metódami.

Materiál a metódy

Výskum sa uskutočnil na 7. sériách trvalých výskumných plôch (TVP) na území Slovenska v bukových porastoch, ktoré vznikli z prirodzenej obnovy, veľkoplošným clonným rubom. Vybrané stanovištné a ekologické charakteristiky plôch uvádza tabuľka 1.

Tabuľka. 1. Základné charakteristiky trvalých výskumných plôch (TVP).

TVP	Vek (r.)	Nadmorská výška (m)	Priemerná ročná teplota (°C)	Priemerný ročný úhrn zrážok (mm)	Geomorfologický celok	Ekologický rad
Koňuš	83	510	6,5	900	Vihorlatské vrchy	B
Jalná	89	610	6,2	800	Štiavnické vrchy	B
Kalša	90	520	6,0	790	Slanské vrchy	B
Žalobín	92	250	7,9	660	Ondavská vrchovina	B
Zlatá Idka	93	700	6,7	780	Volovské vrchy	A
Lukov	94	550	5,5	690	Čergov	B
Cigánka	105	560	5,5	918	Stolické vrchy	B

Predmetné série TVP sa skladajú z troch čiastkových plôch (C, H, 0), každá s výmerou 0,25 ha. Na ploche (označenej ako C) sa realizuje silná podúrovňová prebierka (C – stupeň podľa Nemeckých výskumných ústavov lesníckych z roku 1902). Na ploche označenej ako H sa uskutočňujú zásahy metódou úrovňovej voľnej prebierky v zmysle ŠTEFANČÍKA (1974). Táto prebierková metóda sa zameriava na individuálnu výchovu stromov výberovej kvality (nádejné a cieľové stromy). Plocha s označením 0 je kontrolná, bez zásahov.

Do založenia sérií TVP sa na výskumných plochách nevykonali žiadne úmyselné výchovné zásahy, pričom doteraz sa na nich realizovalo 10-12 biometrických meraní. Na všetkých čiastkových plochách sa číslovaním registrovali všetky živé stromy s hrúbkou $d_{1,3}$ 3,6 cm a väčšou. Merali sa kvantitatívne parametre (hrúbka $d_{1,3}$, výška stromov) na výpočet kruhovej základne (PRIESOL, POLÁK 1991) a objemu hrubiny podľa rovnice PETRÁŠ, PAJTÍK (1991). Okrem toho sa hodnotili kvalitatívne znaky kmeňa, v rámci ktorých sa klasifikovali stromy podľa pestovnej a hospodárskej klasifikácie.

Pestovná klasifikácia zahŕňala:

- a) spoločenské postavenie stromov podľa vzrastových tried (ŠTEFANČÍK 1974);
 1. nadúrovňový strom
 2. úrovňový strom
 3. medziúrovňový strom
 4. podúrovňový strom ustupujúci
 5. podúrovňový strom potlačený

b) stupne akosti kmeňa:

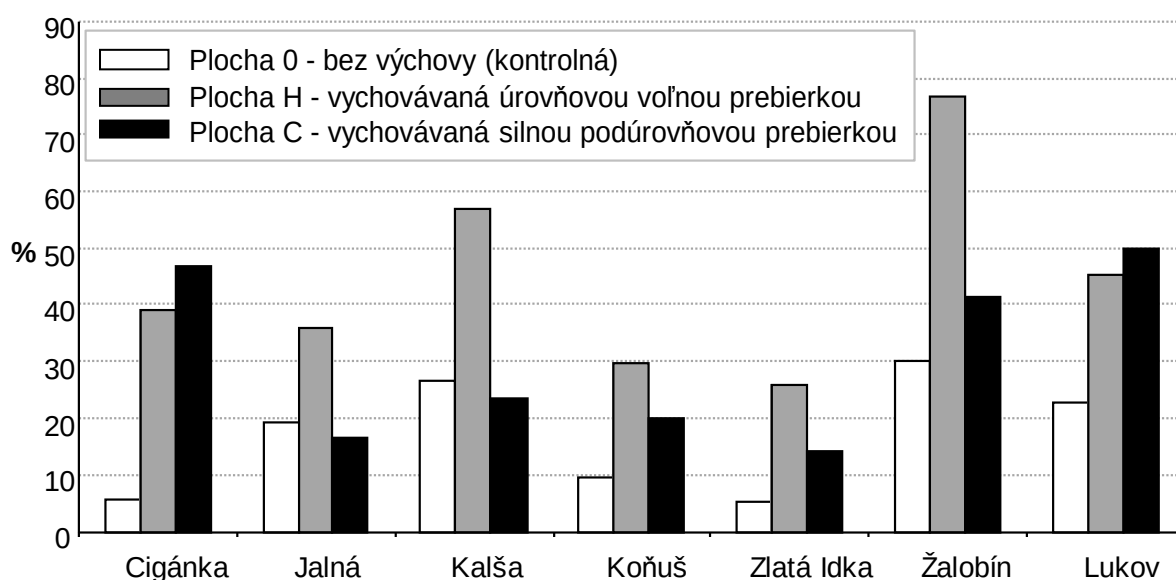
1. tvárny – priamy, veľmi kvalitný kmeň, bez hrčí
2. priemerný – priemerne kvalitný kmeň, zakrivený iba v hornej tretine, s malým počtom hrčí
3. netvárny – nekvalitný kmeň s veľkým počtom hrč, veľmi zakrivený

V rámci **hospodárskej klasifikácie** sa hodnotil len kmeň po nasadenie koruny, a to osobitne spodná a osobitne horná polovica kmeňa. Akostné triedy: 1 - vysoká (A), 2 - priemerná (B), 3 - horšia akosť, ale úžitkové drevo (C), 4 - palivo (D).

Získané údaje sme spracovali matematicko-štatistickými metódami podľa metodiky ŠTEFANČÍKA (1974) a využitím softvérového balíka QC-Expert (KUPKA 2008).

Výsledky a diskusia

Na obr. 1 je znázornené porovnanie všetkých plôch podľa hodnotenia spodnej polovice kmeňa stromov celého porastu po dlhodobej výchove (vyše 50 rokov), ktoré sa vykonalo podľa STN 48 0056 „Kvalitatívne triedenie listnatej guľatiny“.

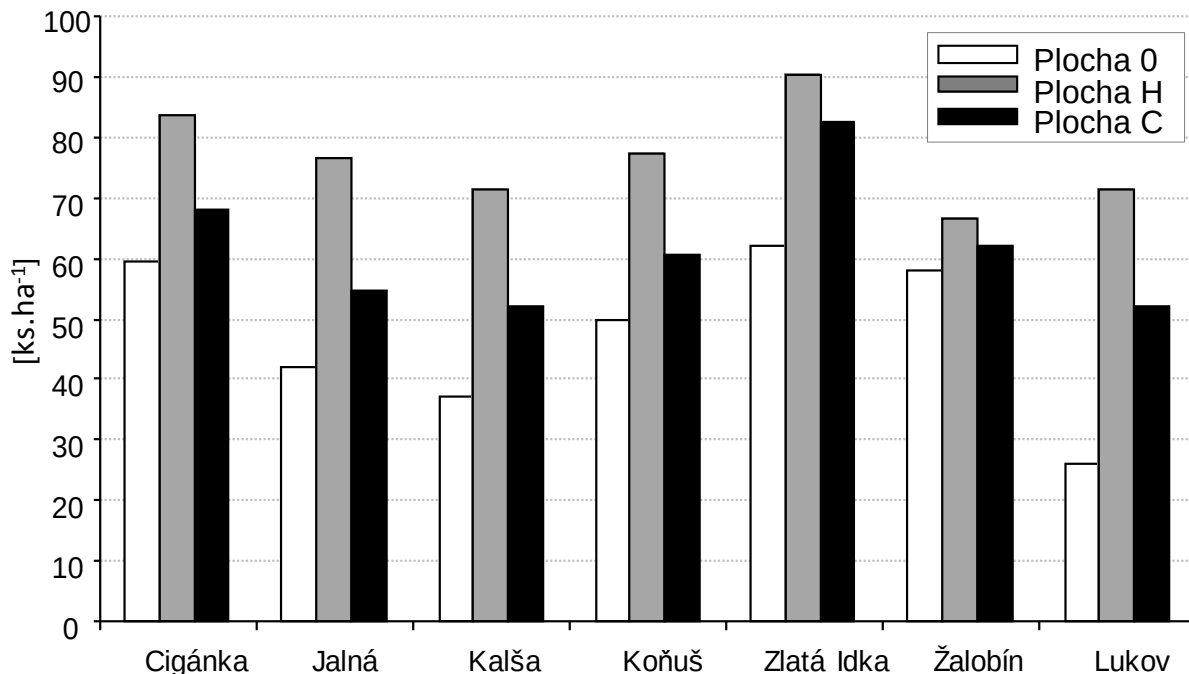


Obr. 1. Podiel z objemu hrubiny (podľa spodnej polovice kmeňa) celého porastu s predpokladom využitia pre piliarske a dýharenské výrezy.

Z hľadiska hodnotovej produkcie, resp. finančného efektu dlhodobej výchovy je rozhodujúcim ukazovateľom podiel kmeňov vhodných pre piliarske alebo dýharenské výrezy. V tejto súvislosti POLJANEC a KADUNC (2013) analyzovali kvalitu kmeňa 7 154 bukov na 2088 trvalých pokusných plochách. Najvyššiu kvalitu zistili pri hrúbke bukov $d_{1,3} = 50-55$ cm. Pritom podiel kmeňov vhodných pre výrobu dýh tvoril iba 1 %, resp. piliarske výrezy 1,6 %. Tieto hodnoty sú oveľa nižšie ako sme zistili na uvedených TVP, kde sa to pohybovalo v závislosti od spôsobu výchovy od 5,3 % do 76,7 %. Uvedení autori zistili tiež priaznivý účinok silnejších zásahov na kvalitu kmeňa. V tejto súvislosti uvádzajú pokles kvality v porastoch prevyšujúcich kruhovú základňu $60-65 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, čo by zodpovedalo plochám bez zásahov.

Z produkčného i hodnotového hľadiska sú najvýznamnejšie stromy, ktoré tvoria úroveň porastu (1. a 2. stromová trieda). Ich podiel je pre kvalitatívnu produkciu rozhodujúci, a to predovšetkým spodná polovica kmeňa (8-10 m), ktorá spravidla tvorí najhodnotnejšie

sortimenty pri spracovaní dreva. Preto sme zisťovali, aký podiel tvoria iba z úrovňových jedincov celého porastu (podľa kruhovej základne) jedince s najvyšším stupňom akosti kmeňa (obr. 2). Najvyššie percento sme opäť zistili na všetkých plochách, ktoré boli dlhodobo vychovávané úrovňovou voľnou prebierkou (plocha H) a najnižšie na kontrolných plochách bez výchovy (plocha 0).



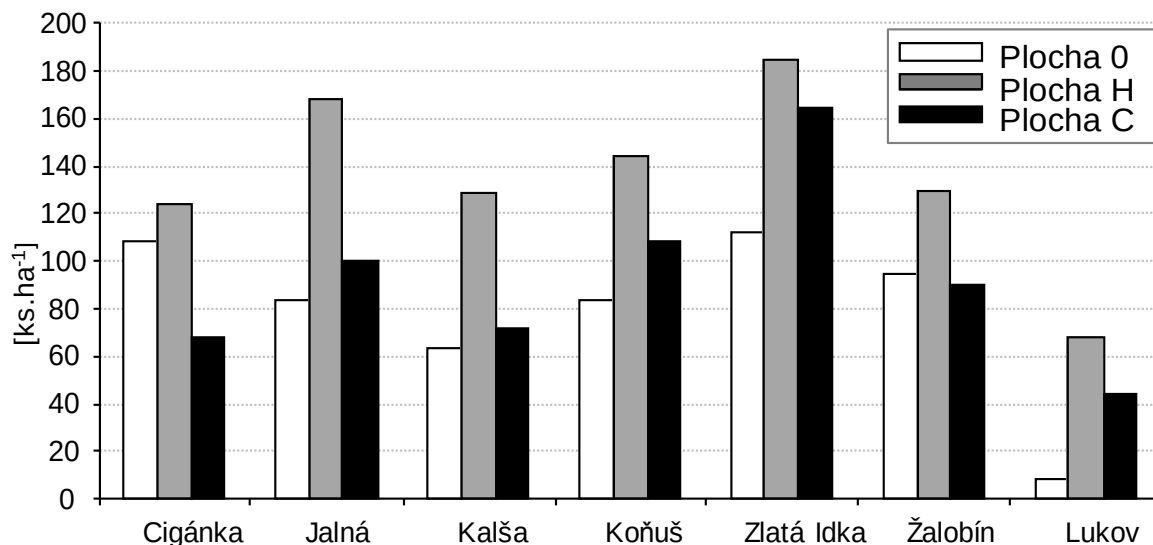
Obr. 2. Podiel z kruhovej základne (podľa spodnej polovice kmeňa) iba úrovňových jedincov celého porastu s najvyšším stupňom akosti kmeňa (Legenda ako pri obr. 1.).

Takmer na všetkých sledovaných sériách sa najvyššie percento (z objemu hrubiny s predpokladom využitia pre piliarske a dýharenské výrezy) zistilo na plochách vychovávaných úrovňovou voľnou prebierkou, resp. najnižšie na kontrolných plochách (bez výchovy). Tieto výsledky potvrdzujú, že uvedená prebierková metóda, ktorá je zameraná na individuálnu výchovu stromov výberovej kvality (nádejné a cieľové) je v bukových porastoch Slovenska najvhodnejšou z hľadiska kvalitatívnej produkcie. Dokazujú to aj počty cieľových stromov (obr. 3), ktoré sa na jednotlivých plochách podarilo vypestovať počas dlhodobej a systematickej výchovy. Najvyšší počet cieľových stromov sa dosiahol na plochách s úrovňovou voľnou prebierkou, a to na TVP Zlatá Idka, Jalná a Koňuš, kde sa začalo s výchovou najskôr, t.j. vo veku 30-40 rokov.

Z literatúry je známe, že včasnosť výchovy je významnou podmienkou dosiahnutia nielen požadovaného produkčného cieľa v bukových porastoch (KORPEL 1988; ŠTEFANČÍK 1974), ale je dôležitá aj z hľadiska kvalitatívnej produkcie. Niektorí autori považujú za optimálne začať s výchovou už v štádiu mladín (RÉH 1968). Iní autori uvádzajú začiatok výchovy neskôr (ŠEBÍK 1971; ŠTEFANČÍK 1974; LÜPKE 1986; UTSCHIG, KÜSTERS 2003) vo veku 40 až 45 rokov.

Podľa doterajších poznatkov je z pohľadu kvality (kmeňa a koruny) potrebné začať s výchovou čo najskôr a miernymi zásahmi. Potvrdzujú to aj výsledky KORPELA (1988), ktorý zistil vo veku cca 40 rokov, pri systematickej a intenzívnej výchove od fázy mladín, signifikantne väčší počet najkvalitnejších jedincov v porovnaní s porastom s oneskorenou (zanedbanou) výchovou. Podobné sú aj výsledky výskumu MLINŠEKA a BAKKERA (1990),

ktorí analyzovali 50 cieľových stromov buka vo veku 140-150 rokov na dvoch stanovištiach v Slovinsku.



Obr. 3. Počet cieľových stromov na plochách (Legenda ako pri obr. 1.).

Výsledky ukázali, že stromy s rovnomerným a miernym radiálnym rastom produkovali drevo s najmenším počtom hŕč. Stromy, ktoré mali úzke letokruhy v mladom veku a neskôr náhle produkovali široké letokruhy mali síce vynikajúci tvar kmeňa, ale drevo s väčším počtom hŕč, v porovnaní s jedincami s miernym radiálnym rastom. Preto autori odporúčajú v mladom veku zásahy obmedziť len na negatívny výber zameraný na odstraňovanie predrastlíkov a rozrastlíkov.

Podobne aj pri finančnom zhodnotení sledovaných troch variant výchovy na TVP Zlatá Idka, sa pestovaním bukových porastov metódou cieľových stromov potvrdil vyšší finančný efekt v porovnaní so spôsobom výchovy, kde sa cieľové stromy zámerne nepestujú ani neuvoľňujú. Jednoznačne najhoršie a to z pestovného i finančného hľadiska dopadla plocha bez výchovy (ŠTEFANČÍK, RÓTH 2014).

Záver

Z porovnania vybraných znakov a parametrov kvalitatívnej produkcie vyplýva, že najlepšie výsledky sa po dlhodobej a systematickej výchove dosiahli na ploche s úrovňovou voľnou prebierkou. Na základe týchto výsledkov možno konštatovať, že z pohľadu lesníckej praxe je potrebná systematická výchova bukových porastov, ktorá bude zameraná na kvalitatívnu produkciu, ktorá je rozhodujúca v porovnaní s kvantitatívnou produkciou.

Literatúra

- ASSMANN, E., 1968: Náuka o výnose lesa. Bratislava, Príroda: 488.
- DHÔTE, J.F., 1997: Effets des claircies sur le diametre dominant dans des futaies regulieres de hetre ou de chene sessile. *Revue Forestiere Francaise*, 49: 557-578.
- FERRAND, J.C., 1982: Variabilité en forêt des contraintes de croissance du hêtre (*Fagus sylvatica* L.). *Ann. Sci. Forest.*, 39: 187-218.
- HEIN, S., LENK, E., KLÄDTKE, J., KOHNLE, U., 2007: Effect of crop tree selectice thinning on beech (*Fagus sylvatica* L.) *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 178: 8-20.
- KATÓ, F., MÜLDER, D., 1983: Qualitative Gruppendurchforstung der Buche. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 154: 139-145.
- KELLER, R., LE TACON, F., TIMBAL, J., 1976: La densité du bois de hêtre dans le nord-est de la France. Influence des caractéristiques du milieu et du type de sylviculture. *Ann. Sci. Forest.*, 33: 1-17.

- KENNEL, R., 1972: Die Buchendurchforstungsversuche in Bayern von 1870 bis 1970. Forstliche Forschungsberichte München, 7: 264.
- KORPEL, Š., 1988: Dynamika rastu a vývoja bukových porastov vo fáze mladiny až žrdoviny vplyvom pestovnej techniky. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 30: 9-38.
- KUPKA, K., 2008: QC.Expert, ADSTAT. User's manual, TryloByte, Ltd., Pardubice: 168.
- LE GOFF, N., OTTORINI, J.M., 1993: Thinning and climate effects on growth of beech (*Fagus sylvatica* L.) in experimental stands. Forest Ecology and Management, 62: 1-14.
- LÜPKE, B., 1986: Thinning, especially early thinning, of pure beech stands. Forst- und Holzwirtschaft, 41: 54-61.
- MLINŠEK, D., BAKKER, A., 1990: Jugendwachstum und Holzqualität bei der Buche. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 109: 242-248.
- PARDÉ, J., 1981: De 1882 á 1976/80 les places d'expérience de sylviculture du hêtre en forêt domaniale de Haye. Revue Forestière Française, 33: 41-64.
- PETRÁŠ, R., PAJTIK, J., 1991: Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37: 49-56.
- POLGE, H., 1981: Influence des éclaircies sur les contraintes de croissance du hêtre. Annals Sci. Forest., 38: 407-423.
- POLJANEC, A., KADUNC, A., 2013: Quality and timber value of European beech (*Fagus sylvatica* L.) trees in the Karavanke region. Croatian Journal of Forest Engineering, 34: 151-165.
- PRETZSCH H., 2005: Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. European Journal of Forest Research, 124: 193-205.
- PRIESOL A., POLÁK L., 1991: Hospodárska úprava lesov. Bratislava, Príroda: 448.
- RÉH, J., 1968: Štúdium štruktúry bukovej húštiny. Lesnícky Časopis, 14: 651-671.
- RÉH, J., 1993: Racionalizácia bukových mladín. (Rationalisation of tending in young beech stands). Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 35: 171-183.
- ŠEBÍK, L., 1970: Kvalita a vplyv prvých úrovňových prebierok na kvalitu predrubných bukových porastov. Zborník vedeckých prác LF VŠLD vo Zvolene, 12: 31-50.
- ŠEBÍK, L., 1971: Vplyv miernej podúrovňovej a akostovej úrovňovej prebierky na štruktúru a produkciu predrubných bukových porastov. Zborník vedeckých prác LF VŠLD vo Zvolene, 13: 63-91.
- ŠEBÍK, L., POLÁK L., 1990: Náuka o produkcii dreva. Bratislava, Príroda: 322.
- ŠTEFANČÍK, I., 2013: Effect of delayed tending on development of beech (*Fagus sylvatica* L.) pole stage stand. Folia oecologica, 40: 272-281.
- ŠTEFANČÍK, I., RÓTH, T., 2014: Vplyv rozdielnej výchovy bukového porastu na finančné zhodnotenie jeho sortimentov. In: Bednářová, D. (ed.): Aktuálne problémy v zakladaní a pestovaní lesa. Zvolen, NLC-LVÚ: 67-76.
- ŠTEFANČÍK, L., 1974: Prebierky bukových žrdovín. (Lesnícke štúdie č.18). Bratislava, Príroda: 141.
- ŠTEFANČÍK, L., 1975: Pestovanie akostnej produkcie v bukových porastoch. Lesnictví, 21: 749-766.
- ŠTEFANČÍK, L., 1976: Hromadná kvalita bukového porastu a jej zmeny vplyvom prirodzeného vývoja a prebierky. Lesnícky časopis, 22: 141-157.
- ŠTEFANČÍK, L., 1984: Úrovňová voľná prebierka - metóda biologickej intenzifikácie a racionalizácie selekčnej výchovy bukových porastov. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 34: 69-112.
- UTSCHIG, H., KÜSTERS, E., 2003: Growth reactions of common beech (*Fagus sylvatica* L.) related to thinning – 130 years observation of the thinning experiment Elmstein 20. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 122: 389-409.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja Slovenskej republiky na základe zmluvy č. APVV-0262-11“ a č. APVV-0608-10.

Kontaktné adresy:

doc. Ing. Igor Štefančík, CSc.,
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav, T.G. Masaryka 22, 9692 Zvolen,
e-mail: stefancik@nlcsk.org
Ing. Tomáš Klouček,
Fakulta lesnícká a dřevarařská ČZU, Kamýcká 1176, CZ-165 21 Praha 6,
e-mail: kloucek@fld.czu.cz

VÝŠKOVÉ TARIFY ZMIEŠANÝCH SMREKOVO-JEDĽOVO- BUKOVÝCH PORASTOV STAND HEIGHT TARIFFS FOR MIXED SPRUCE-FIR-BEECH FOREST STANDS

Rudolf Petráš, Julian Mecko, Michal Bošela

Abstract: Mean height-mean diameter models (so called “tariffs”) were developed for spruce, silver fir and beech using existing graphical models and growth models. Both existing models were compared each other and with additional empirical material from long-term measurements on research plots. The best coincidence between graphical models and those derived ones was found for silver fir, then for spruce and beech, respectively. The tariffs derived from growth models and research plots were placed mostly in the upper half of the total range of tariffs.

Keywords: stand height tariffs, mixed-species forest, Norway spruce, Silver fir, European beech

Úvod a rozbor problematiky

Výšky a hrúbky stromov sú základné rastové veličiny, ktoré determinujú aj vývoj porastových veličín akými sú stredná výška a hrúbka. Vzťah medzi výškami h a hrúbkami stromov d v konkrétnom poraste najlepšie vyjadruje výšková krivka:

$$h = f(d) \quad (1)$$

Je charakteristická pre každé vývojové štádium porastu, a preto HALAJ (1963) nazval tieto krivky štádiové. Výškové krivky starších porastov sú strmšie a ležia nad krivkami mladších porastov. Každé štádium porastu je možné identifikovať aj strednou výškou h_m a strednou hrúbkou d_m . Ich celoživotný vývoj možno vyjadriť vývojovou výškovou krivkou podľa vzťahu:

$$h_m = f(d_m) \quad (2)$$

Podľa skutočnej strednej výšky a hrúbky je možné priradiť konkrétnemu porastu teoretickú výškovú krivku podľa ktorej by sa mal porast ďalej vyvíjať. Z tohto dôvodu sa tieto krivky nazývajú aj výškové tarify. Výšková tarifa je charakteristická pre každý porast. Rovnoveké porasty majú na lepších stanovištiach tarifné krivky strmšie a vyššie položené ako na chudobných stanovištiach. Výberkové porasty, ktoré sú dlhodobo v rovnovážnom stave by teoreticky mali mať len jednu tarifnú krivku pre všetky stanovištia.

V zahraničí sú známe výškové tarify pre rovnoveké, ale aj výberkové porasty približne z polovice minulého storočia. Sú odlišné podľa drevín, ale aj spôsobom ich odvodnia. KRENN (1948) odvodil výškové tarify z rastových tabuliek pre 9 drevín. Aj KRÄUTER (1958) zostavil výškové tarify z rastových tabuliek, ale sú spoločné pre všetky dreviny. Tarify pre výberkové porasty smreka a jedle zostavil PRODAN (1949), BADOUX (1949), EIČ (1951), EMROVIČ (1953) a KRÄUTER (1958). HALAJ (1963) zozbieral na Slovensku rozsiahly empirický materiál, z ktorého zostavil výškové tarify rovnovekých porastov pre 9 drevín a tarify výberných porastov pre smrek, jedľu a buk. Ako zdôrazňuje sám autor, empirický materiál pre tarify rovnovekých porastov pochádza vo väčšine prípadov zo zmiešaných a nie rovnorodých porastov. Tarify skonštruoval graficko-počtársky. Ich výsledná zostava pozostáva z vyrovnaných tarifných kriviek v grafickej a tabuľkovej forme. Ich spojením s objemovými tabuľkami sa zostavili aj objemové tarify a slúžia na určovanie zásob a prírastku porastov.

Cieľom práce je upraviť a porovnať výškové tarify smreka, jedle a buka na podklade HALAJOVÝCH (1963) grafických modelov, modelov rastových tabuliek a experimentálneho materiálu opakovaných meraní trvalých výskumných plôch.

Materiál a metódy

Jednotný model Halajových výškových taríf

Pre vytvorenie modelu sa prebrali z HALAJOVÝCH (1963) taríf rovnovekých porastov smreka, jedle a buka číselné údaje graficko-počtársky vyrovnaných výškových taríf podľa vzťahu (2). Tie sa vyrovnali KORFOVOU (1939) rastovou funkciou:

$$h_m = A \cdot e^{\frac{k}{1-n}} d_m^{(1-n)} \quad (3)$$

kde h_m, d_m – stredná výška, stredná hrúbka porastu,
 A, k, n – parametre funkcie.

Tvar jednotného modelu sa odvodil tak, že vypočítané parametre Korfovej funkcie (3) jednotlivých kriviek sa vyrovnali v závislosti od vyrovnanej strednej výšky h_m pri strednej hrúbke d_m 50 cm podľa funkcií:

$$k = p_1 + \frac{p_2}{h_{50}} \quad (4) \quad n = p_3 + \frac{p_4}{h_{50}} \quad (5)$$

$$A = p_5 + p_6 \cdot h_{50} + p_7 \cdot h_{50}^2 \quad (6)$$

kde h_{50} – stredná výška porastu (m) pri strednej hrúbke 50 cm,
 $p_1 - p_7$ – parametre funkcií.

Súhrnný model výškových taríf sa dosiahne tak, že funkcie (4) – (6) sa dosadia do Korfovej rastovej funkcie (3). Týmto modelom sa vyrovnali všetky tarifné výškové krivky naraz.

Tarify z rastových tabuliek

Modely rastových tabuliek (HALAJ et al. 1981) udávajú vývoj strednej výšky h a strednej hrúbky d v závislosti od veku t a bonity porastu q :

$$h = f(t, q) \quad (7) \quad d = f(t, q) \quad (8)$$

Keď sa z týchto vzťahov vylúči vek porastu, je možné odvodiť závislosť výšky porastu h od jeho hrúbky d a bonity q :

$$h = f(d, q) \quad (9)$$

Výsledný model má potom tvar:

$$h(d, q) = A_h \cdot \exp\left(\frac{k_h}{1-n_h} \cdot \left(\frac{1-n_d}{k_d} \cdot \ln\left(\frac{d+1}{A_d}\right)\right)^{\frac{1-n_h}{1-n_d}}\right) \quad (10)$$

kde h, d, q – stredná výška, stredná hrúbka a bonita porastu,
 A_h, k_h, n_h – parametre Korfovej funkcie pre model výškových kriviek,
 A_d, k_d, n_d – parametre Korfovej funkcie pre model hrúbkových kriviek.

Parametre Korfovej funkcie A, k, n z rovnice (10) sú v modeli rastových tabuliek vyjadrené v závislosti od bonity porastu q :

$$A, k, n = f(q) \quad (11)$$

Experimentálny materiál

Základom je 252 opakovaných meraní na 50 trvalých výskumných plochách (TVP), ktoré sa zakladali v 60. a 70. rokoch minulého storočia na Slovensku v oblasti Západných Karpát za účelom výskumu rastu a produkcie rovnorodých a zmiešaných lesných porastov.

Plochy sa nachádzajú v západnej a východnej časti Slovenského Rudohoria. V západnej časti sú v oblasti Hriňovej a východnej na Spiši v Hnileckej doline. TVP ležia v nadmorskej výške 480-970 m. Zmiešanie drevín na TVP je rôzne. Všetky 3 dreviny sú zastúpené na 22 TVP, na 23 TVP je len smrek s jedľou, na 2 TVP smrek s bukom a na 3 TVP jedľa s bukom. Najzastúpenejšou drevinou je jedľa, potom smrek a buk. Vek porastov pri založení TVP bol v rozpätí 32–159 rokov. Všetky výskumné plochy sa opakovane merali a vychovávali miernymi prebierkami väčšinou v pravidelných 5 ročných intervaloch. Väčšina plôch sa zmerala 4-8 krát a po viac ako 40 ročnom sledovaní je vek skúmaných porastov v rozsahu 73–202 rokov. Pri opakovaných meraniach sa merali hrúbky a výšky stromov, ale aj iné parametre. Výšky všetkých stromov sa merali len pri prvom a poslednom opakovanom meraní. V ostatných prípadoch len v rozsahu potrebnom pre konštrukciu výškovej krivky. Pre každé opakované meranie a osobitne pre každú drevinu sa vypočítali základné stredné veličiny ako sú stredná hrúbka a stredná výška.

Pre jedľu je k dispozícii 200, pre smrek 193 a pre buk 108 opakovaných meraní. Minimálne stredné hrúbky a výšky drevín sú v rozsahu 9 – 12 cm a 9 – 14 m, ale maximálne stredné hrúbky a výšky sú značne rozdielne. Jedľa má 72 cm a 45 m, smrek 69 cm a 49 m a buk 58 cm a 35 m. Na každej TVP sa pre každú drevinu znázornil graficky vývoj strednej výšky v závislosti od strednej hrúbky. Ten sa potom porovnal s krivkami podľa modelov výškových taríf HALAJA (1963) a rastových tabuliek.

Výsledky a diskusia

Model Halajových výškových taríf

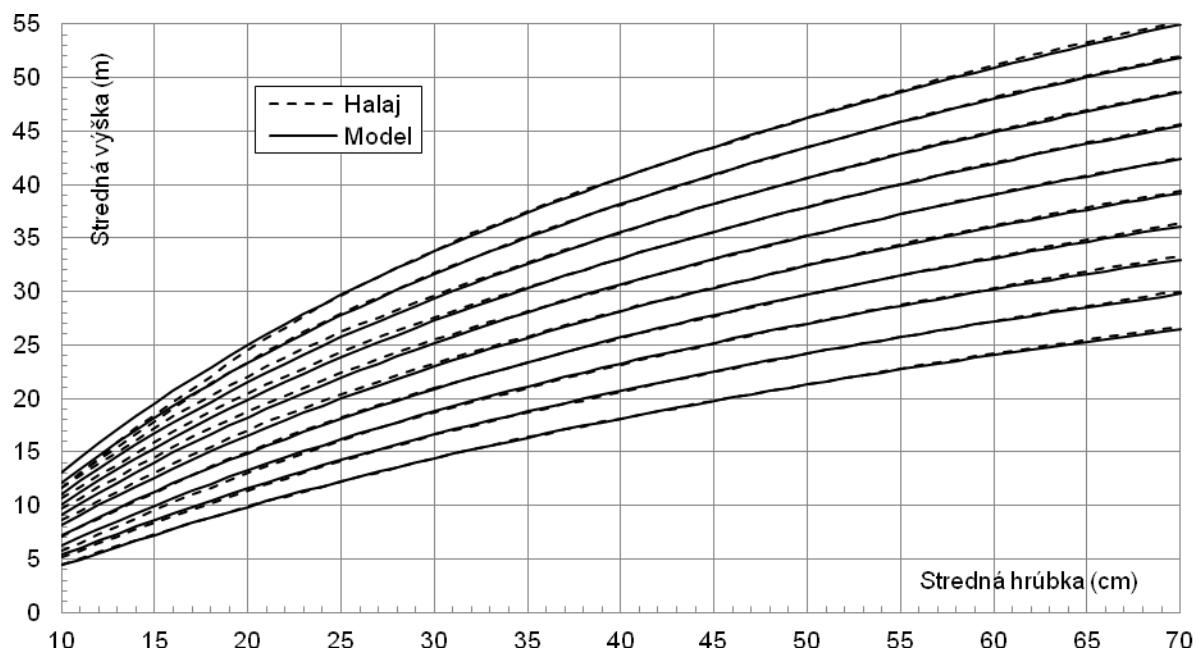
Regresným vyrovnaním stredných výšok porastov v závislosti od ich stredných hrúbok podľa funkcií (3) – (6) sa odvodil jednotný model pre každú drevinu. Vzhľadom na to, že išlo len o vyrovnanie už graficko-počtársky vyrovnaných hodnôt, sú parametre regresného vyrovnania pre každú drevinu veľmi priaznivé. Koeficienty determinácie sú v rozsahu 0,9995 – 0,9999, čo znamená, že vyrovnané stredné výšky sú determinované strednými hrúbkami takmer na 100 %. Aj stredné kvadratické chyby vyrovnania sú nepatrné, len v rozsahu 0,01 – 0,07 m. I keď štatistické charakteristiky vyrovnania sú veľmi priaznivé, grafické porovnanie (obr. 1.) poukazuje, že najväčšie odchýlky sú pri najmenších hrúbkach. Matematický model tu udržiava pravidelné rozstupy medzi krivkami, na rozdiel od Halajových, ktoré sú nepravidelné. Takéto odchýlky sú nielen pri smreku, ale aj pri jedli a buku.

Model taríf z rastových tabuliek

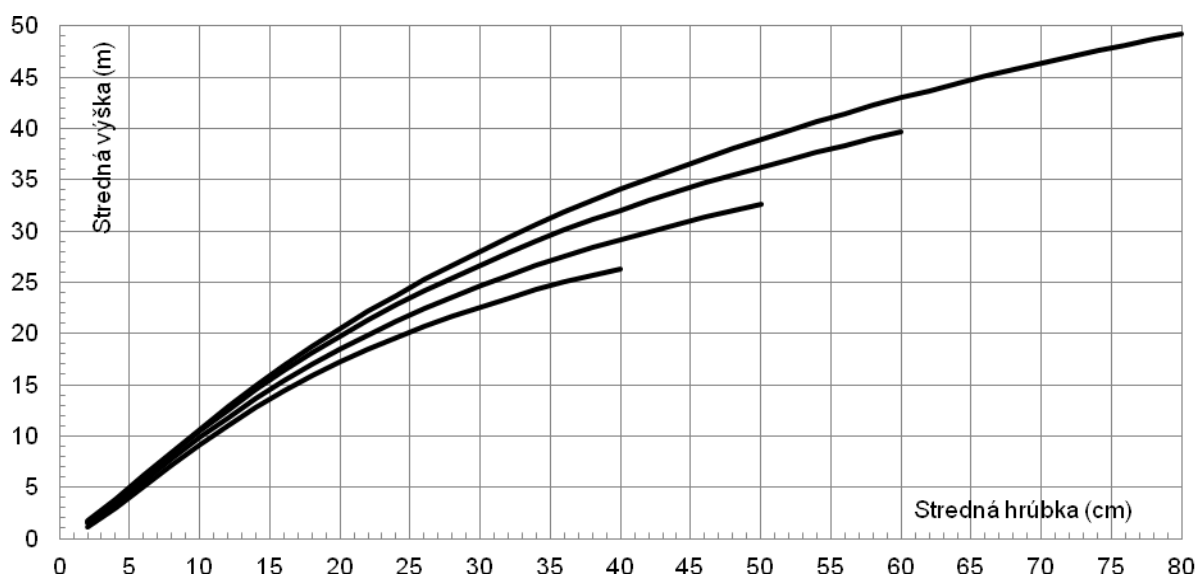
Vyjadruje ho funkcia (10) a jej parametre A , k , n sa prebrali z modelov rastových tabuliek. Model pre jedľu (obr. 2.) predstavuje vejár výškových kriviek. Pri menších hrúbkach má veľmi úzky rozsah výšok. Ten sa však s vyššími hrúbkami zvyšuje, ale i pri najvyšších hrúbkach nedosahuje rozpätie výšok Halajových výškových taríf.

Porovnanie modelových taríf s tarífami na výskumných plochách

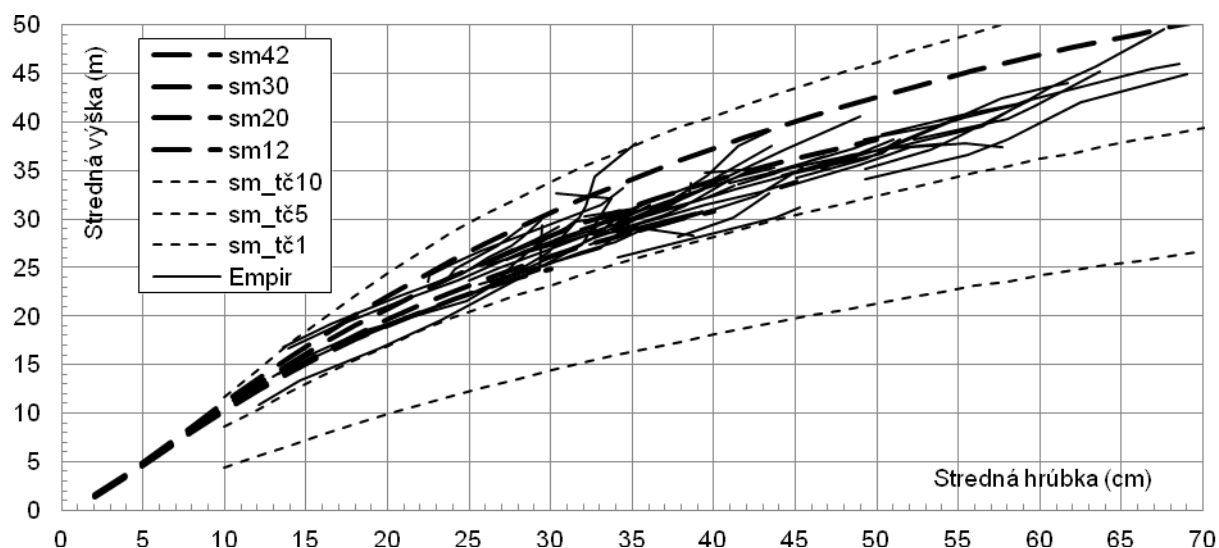
Krivky výškových taríf zo všetkých troch zdrojov sa relatívne dobre zhodujú. Najlepšiu zhodu, takmer v celom rozsahu stredných hrúbok má jedľa (obr. 4). Pri smreku (obr. 3) sú najstrmšie výškové krivky podľa HALAJA (1963) a najmenej strmé sú empirické. Rozdiely medzi nimi nie sú veľké. Pri buku (obr. 5) sú najstrmšie krivky podľa modelov rastových tabuliek, nasledujú empirické a krivky podľa HALAJA (1963) sú najmenej strmé. Najviac však pri vyšších stredných hrúbkach. Rozpätie výškových kriviek je takmer rovnaké pri tarífach z rastových tabuliek a empirických taríf. Obidva zdroje vyplňajú len hornú polovicu HALAJOVÝCH (1963) taríf a to pri všetkých troch drevinách. Tento poznatok sa nedá podrobnejšie komentovať, pretože nie je známy rozsah empirického materiálu z ktorého boli Halajove tarify skonštruované.



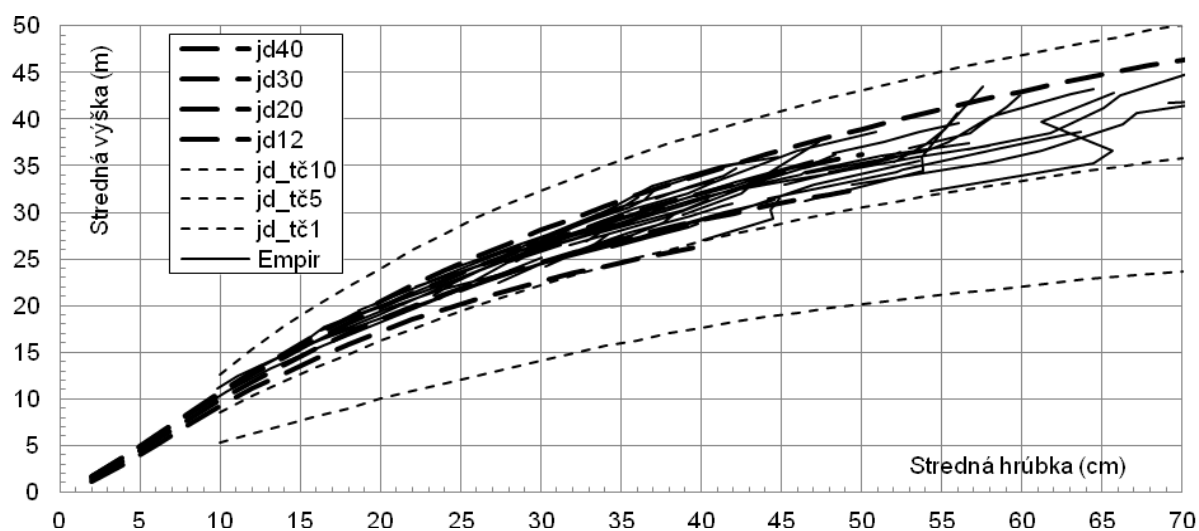
Obr. 1. Empirické (HALAJ 1963) a vyrovnané výškové tarify pre smrek.



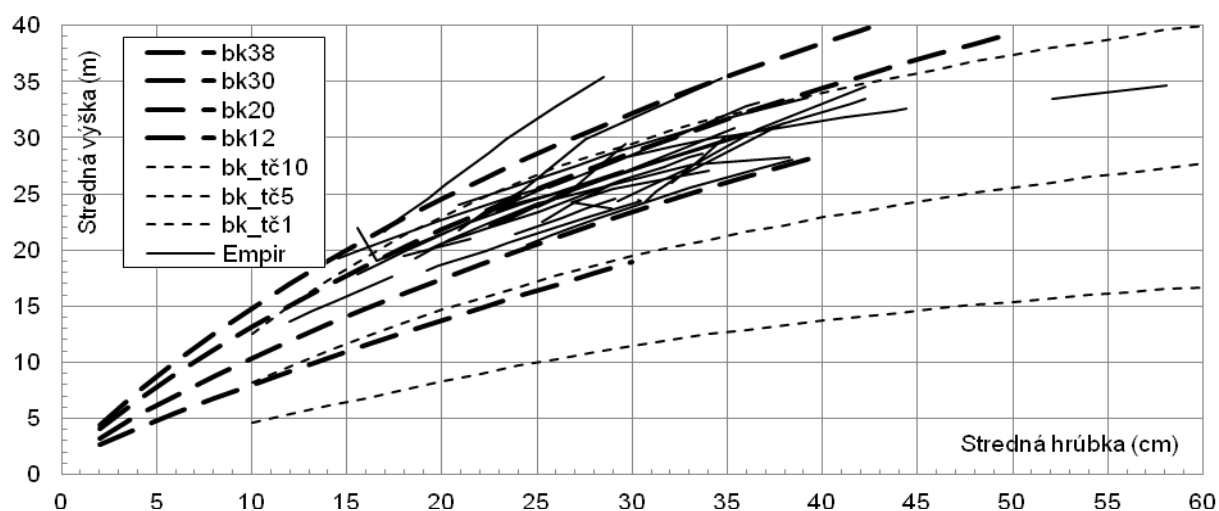
Obr. 2. Výškové tarify jedle pre bonity 12, 20, 30 a 40 podľa modelov rastových tabuliek.



Obr. 3. Výškové tarify smreka podľa Halaja (1963), rastových tabuliek a TVP.



Obr. 4. Výškové tarify jedle podľa Halaja (1963), rastových tabuliek a TVP.



Obr. 5. Výškové tarify buka podľa Halaja (1963), rastových tabuliek a TVP.

Záver

Cieľom práce bolo upraviť a porovnať výškové tarify smreka, jedle a buka na podklade HALAJOVÝCH (1963) grafických modelov, modelov rastových tabuliek a experimentálneho materiálu opakovaných meraní trvalých výskumných plôch. Matematické modely výškových taríf sa odvodili podľa vzťahu (2). Grafické tarify HALAJA (1963) sa vyrovnali rozšírenou Korfovou funkciou podľa tvaru (3) – (6). Tarify rastových tabuliek sa odvodili z ich matematických modelov podľa funkcií (10) a (11). Obidva modely výškových taríf sa porovnali aj s výškovými tarifami trvalých výskumných plôch.

Najlepšia zhoda medzi tarifami je pri jedli, o málo menšia je pri smreku a najmenšia pri buku. Výškové tarify z rastových tabuliek a výskumných plôch zaberajú svojou polohou len hornú polovicu Halajových taríf.

Literatúra

- BADOUX, E.: L allure de l accroissement dans la foret jardinée. Mitt. Der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 1949, Heft 1.
- EIČ, N.: Tabela drvnih masa i padovi promjera. Izdanje Narodnog šumara, Sarajevo, 1951.
- EMROVIČ, B.: O konstrukciji lokalnih jednoulaznih drvnogromadnih tablica (tarifa). Šumarskij list, 1953, č. 4/5.
- HALAJ, J.: Tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov. Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, Bratislava, 1963, 327 s.
- HALAJ, J., PÁNEK, F., PETRÁŠ, R.: Matematický model druhého vydania rastových tabuliek pre smrek, jedľu, dub a buk. Lesnictví, 27, 1981, č. 10, s. 867 – 878
- KORF, V.: Příspěvek k matematické definici vzrůtového zákona hmot lesních porostů. Lesnická práce, 18, 1939, č. 7-8, s. 339-379.
- KRÄUTER, G.: Das Waldhöhentarifsystm, Akademie – Verlag, Berlin, 1958.
- KRENN, K.: Tarife zur Massenberechnung von Beständen. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, 1948, Heft 6, 41 s.
- PRODAN, M.: Normalisierung des Plenterwaldes? Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, Heft 7, 1949.

PodĎakovanie:

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0255-10 a APVV-0439-12.

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Rudolf Petráš, CSc., Ing. Julian Mecko, CSc. Ing. Michal Bošľa, PhD.,
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen,
e-mail: petras@nlcsk.org, meckonlcsk.org, boselanlcsk.org

ÚROVNE POPULÁCIÍ PODKÔRNEHO HMYZU A PRAHY ODPORU SMREKOVÝCH EKOSYSTÉMOV LEVELS OF BARK BEETLE POPULATIONS AND RESISTANCE THRESHOLDS OF SPRUCE ECOSYSTEMS

Rastislav Jakuš

Abstract: Populations of aggressive bark beetles may remain in an endemic state for a long time, even when present suitable host species, age of host, and climate conditions. Concentrated presence of host plants in suitable conditions (older stands), favourable weather, and existing management practices allow bark beetle populations to overcome several thresholds, thereby enabling gradation over large areas. The dynamics of the interaction between bark beetles and conifers is characterized by the presence of multiple thresholds. The population eruptions occur when thresholds are surpassed and positive feedback will amplify on several levels.

Keywords: bark beetle, population dynamics, spruce

Úvod

Podkôrny hmyz je jedným z hlavných disturbačných činiteľov v smrekových ekosystémoch. V posledných rokoch, je veľkosť a intenzita gradácií zvýšili a tiež došlo k zasiahnutiu území, v ktorých v minulosti len zriedkavo dochádzalo k rozsiahlemu poškodzovaniu porastov. Jeho posledné gradácie (populačné erupcie) však výrazne prekročili frekvencie, dopady a rozsahy dokumentované v známej histórii.

Populácie agresívnych druhov podkôrneho hmyzu môžu zostať v endemickej stave po dlhú dobu, aj keď sú prítomne vhodné hostiteľské druhy, vekové kategórie hostiteľa, a klimatické podmienky. Koncentrovaná prítomnosť hostiteľskej dreviny vo vhodnom stave (staršie porasty), priaznivé počasie, a existujúce spôsoby manažmentu (vrátane bezzásahového režimu) umožnili populáciám lykožrúta prekonať viaceré prahy a tým umožniť gradácie na rozsiahlych územiach. Dynamika interakcií medzi podkôrnym hmyzom a ihličnanmi sa vyznačuje prítomnosťou viacerých prahových hodnôt.

K populačným erupciám dochádza keď sú prahové hodnoty prekonané a pozitívna spätná väzba sa znásobí na viacerých úrovniach. Dopady zasahujú všetky úrovne, od bunkovej až na úroveň krajiny. Populačné erupcie nastali, keď boli prekonané kľúčové prahy a predchádzajúce obmedzenia prestanú fungovať. Zmena klímy a znížená heterogenita stanovišťa (rozsiahle výmery starších a oslabených porastov) zvýšili pravdepodobnosť prekročenia týchto prahov. Táto dynamika je obojsmerná, pretože charakteristiky lesných celkov alebo krajiny vplývajú na to, ako sú tieto procesy podporované alebo tlmené. Účinok meniacich sa klimatických podmienok, najmä pri zvýšení teploty a výskyt období sucha, pestovanie smrekových monokultúr na rozsiahlych plochách sa môže kombinovať a podporovať premnoženie.

Systémy, v ktorých vnútorné spätné väzby môžu dominovať po tom, ako externé činitele inicializovali prekročenie týchto prahov, sú zvlášť citlivé. Keď je prahová hodnota prekonaná, inicializačné činitele (poškodenie porastov vetrom, teplo, sucho...) nemusia byť ďalej nevyhnutné pre udržanie premnoženia.

Reakcie na premnoženia lykožrúta by mali byť založené na roliach ktoré hrajú špecifické prahy v každom systéme. Stratégie manažmentu by mali byť zamerané na zníženie pravdepodobnosti, že sa vyskytne súbor podmienok potrebných pre prekonanie prahu. Konkrétne taktika bude účinná len vtedy, ak bude použitá vo vhodnej fáze vývoja. V európskych smrekových ekosystémoch môžeme určiť nasledovné úrovne populácií a súvisiace prahy:

a) Endemická populácia

Podkôrny hmyz obsadzuje vývraty, zlomy a ojedinele stojace stromy. Veľkosť populácie je viac – menej stabilná. Klasická koncepcia ochrany lesa je založená na dlhodobom udržiavaní populácii podkôrneho hmyzu v endemickej populácii. Je to dosahované preventívnym včasným odstraňovaním všetkých vývratov a zlomov z porastov, vyhladávaním a asanáciou ojedinele sa vyskytujúcich aktívnych chrobačiarov a používaním klasických lapákov. K prechodu na nasledujúcu úroveň dochádza z pravidla po rozsiahlom poškodení porastov vetrom, keď nebolo odstránené kritické množstvo vývratov a zlomov z porastov, alebo v oblastiach postihnutých hromadným odumieraním smrečín v prípade keď lesnícka prevádzka nestíha včas identifikovať a asanovať kritické množstvo aktívnych chrobačiarov.

b) Epidemická populácia – lokálna gradácia

Podkôrny hmyz obsadzuje vývraty, zlomy a stojace stromy na jednom alebo viacerých lesníckych celkoch. Vznikajú ohniská poškodenia. Môže dôjsť aj k odumretiu celých porastov. Populácie podkôrneho hmyzu výrazne narastú. K ukončeniu gradácie dôjde do 6 rokov, pred tým ako odumrú všetky dospelé smrekové porasty. Lokálnu gradáciu v smrekových porastoch v ktorých nie sú obmedzené opatrenia ochrany lesa možno stlmiť pomocou bežných opatrení (vyhladávanie a spracovanie aktívnych chrobačiarov, lapáky, bariéry feromónových lapačov). V určitých prípadoch môže dôjsť aj k samovoľnému zastaveniu gradácie v bezzásahových oblastiach účinkom bioregulačného komplexu.

K prechodu na nasledujúcu úroveň dochádza v prípadoch keď došlo k poškodeniu porastov vetrom a v rozsiahlej oblasti, nebolo odstránené kritické množstvo vývratov a zlomov z porastov na viacerých lesníckych celkoch a následne došlo k vzniku viacerých lokálnych gradácií, ktoré sa prepojili. Prechod na nasledujúcu úroveň umožňuje aj výskyt gradácie podkôrneho hmyzu v rozsiahlej trvalej alebo aj dočasnej bezzásahovej oblasti. V takomto prípade funguje bezzásahová oblasť ako zdroj migrujúcich lykožrútov. K prekonaniu prahu dochádza aj v rozsiahlych oblastiach postihnutých hromadným odumieraním smrečín v prípade keď lesnícka prevádzka nestíha včas identifikovať a asanovať kritické množstvo aktívnych chrobačiarov na väčšom území. Ďalším významným činiteľom umožňujúcim prechod na vyššiu úroveň je výskyt dlhších období sucha.

c) Epidemická populácia – klasická gradácia na úrovni krajiny

Podkôrny hmyz obsadzuje vývraty, zlomy a stojace stromy v mnohých lesníckych celkoch alebo vo viac – menej celom pohorí. Vznikajú ohniská poškodenia. Môže dôjsť aj k odumretiu celých porastov. Populácie podkôrneho hmyzu výrazne narastú. K ukončeniu gradácie dôjde do 6 rokov, pred tým ako odumrú všetky dospelé smrekové porasty. Klasickú gradáciu na úrovni krajiny možno v smrekových porastoch, v ktorých nie sú obmedzené opatrenia ochrany lesa možno stlmiť pomocou bežných opatrení (vyhladávanie a spracovanie aktívnych chrobačiarov, lapáky, bariéry feromónových lapačov) väčšieho rozsahu. V určitých prípadoch (v minulosti) môže dôjsť aj k samovoľnému zastaveniu gradácie aj v rozsiahlych bezzásahových oblastiach účinkom bioregulačného komplexu. V posledných desaťročiach dochádza v súvislosti so zmenami klímy v rozsiahlych oblastiach intenzívne postihnutých hromadným odumieraním smrečín a v územiach bez zásahu k prechodu na nasledujúcu úroveň.

d) Epidemická populácia – gradácia na úrovni krajiny do vyčerpania zdrojov

Podkôrny hmyz obsadzuje vývraty, zlomy a stojace stromy na viacerých až mnohých lesníckych celkoch, viac – menej celom pohorí. Vznikajú ohniská poškodenia. Dochádza k odumretiu celých porastov. Populácie podkôrneho hmyzu výrazne narastú. K ukončeniu

dôjde až po odumretí všetkých dospelých smrekových porastov v zasiahnutej oblasti. Pri tomto type gradácie, sú možnosti ochrany lesa v najviac postihnutej oblasti obvyčajne limitované. Hlavným cieľom opatrení je izolovať zasiahnutú oblasť od okolitých smrekových porastov. Je to možné urobiť pomocou intenzívnych opatrení (vyhľadávanie a spracovanie aktívnych chrobačiarov, lapáky, bariéry feromónových lapačov) veľkého rozsahu.

Účinnosť opatrení ochrany lesa v závislosti od gradačnej fázy

Účinnosť a dopad opatrení ochrany lesa závisí od gradačnej fázy, prípadne úrovne populácii podkôrneho hmyzu.

a) Progradácia

V progradácii, sa v zasiahnutom lesnom celku nachádza dostatok oslabených stromov vo veku vhodnom pre nálet podkôrnym hmyzom. Jeho populácie rýchlo rastú. Lykožrúty prednostne obsadzujú vývraty, zlomy a oslabené stromy. V tejto fáze je kľúčovým opatrením spracovanie vývratov, zlomov a aktívnych chrobačiarov. Pokiaľ nie je spracovaná podstatná časť (kritické množstvo) zlomov a vývratov alebo podkôrny hmyz neobsadil všetky zlomy a vývraty (kritické množstvo), použitie semiochemikálií (feromóny, antiatraktanty) nemusí priniesť dostatočný efekt. V prípade prvých fáz gradácie v porastoch postihnutých suchom a bez prítomnosti väčšieho množstva vývratov a zlomov môže byť účinným opatrením použitie klasických lapákov. V prostredí výrazného prebytku vhodných vývratov a zlomov a veľkého rastu populácií, odchyt časti rodičovskej populácie do lapačov podstatne neznižuje veľkosť nasledujúcej generácie z dôvodu zníženia vnútro druhovej konkurencie. V prípade, že povolené použitie insekticídov, bodová asanácia zlomov alebo vývratov, ktoré sa nestíhajú spracovať, je účinné a presné riešenie, ktoré môže výrazne utlmiť nasledujúcu gradáciu.

b) Kulminácia a retrogradácia

S ďalším postupom gradácie ostávajú pre podkôrny hmyz stále menej a menej vhodné stromy, ktoré majú sú voči náletu viac rezistentné alebo sa na nich nevyvinie dost' jedincov novej generácie. Aj v tejto fáze je kľúčovým opatrením spracovanie vývratov, zlomov a aktívnych chrobačiarov. Rozsah mortality (odumieranie) a potreby ťažba asanácie napadnutých stromov je však možné výrazne znížiť použitím semiochemikálií. V neskorších fázach je použitie semiochemikálií efektívne. V prípade bariér feromónových lapačov, je feromónový odparník výrazne silnejší atraktant, ako zdravý alebo mladý rezistentný strom. Pri použití antiatraktantov je znížená pravdepodobnosť náletu na reaktívne zdravšie stromy.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol vďaka podpore z projektu: Výskum mechanizmov šírenia sa podkôrneho hmyzu v smrečinách, APVV-0297-12.

Literatúra

- Mezei P., Grodzki, W., Blaženec, M., Jakuš, R. 2014 Factors influencing the wind-bark beetles' disturbance system in the course of an Ips typographus outbreak in the Tatra Mountains. Forest Ecol. Manag. 312, 67–77.
- Raffa, K., Aukema, B., Bentz, B., Carroll, A., Hicke, J., Turner, M., Romme, W. 2008. Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. Bioscience, 58, 501-517.

Kontaktná adresa:

Ing. Rastislav Jakuš, PhD.,
Ústav ekológie lesa SAV vo Zvolene, Štúrova 2, 960 53 Zvolen
e-mail: jakus@savzv.sk

VÝSLEDKY HODNOTENIA ZDRAVOTNÉHO STAVU DREVÍN V HISTORICKOM PARKU SVÄTÝ PETER V ROKOCH 2012 A 2015 WOODY PLANTS HEALTH CONDITION EVALUATION RESULTS IN HISTORICAL PARK OF SVÄTÝ PETER IN 2012 AND 2015

Gabriela Juhásová, Dušan Juhás, Marek Kobza, Radovan Ostrovský

Abstract: Health condition of 267 trees from 21 genera of coniferous and deciduous woody plants was evaluated by visual diagnostics in historical park of Svätý Peter. In 2002 the same evaluation method was used on 213 trees, from which 54 were felled down or pull up during preceding years. Most frequent species are *Acer campestre* (68 pcs), *Aesculus hippocastanum* (41pcs), *Fraxinus excelsior* (24 pcs), *Gleditsia triacanthos* (16 pcs), and *Betula alba* (9 pcs). Protected *Platanus acerifolia* with circumference of 543 cm in breast height dominates the historical park. Based on our evaluation in 2015, the health condition of trees impaired, comparing to 2012. Our recommendation is to fell down 65 trees and verify stability using ArborSonic 3D on other 40 trees. Results of evaluation will be used for control measures and as a base data for funds application to revitalise of historical park.

Keywords: historical park, health condition, woody plants, ArborSonic 3D

Úvod

Predmetom práce je zhodnotenie drevín rastúcich v Historický park z polovice 19. storočia vo Svätom Petri má charakter prírodného parku s voľne krajinárskou úpravou s trávnatými plochami. Park má rozlohu 51602 m². V roku 1981 bol vyhlásený za chránený areál s 3 stupňom ochrany.

V roku 2015 predstavenstvo obce pripravuje revitalizáciu drevín v parku. Z toho dôvodu sme urobili reinventarizáciu drevín, stanovili sme sadovnícku hodnotu, stupeň poškodenia a predpokladanú životnosť. Na základe získaných poznatkov vypracujeme návrh ochranných opatrení. Prieskum drevín nachádzajúcich sa na riešenom území bol vykonaný v roku 2002 a aktualizovaný v roku 2015. Cieľom predloženého príspevku je porovnať získané výsledky v roku 2002 a v roku 2015.

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Vo všetkých parkoch a významných dendrologických objektoch najviac sú zastúpené stromy. Neodborná údržba je príčinou rapidného ústupu stromov vo významných dendrologických objektoch. Upozorňuje na to TOMAŠKO (2004). Výsledky vizuálneho hodnotenia potvrdili, že drevinám treba venovať väčšiu pozornosť, aby sa zachovali aj pre budúce generácie (JUHÁSOVÁ, HAMŠÍKOVÁ 1996, PÚPAVOVÁ, GÁPEROVÁ 2007, JUHÁSOVÁ 2002a, 2002b, JUHÁSOVÁ a kol. 2008, 2009, 2011a, 2011b, GÁPEROVÁ 2009, GÁPEROVÁ, GÁPER 2002, 2009). Od roku 2010 vizuálnu diagnostiku drevín dopĺňame aj stanovením stability stromov zvukovým tomografom FAKOPP 3D (JUHÁSOVÁ a kol. 2011a). Zdravotný stav drevín v historickom parku Svätý Peter hodnotila JUHÁSOVÁ (2002b), mapu rozmiestnenia drevín vypracovala MEDERLYOVÁ (2003).

Materiál a metódy

Predmetom predloženého príspevku sú stromy v historickom parku Svätý Peter. V prvej etape urobíme reinventarizáciu drevín. Podkladom sú údaje zo znaleckého posudku JUHÁSOVÁ (2002b) a z mapových podkladov, ktoré spracovala MEDERLYOVÁ (2003). Zdravotný stav stromov sme stanovili vizuálnym hodnotením (JUHÁSOVÁ, SERBINOVÁ 1997, JUHÁSOVÁ A KOL. 2013). Dreviny v historickom parku Svätý Peter v rokoch 2002 a 2015 sa hodnotil uvedenou metódou. Súčasťou vizuálnej diagnostiky je stanovenie sadovníckej hodnoty podľa MACHOVCA (1982) bodmi od 1 do 5, stupňa poškodenia stupňami 0 – 5 a

predpokladanej životnosti stupňami 0 – 4 podľa JUHÁSOVEJ A KOL. (2013). Stupne poškodenia doplníme číslami od 1 – do 97 (spôsob poškodenia) a spôsob ošetrenia číslami od 1až 47.

V laboratórnych podmienkach fytopatologickými metódami určíme pôvodcov poškodenia a vypracujeme návrh opatrení. Výsledky prezentujeme v tabuľkách:

- dendrologická štruktúra drevín v parku
- zoznam havarijných stromov, ktoré navrhujeme asanovať
- zoznam stromov, ktoré od roku 2002 doteraz sa asanovali, alebo sa samovoľne vyvrátili
- zoznam stromov, na ktorých odporúčame stanoviť stabilitu zvukovým tomografom ArborSonic 3D

Výsledky a diskusia

V roku 2015 sme urobili reinventarizáciu drevín v historickom parku Svätý Peter. V tabuľke 1 uvádzame výsledky inventarizácie drevín v roku 2002 a v roku 2015.

V roku 2002 v historickom parku Svätý Peter sa vyskytovalo 267 stromov, z nich vysokým stupňom poškodenia bolo znehodnotených 30 stromov. Nízku sadovnícku hodnotu a životnosť malo 37 stromov. Doteraz sa preto ich počet znížil o 65 stromov.

V roku 2015 sa na hodnotenom území vyskytovalo 204 stromov zo 16 rodov. Vysokým stupňom poškodenia (4 a 5) a nízku životnosť (0 a 1) má 65 stromov. Odporúčame ich asanovať. Vizualným hodnotením sa nedajú presne stanoviť skryté dutiny, či iné poškodenia kmeňa, preto na 42 stromoch odporúčame stanoviť stabilitu zvukovým tomografom.

Tabuľka 1. Dendrologická štruktúra historického parku Svätý Peter.

Inventarizácia (rok)	2002	2015
Názov dreviny	(ks)	
<i>Abies sp.</i>	1	1
<i>Acer campestre</i>	77	68
<i>Aesculus hippocastanum</i>	67	41
<i>Betula alba</i>	10	9
<i>Fraxinus excelsior</i>	26	24
<i>Fraxinus ornus</i>	1	1
<i>Fraxinus pensylvanica</i>	4	2
<i>Fraxinus sp.</i>	3	1
<i>Gleditsia triacanthos</i>	23	18
<i>Morus alba</i>	5	2
<i>Ostrya carpinifolia</i>	6	6
<i>Picea pungens</i>	3	3
<i>Picea pungens 'Argentea'</i>	2	2
<i>Pinus sylvestris</i>	1	1
<i>Platanus x acerifolia</i>	1	1
<i>Prunus domestica</i>	4	4
<i>Quercus robur</i>	6	5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	25	14
<i>Thuja occidentalis</i>	1	1
<i>Tilia cordata</i>	1	1
Spolu	267	204

Tabuľka 2. Výsledky hodnotenia vybraných parametrov drevín v historickom parku Svätý Peter.

Počet drevín zadelených do kategórií podľa predpokladanej životnosti						
Rok	0	1	2	3	4	Spolu
2002	37	67	78	67	14	263
2015	66	55	60	18	6	204

Sadovnícka hodnota drevín						
Rok	1	2	3	4	5	Spolu
2002	37	76	116	31	2	263
2015	36	35	127	4	2	204

Stupne poškodenia						
Rok	Z	1	2	3	4	5
2002	21	117	52	43	26	4
2015	0	20	66	65	37	16

Tabuľka 3. Výsledky hodnotenia stupňa poškodenia drevín v historickom parku Svätý Peter v roku 2015.

Názov dreviny	Stupne poškodenia						Spolu
	0	1	2	3	4	5	
<i>Abies sp.</i>						1	1
<i>Acer campestre</i>		3	20	32	10	3	68
<i>Aesculus hippocastanum</i>			11	13	16	1	41
<i>Betula alba</i>			6	3			9
<i>Fraxinus excelsior</i>		6	9	4	5		24
<i>Fraxinus ornus</i>					1		1
<i>Fraxinus sp.</i>				1			1
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>			1	1			2
<i>Gleditsia triacanthos</i>		2	9	3	1	1	16
<i>Morus alba</i>			2				2
<i>Ostrya carpinifolia</i>		4	2				6
<i>Picea pungens</i>		1	2				3
<i>Picea pungens 'Argentea'</i>			1				1
<i>Pinus sylvestris</i>					1		1
<i>Platanus x acerifolia</i>		1					1
<i>Prunus domestica</i>						5	5
<i>Quercus robur</i>			3	3			6
<i>Robinia pseudoacacia</i>		2		4	3	5	14
<i>Thuja occidentalis</i>		1					1
<i>Tilia cordata</i>				1			1
SPOLU	0	20	66	65	37	16	204

Záver

Pri vypracovaní nového projektu rekonštrukcie parku Svätý Peter stromy s nízkou životnosťou (0 až 1), s nízkou sadovníckou hodnotou (1 až 2) a poškodených vysokým stupňom poškodenia odporúčam vymeniť, nahradiť s perspektívnymi drevinami.

Pri rekonštrukcii parku, treba brať do úvahy nielen zdravotný stav stromov, ale aj ich sadovnícku hodnotu. V prvej etape treba odstrániť všetky nebezpečné stromy a ďalších etapách postupne podľa vopred vypracovaného projektu realizovať ďalšie úpravy a dosadenie zdravých stromov.

Záverom konštatujem, že stromy majú nízku sadovnícku hodnotu a vysoký stupeň poškodenia aj z toho dôvodu, že sa ošetrovaniu drevín v predchádzajúcich rokoch venovala minimálna pozornosť.

Vysoké stromy s rozsiahlymi dutinami a ranami sú reálnym nebezpečenstvom pre obyvateľov a návštevníkov parku.

Park je v centre obce, neďaleko školy. Pod týmito nebezpečnými stromami denne prechádzajú žiaci, pedagógovia, zamestnanci školy a rodičia.

Realizácia ochranných opatrení, ktoré navrhujem v predložennom znaleckom posudku 8/2015 je veľmi vysoká. Na revitalizáciu a údržbu drevín sa musia získať finančné prostriedky. Historický park má veľký význam nielen pre obyvateľov obce, ale aj pre širokú verejnosť. Má nevyčísliteľnú hodnotu bohatstva z dendrologického a kultúrneho hľadiska. Odporúčam predložený dokument použiť ako podklad k žiadosti o pridelenie finančných prostriedkov z domácich a zahraničných fondov.

V historickom parku sú najviac zastúpené tieto dreviny: *Acer campestre* (68 ks), *Aesculus hippocastanum* (41), *Fraxinus excelsior* (26ks), *Gleditsia triacanthos* (18 ks) a *Robinia pseudoacacia* (14 ks).

Záverom konštatujeme, že stromy majú nízku sadovnícku hodnotu a sú poškodené vysokým stupňom poškodenia aj z toho dôvodu, že na ošetrovanie starých stromov sa musia vynaložiť veľké finančné prostriedky.

Vysoké stromy, s rozsiahlymi dutinami, ranami a suchými konármi sú reálnym nebezpečenstvom pre obyvateľov a návštevníkov parku.

Park je v centre obce, neďaleko školy. Pod týmito nebezpečnými stromami denne prechádzajú žiaci, pedagógovia, zamestnanci školy a rodičia. Odporúčame v čo najkratšom čase realizovať ochranné opatrenia. Odstrániť rizikové stromy, ktoré sú v havarijnom stave.

Literatúra

- GÁPER, J., GÁPEROVÁ, S. 2009: Dutiny ako dôležitá súčasť hodnotenia vitality drevín v sídlach. In: BERNADOVIČOVÁ, S., JUHÁSOVÁ, G.: Dreviny vo verejnej zeleni Nitra, Ústav ekológie lesa SAV Zvolen s. 193 – 197.
- GÁPER, J., GÁPEROVÁ, S. 2002: Drevokazné makromycéty na drevinách v intraviláne miest Martin, Turčianske Teplice a Banská Bystrica. In Matthias Belivs University Proceedings, Biological serie, 2, 1, Suppl., p. 260-261.
- GÁPEROVÁ, S., 2009: Hniloby pagaštana konského na Slovensku. Prírodovedecká Fakulta Univerzity Mateja Bela, Banská Bystrica, 102 s. ISBN 978-80-8083-786-0.
- JUHÁS, D., KOBZA, M. 2012, The results of the visual evaluation of *Salix fragilis* in Bratislava and determination of the stability with acoustic tomograph Fakopp3D. In Acta fytotechnica et zootechnica, et zootechnica, 2012, vol.15, no. Special, p. 21-24. ISSN 1335-258X.Typ
- JUHÁSOVÁ, G., KOBZA, M., Juhás d., Ondrušková, E., Kmeťková, A. 2013: Výsledky hodnotenia drevín vo verejnej zeleni. Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou, 18. -19. júna 2013 v Nitre. s. 23-31. ISBN 978-80-89408-16-0
- JUHÁSOVÁ, G., HAMŠÍKOVÁ, A.1996. Fungal diseases of woody plants at Pezinok. Folia dendrologica, 21-22, s.261 - 266.
- JUHÁSOVÁ, G., - KOBZA, M., KOBZA, M., ADAMČÍKOVÁ, K., TOMAJKA, M. 2008. Problémy alejových výsadiieb drevín vo verejnej zeleni. In Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2008 : autochtónne alochtónne dreviny v zmenených podmienkach prostredia. - Vieska nad Žitavou : Arborétum Mlyňany SAV, s. 342-352. ISBN 978-80-970028-9-3.
- JUHÁSOVÁ, G., 2002a: Zdravotný a kondičný stav drevín v parku Topoľčianky. In Folia Oecologica, 29, 1-2, p. 207-217.
- JUHÁSOVÁ, G., 2002b: Inventarizácia drevín v chránenom parku Svätý Peter - hodnotenie zdravotného a kondičného stavu stromov, ich sadovníckej a dendrologickej hodnoty a návrh opatrení, Znalecký posudok 13/2002, 84s.
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČÍKOVÁ, K., KOBZA, M., SERBINOVÁ, K. 2011b: Výsledky sadovníckeho hodnotenia drevín v zeleni okolo Národnej kultúrnej pamiatky Slavín - Bratislava. In Acta horticulturae et regiotecturae: vedecký časopis pre záhradníctvo, krajinné inžinierstvo, architektúru a ekológiu, vol. 13, 1, s. 26-28. ISSN 1335-2563.

- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČÍKOVÁ, K., ONDRUŠKOVÁ, E., KOBZA, M., JUHÁS, D. 2011. Fytopatologické hodnotenie drevín v mestskej časti Bratislava Lamač. In Dreviny vo verejnej zeleni 2011 : recenzovaný zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou, 17.-18. máj 2011, Nitra. Zost. Adamčíková, K., Kobza M. Nitra : Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín Nitra, 2011, s. 95-102. ISBN 978-80-89408-12-2.
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČÍKOVÁ, K., KOBZA, M., ONDRUŠKOVÁ, E., HANZEL, E. :2009 The results of phytopathological evaluation of woody plants in National Cemetery in Martin in Slovakia. In Journal of agricultural sciences, vol. 38, suppl., p. 33-38. ISSN 1588-8363
- JUHÁSOVÁ, G., KOBZA, M., JUHÁS, D., ADAMČÍKOVÁ, K. 2011a: A fásszárú növények vizuális diagnosztikája. In Közterületeink talaj-és növényvédelme alkalommal megrendezett tudományos konferencia: előadásainak kivonata. - Budapest: Főkert nonprofit zrt. 12s.
- Juhásová, G., Serbinová, K.,1997: Metódy hodnotenia zdravotného stavu drevín v mestskom prostredí. In: Zborník zo seminára Pestovanie a ochrana rastlín v mestskom prostredí, ošetrovanie chránených a pamätných stromov, Nitra 27.-28.5.1997, s. 40-69.
- JUHÁSOVÁ, G.,TKÁČOVÁ, S., KOBZA, M. 2003. Thee results of phytopathological and mycological research of the trees on Sun lakes in Senec.In Mitt- Biol. Bundesanst Land-Forstwirtsch. no. 394, p. 35-c 41.
- MACHOVEC, J., 1982. Sadovnícká dendrologie. Praha : SPN, 1982, 246 s.
- MEDERLYOVÁ, 2003: Mapa rozmiestnenia drevín v historickom parku Svätý Peter.
- PÚPAVOVÁ, Z., GÁPEROVÁ, S. 2007. Vitalita drevín vo vybraných parkoch v Banskej Bystrici, vo Veľkom Krtíši a v Dolnej Strehovej. In: DANIŠ, D., BAHULA, P., (eds): Ekológia a environmentalistika 2007. Vydavateľstvo Partner, Zvolen: s.175 – 184. ISBN 978-80-89183-33-3.
- TOMAŠKO, I. 2004. Historické parky a okrasné záhrady na Slovensku. Vydavateľstvo VEDA SAV, 2004 s.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore projektu VEGA 2/0071/14 Druhovú diverzita a biologické vlastnosti parazitických húb podieľajúcich sa na poškodení a usychaní drevín.

Kontaktné adresy autorov:

doc. Ing. Gabriela Juhásová, CSc., Mgr. Marek Kobza, PhD., Ing. Radovan Ostrovský, PhD.,
Ústav ekológie lesa SAV, Pobočka Biológie drevín Nitra, Akademická 2, 949 01 Nitra
e-mail: gabriela.juhasova@sav.savzv.sk; Marek.Kobza@sav.savzv.sk, Radovan.Ostrovsky@savzv.sk
Ing. Dušan Juhás, PhD.,
Moskovská 32, 949 01 Nitra,
e-mail: juhas.dusan@gmail.com

DYNAMIKA OPADU V NUDÁLNOM BUKOVOM EKOSYSTÉME DYNAMICS OF LITTER FALL IN NUDAL BEECH ECOSYSTEM

Katarína Gašová, Margita Kuklová, Ján Kukla

Abstract: Litter fall, the important component of the nutrient cycle in forest ecosystems, was measured in years 1993, 1998, 2003 and 2014 in group of forest types *Fagetum pauper inferiora* at Ecological experimental stationary Kremnické vrchy Mts. The research results showed that the amounts of annual litter fall varied from 3.2 t ha⁻¹ in 1998 to 4.8 t ha⁻¹ in 2003. Within seasons, the highest differences in litter weight were recorded during the summer. While between 1993 and 2014 fluctuated average weight of litter in a range from 0.19 to 0.42 t ha⁻¹ in 2003 increased to 2.02 t ha⁻¹. Therefore increased from 4.8 to 17.5 times and reached almost 43% of the year-round production of litter. This was caused by abnormal development of weather, particularly low rainfall and high temperatures during the growing season. The total amount of autumn litter fall collected in first three years was very similar (2.71–2.80 t ha⁻¹), slightly higher (by 22–25%) it was only in the year 2014 (3.43 t ha⁻¹). The smallest differences in quantities of beech litter captured by five collectors occurred in 1998, the biggest in 2014.

Keywords: beech ecosystem, beech litter, autumn dynamics, climatic conditions

Úvod

Množstvo odumretej organickej hmoty, ktoré sa každoročne dostáva na zemský povrch predstavuje jednu zo základných charakteristík terestrických ekosystémov. Kvantita a najmä kvalita opadu, od ktorej závisí rýchlosť jeho dekompozície, totiž výrazným spôsobom ovplyvňujú kolobeh živín a týmto spôsobom nepriamo ovplyvňuje aj stabilitu lesných ekosystémov (Kodrík, 1999). Množstvo nového opadu je značne variabilné, ovplyvnené najmä drevinovým zložením a vekom porastu, hospodárskymi zásahmi, kvalitou stanovišťa (pôdy, klímy) a mnohými ďalšími faktormi (Kodrík, 1993). Ako fenologický indikátor môže čerstvý opad poskytnúť mnohé dôležité informácie o pôsobení klimatickej zmeny na lesy (Hansen et al., 2009). Množstvo lesného opadu môžu ovplyvniť tak dlhodobé, ako aj krátkodobé zmeny klimatických podmienok. Tieto zmeny môžu nastať aj v prípade chronických alebo akútnych zmien ďalších environmentálnych faktorov, napríklad v dôsledku depozície kontaminantov do lesných ekosystémov. Výskum opadu drevín sa v minulosti realizoval tak v pôvodných, ako aj nepôvodných lesných porastoch, v monokultúrach i zmiešaných lesoch s vyvinutou bylinnou vrstvou, alebo bez nej (Pedersen et al., 1999).

V tejto práci sme sa zamerali na zhodnotenie niektorých starších údajov a vlastných výsledkov získavaných od augusta 2014 v dospelom bukove poraste na Ekologickom experimentálnom stacionári v Kremnických vrchoch.

Materiál a metódy

Výskum sa realizuje na kontrolnej ploche Ekologického experimentálneho stacionára (EES), ktorý sa nachádza v JV časti Kremnických vrchov (48°38'10"N, 19°04'08"E). Segment dospelého 90 až 100 ročného bukoveho porastu so zakmenením 0,9 je situovaný na ZJZ svahu so sklonom 15–20°, v nadmorskej výške 460–470 m.

Z geobiocenologického hľadiska (Zlatník, 1959, Hančinský, 1972) ide o 3. lesný vegetačný stupeň, mezotrofný (živný) edaficko-trofický rad B a skupinu lesných typov *Fagetum pauper inferiora* (Kukla et al., 1998). Pôdotvorným substrátom, z ktorého sa vytvoril nasýtený variant kambizeme andozemnej sú andezitové tufové aglomeráty. Územie sa nachádza v mierne teplom klimatickom regióne, s priemernou ročnou teplotou 6–7 °C a priemernými ročnými zrážkami 700–800 mm (Miklós, Hrnčiarová eds, 2002).

V segmente bukoveho porastu sa výskum bukoveho opadu vykonával už v predchádzajúcich rokoch (Kodrík, 1993, 1998, 1999, 2002). V druhej etape výskumu, ktorá začala v auguste 2014, sa po diagonále kontrolnej plochy EES inštalovalo 5 opadomerov. Každý z nich má záchytnú plochu 0,5 m² nachádzajúcu sa vo výške cca 1,5 m nad zemským

povrchom. Vzorky opadu sa odoberajú v závislosti od fyziologického stavu bukového porastu a s ním spojenou dynamikou odumierania a opadávanie organickej hmoty. V predkladanej práci sú priemerné množstvá opadu vyhodnotené v rámci štyroch ročných období nasledovne: jar (marec, apríl, máj), leto (jún, júl, august), jeseň (september, október, november), zima (január, február, marec). Odobrané vzorky sa v laboratóriu vysušili pri 80 °C počas 48 hodín, ich suchá hmotnosť sa stanovila gravimetricky, s presnosťou na 0,002 g suchej hmotnosti (Dykyjová et al., 1989). Množstvá v sledovaných rokoch opadomermi zachyteného bukového opadu sa vyhodnotili pomocou analýzy variancie (ANOVA) a LSD-testom.

Výsledky a diskusia

Priemerné množstvá opadu zaznamenané vo vyše 100 ročnom nudálnom bukovom ekosystéme sú prezentované v tabuľke 1. Hmotnosť opadu varíovala od 316,20 g.m⁻² (3,2 t.ha⁻¹) – v roku 1998, do 477,08 g.m⁻² (4,8 t.ha⁻¹) – v roku 2003, (variačný koeficient – vk = 16,64 %). V roku 2003 bolo teda až 1,5 násobne vyššie. Na druhej strane množstvá opadu zaznamenané v rokoch 1993 a 2014 sa takmer neodlišovali (diferencia činí len 6 %). V sledovaných rokoch teda priemerná hmotnosť opadu kolísala so strednou variabilitou hodnôt.

Tabuľka 1. Priemerné množstvá opadu zaznamenané v nudálnom bukovom ekosystéme.

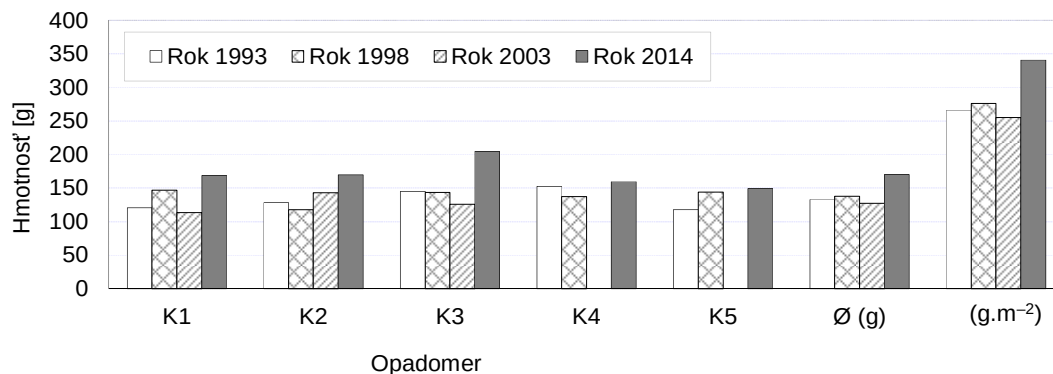
Rok	1993		1998		2003		2014	
	(g.m ⁻²)	(%)	(g.m ⁻²)	(%)	(g.m ⁻²)	(%)	(g.m ⁻²)	(%)
zima-jar	25,30	7,47	36,42	11,52	-	-	-	-
leto	42,17	12,45	-	-	202,78	42,50	19,31	5,35
jeseň	271,20	80,08	279,78	88,48	274,30	57,50	340,67	94,65
rok	338,68	100,00	316,20	100,00	477,08	100,00	359,98	100,00

V rámci sezón sa najvyššie rozdiely v hmotnosti opadu zaznamenali v letnom období. Zatiaľ čo v rokoch 1993 a 2014 kolísala priemerná hmotnosť opadu v rozpätí 19,31–42,17 g.m⁻² (0,19–0,42 t.ha⁻¹), v roku 2003 vzrástla až na 202,78 g.m⁻² (2,02 t.ha⁻¹). Zvýšila sa teda 4,8–17,5 násobne a dosiahla takmer 43 % z celoročnej produkcie opadu. Táto skutočnosť bola zapríčinená abnormálnym vývinom počasia, najmä nízkym úhrnom zrážok a vysokými teplotami počas vegetačného obdobia. Sekáčová et al. (2004) uvádza, že v roku 2003 boli teplotne podnormálne najmä mesiace február a október, zatiaľ čo v máji nastúpila 4-mesačná extrémne teplá sezóna, ktorá trvala až do augusta, s 3,0 °C odchýlkou od normálu 1901–1990 na meteorologickej stanici Sliač. Podpriemerný bol aj úhrn zrážok, čo v spojení s vysokými teplotami vzduchu vyvolalo fenomén výrazného meteorologického sucha.

Všeobecne je známe, že zásoba vody v normálne drénovanej pôde závisí najmä od množstva zrážok a ich rozdelenia v čase a priestore. Tieto ekologicky významné faktory rozhodujúcim spôsobom ovplyvňujú fyziologický stav, a tým aj produkciu lesných ekosystémov. Nedostatok vody v pôde sa najmä počas vegetačného obdobia môže negatívne odraziť na stave stromoch v lesných porastoch, zvlášť ak dôjde k oslabeniu ich fyziologickej aktivity (Priwitzer et al., 2007).

Priemerná hmotnosť v jesennom období zachyteného opadu bola v prvých troch rokoch takmer rovnaká, zatiaľ čo v roku 2014 vzrástla až k hodnote 340,67 g.m⁻² (3,4 t.ha⁻¹), tabuľka 1 (t.j. o 22–25 %).

Množstvá opadu zachytávané v priebehu každej jesene piatimi opadomermi a priemerné množstvá opadu uložené v bukovom poraste na pôdny povrch sú prezentované na obr. 1. Ich štatistické charakteristiky sú uvedené v tabuľke 2. Z údajov tabuľke 2 je zrejmé, že najmenšie rozdiely v množstvách opadomermi zachyteného bukového opadu sa vyskytli v roku 1998 a najväčšie v roku 2014.

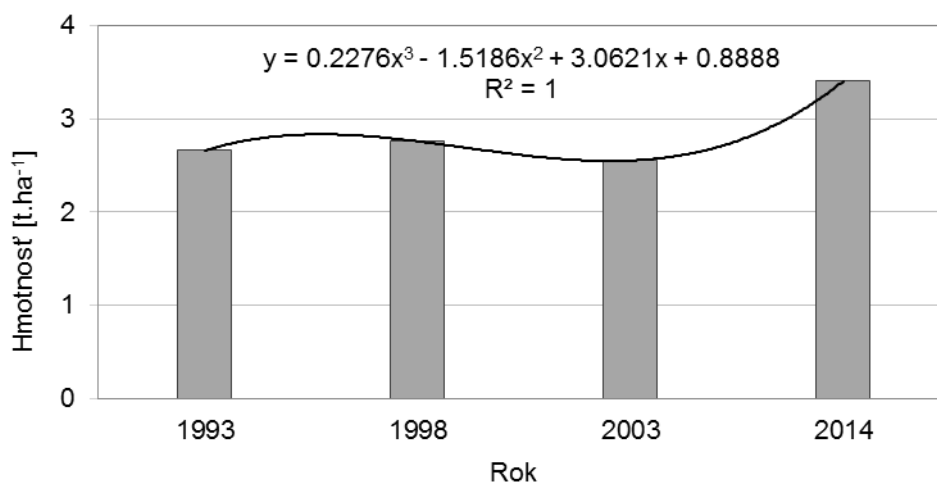


Obr. 1. Variabilita jesenných množstiev bukového opadu.

Tabuľka 2. Štatistické charakteristiky v jeseni zachyteného bukového opadu.

Rok	n	x	min (g)	max	Sx	Vx (%)
1993	5	132,99	117,96	152,76	15,29	11,49
1998	5	137,97	117,67	146,99	11,87	8,61
2003	5	127,66	113,57	143,24	14,89	11,66
2014	5	170,33	149,28	204,53	20,82	12,22

Trend vývoja jesenných množstiev bukového opadu možno najlepšie vyjadriť polynómom tretieho stupňa (obr. 2).



Obr. 2. Trend vývoja jesenných množstiev bukového opadu (významne odlišný bol len rok 2014; ANOVA: $F_{(3, 14)} = 6.4150$, $p = 0.00586$).

Kodrík (1999) zistil v bukovom ekosystéme na EES Kremnické vrchy hmotnosť opadu v rozmedzí od 345,30 g.m⁻² (3,5 t.ha⁻¹) – v roku 1991, do 417,98 g.m⁻² (4,2 t.ha⁻¹) – v roku 1992. Priemerná hmotnosť opadu za sledované obdobie dosiahla hodnotu 382,86 g.m⁻² (3,83 t.ha⁻¹), so štandardnou odchýlkou 0,17 t.ha⁻¹. Priemerná hmotnosť opadu zistená v období rokov 1993 až 2014 činí 372,98 g.m⁻² (3,73 t.ha⁻¹), a je teda nižšia len nepatrne (o 2,6 %). Lebreťová et al. (2001) zistili v bukových porastoch nachádzajúcich sa v odlišnej rastovej fáze za rok od 2,1 t.ha⁻¹ opadu (holina), do 4,7 t.ha⁻¹ opadu (dospelá kmeňovina). V 83 ročnej dospievajúcej kmeňovine sa množstvá opadu pohybovali v rozpätí 3,82–4,01 t.ha⁻¹ a boli teda takmer zhodné s nami zistenými hodnotami. Výnimkou bol len rok 2003, v ktorom nedostatok

zrážok a nadpriemerné teploty spôsobili zvýšenú produkciu opadu ($4,7 \text{ t ha}^{-1}$) zodpovedajúcu hodnotám, ktoré Lebreťová et al. (2001) zistili v 147-ročnej bukovej kmeňovine. K veľmi podobným zisteniam dospeli aj Kavvadias et al. (2001), ktorí porovnávali kvantitu opadu zistenú v troch ihličnatých porastoch s množstvom opadu v bukovom poraste. Priemerné množstvo bukového opadu činilo $4,00 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ a v porovnaní s množstvom opadu zistenom v poraste borovice prímorskej bolo o 64,5 % vyššie. Kara et al. (2014) v lesoch mierneho pásma SZ Turecka zistili, že priemerná hmotnosť opadu buka východného dosahuje $4,25 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ a v porovnaní s opadom jedľovo-bukového porastu je vyššia o $0,74 \text{ t ha}^{-1}$ a s opadom jedľového porastu až o $1,31 \text{ t ha}^{-1}$.

Záver

Výsledky výskumu produkcie opadu realizovaného v rokoch 1993, 1998, 2003 a 2014 v segmente bukového porastu patriaceho do sít *Fagetum pauper inferiora* na EES Kremnické vrchy poukazujú na značnú variabilitu sezónneho aj medziročného vývoja opadu.

Najvyššie množstvo opadu sa zistilo v roku 2003 ($477,08 \text{ g m}^{-2}$, resp. $4,8 \text{ t ha}^{-1}$) a v porovnaní s ostatnými rokmi bolo vyššie až o 33–51 %. Táto skutočnosť bola zapríčinená extrémne teplým obdobím v mesiacoch máj až august 2003 s podpriemerným úhrnom zrážok, v dôsledku čoho sa množstvo letného opadu zvýšilo 4,8–17,5 násobne a dosahovalo takmer 43 % z celoročnej produkcie opadu. Na zvýšení množstva letného opadu sa významne podieľali najmä odumreté konáriky. Množstvo jesenného opadu bolo porovnateľné s produkciou opadu v iných rokoch.

Literatúra

- Dykyjová, D. et al., 1989: Metody studia ekosystémů. Academia, Praha, 690 s.
- Hančinský, L., 1972: Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava, 178 s.
- Hansen, K., Vesterda, L., Schmidt, I. K., Gundersen, P., Sevel, L., Bastrup-Birk, A., et al., 2009: Litterfall and nutrient return in five tree species in a common garden experiment: Forest Ecology and Management, 257, p. 2133–2144.
- Kara, O., Bolat, I., Cakiroglu, K., Senturk, M., 2014: Litter decomposition and microbial biomass in temperate forests in northwestern Turkey: Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14, p. 31–41.
- Kavvadias, V. A., Alifragis, D., Tsiontsis, A., Brofas, G., Stamatielos, G., 2001: Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece: Forest Ecology and Management, 144, p. 113–127.
- Kodrík, M., 1993: Kvantitatívne zmeny opadanky, vyvolané rôznym zakmenením bukového porastu: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 39, s. 371–376.
- Kodrík, M., 1998: Ročná dynamika opadanky bukového porastu rôzneho zakmenenia. Lesn. Čas., 44: 261 – 267.
- Kodrík, M., 1999: Total litter and some of its quantitative fractions analysis in the beech forest stand with different tree density: Folia oecologica, 26, s. 71–79.
- Kodrík, M., 2002: Annual litter fall dynamics of a beech forest ten years after regeneration intervention. Ekológia (Bratislava), 21, Suppl. 2, p. 110 – 116.
- Kukla, J., Kontriš, J., Kontrišová, O., Gregor, J., Mihálik, A., 1998: Causes of floristical differentiation of Dentario bulbiferae-Fagetum (Zlatník 1935) Hartmann 1953 and Carici pilosae-Fagetum Oberd. 1957 associations. Ekológia (Bratislava), Vol. 17, No. 2, p. 177–186.
- Lebreťová, M., Nys, C., Forgeard, F., 2001: Litter production in an Atlantic beech (Fagus sylvatica L.) time sequence: Annals of Forest Science, 58, p. 755–768.
- Miklós, L., Hrnčiarová, T. (eds), 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. 1. vydanie. MŽP SR Bratislava, SAŽP B. Bystrica, 344 s.
- Pedersen, L. B., Bille-Hansen, J., 1999: A comparison of litterfall and element fluxes in even aged Norway spruce, sitka spruce and beech stands in Denmark: Forest Ecology and Management, 114, p. 55–70.
- Priwitz, T., Pajtk, J., Ištoňa, J., Pavlenda, P., 2007: Vplyv zrážok na dynamiku rastu, fenológiu a opad lesných drevín. In: Štrelcová, K., Škvarenina, J., Blaženec, M. (eds). „Bioclimatology and natural hazards“, International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia.
- Sekáčová, Z., Šťastný, P., Faško, P., Lapin, M., 2004: Extrémne prejavy počasia v roku 2003 na Slovensku. In: Rožňovský, J., Litschmann, T. (eds). „Extrémy počasia a podnebí“, seminár. Brno, 11.3. 2004. BKS, Brno, 2004. CD. ISBN 80-86690-12-1.

Zlatník, A., 1959: Přehled Slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy Vědecké laboratoře biocenologie a typologie lesa LF VŠZ v Brně, č. 3, Brno, 195 s.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠ SR a SAV (projekt č. 2/0027/13).

Kontaktné adresy:

Mgr. Katarína Gašová, Ing. Margita Kuklová, CSc., Ing. Ján Kukla, CSc.,
Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, 960 53 Zvolen,
e-mail: gasova@savzv.sk, kuklova@savzv.sk, kukla@savzv.sk

VÝSKYT HÚB RODU *DOTHISTROMA* NA BOROVICIACH THE OCCURENCE OF FUNGI OF THE GENUS *DOTHISTROMA* ON PINES

Emília Ondrušková Katarína Adamčíková, Zuzana Hečková

Abstract: One of the most important diseases of *Pinus* sp. is *Dothistroma* needle blight (DNB) also known as red band needle blight, which cause needle defoliation, growth reduction or withering of pine. The disease is caused by the ascomycete *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini*. Distinguishing of two *Dothistroma* species based on morphological characterisation is not possible, molecular methods are required. The occurrence, life cycle and symptoms are presented in this paper.

Keywords: DNB, *Dothistroma* needle blight, *Pinus* sp.

Úvod

Jedno z najzávažnejších listových ochorení borovíc vo svete, ktoré spôsobuje usychanie celých porastov je známe pod názvom „*Dothistroma* needle blight“ (DNB), tiež známa pod slovenským názvom červená sypavka borovíc (BARNES A KOL., 2004). Toto ochorenie spôsobujú dva druhy húb z triedy Ascomycètes: *Dothistroma septosporum* (Dorog.) Morelet (teleomorfné štádium: *Mycosphaerella pini* Rostr.) a *Dothistroma pini* Hulbary (teleomorfné štádium neznáme). Ochorenie bolo zaznamenané na 82 druhoch borovíc (WATT A KOL., 2009), na niekoľkých druhoch smrekov (BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2006), na *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (DUBIN, WALPER, 1967), *Larix decidua* Mill. (BASSETT, 1969) a nedávno aj na druhoch *Abies* (DRENKHAN A KOL., 2014). Tieto dva druhy je takmer nemožné morfológicky a preto sa na ich identifikáciu používajú molekulárne metódy na báze DNA techniky (IOOS A KOL., 2010; BARNES A KOL., 2011).

Výskyt a rozšírenie ochorenia

D. septosporum je bežne rozšírená v Eurázii, Afrike, Oceánii aj na americkom kontinente, v oblastiach zahŕňajúcich rôzne environmentálne podmienky – od tropickej, subtropickej, miernej, mediteránnej a kontinentálnej až po subarktiku klímu (WATT A KOL., 2009). *D. septosporum* má rozsiahlejšie rozšírenie ako *D. pini*, ktorá bola nájdená len v severnej časti centrálnej USA a v niektorých častiach Ruska, Ukrajiny, Francúzska a Maďarska (BARNES A KOL., 2004; 2008; 2011; IOOS A KOL., 2010).

Prvýkrát hubu *D. septosporum* popísal DOROGUINE (1911) z Ruska ako *Cytosporina septospora* Dorog.. Vo Veľkej Británii bola nájdená v lesných škôlkach v roku 1954 (MURRAY, BATKO, 1962) a v Britskej Kolumbii a Kanade v roku 1963 (PARKER, COLLIS, 1966).

Počas posledných 50-tich rokov sa *D. septosporum* úspešne rozšírila a usídlila v mnohých európskych krajinách. Počas tohto obdobia sa geografické rozpätie rozšírenia patogéna rozrástlo a objavila sa závažná hubová epidémia. V Srbsku je patogén známy od roku 1955 (KRSTIĆ, 1958) a od roku 1988 sa tu vyskytuje závažná epidémia na domácich aj introdukovaných druhoch borovíc (KARADZIĆ, 1988). Odtiaľ sa huba šírila na sever, v roku 1969 prenikla na južnú oblasť Maďarska (KARADZIĆ, 1989). V roku 1995 *Dothistroma* zasiahla všetky monokultúry *P. nigra* v Maďarsku (SZABÓ, 1997). Približne o dva roky neskôr bolo ochorenie zaznamenané na juhu Slovenska, blízko maďarských hraníc (BARNES A KOL., 2011). Dnes je na Slovensku rozšírená na domácich aj introdukovaných druhoch borovíc (KUNCA, FOFFOVÁ, 2000; ZÚBRIK A KOL., 2006).

Po prvých pozorovaniach, choroba niekoľkokrát sporadicky prepukla na severnej pôloguli (BRADSHAW, 2004), ale posledné dve desaťročia frekvencia a kritickosť ochorenia

vzrástli aj v Európe aj v Severnej Amerike (BRADSHAW, 2004; BARNES A KOL., 2008; WOODS, 2011).

Závažná epidémia bola zaznamenaná vo Veľkej Británii a vo Francúzsku na *P. nigra* ssp. *laricio* Dougl. Ex Loud. (BROWN A KOL., 2003; LANDMANN, 2000). V centrálnej Európe bola *D. septosporum* najskôr zaznamenaná v Rakúsku (PETRAK, 1961), neskôr v Nemecku (BUTIN, RICHTER, 1993), v Poľsku bola nájdená v máji 1990 (KOWALSKI, JANKOWIAK, 1998) a v Českej republike v roku 2000 (JANKOVSKÝ A KOL., 2004).

Symptómy

Ochorenie vedie k predčasnému opadu ihličia. Všetky ročníky ihlíc sú náchylné, avšak staršie ihlice opadávajú ako prvé, na strome môžu zostať len tohoročné ihlice.

Ochorenie je charakterizované červenými pruhmi obklopujúcimi čierne plodničky. Ihlice sa stávajú nekrotické, opadávajú, po opadnutí ihlíc môže mať toto ochorenie za následok spomalenie rastu stromov (GIBSON, 1972; VAN DER PAS, 1981).

Prvé symptómy sa na ihliciach infikovaných tento rok objavujú v auguste (4-6 mesiacov od infekcie), a to na dolných vetvách koruny a starších ročníkoch ihlíc a postupne sa šíria do vyšších častí koruny a na mladšie ihlice. Ihlice sú najprv žlté a červenohnedo škvrnité. Šírením týchto škvŕn sa vytvárajú priečne pásy na zelenom podklade. Ihlica usychá od špičky a odumreté pletivá sa spočiatku sfarbuju do slamenohneda, pričom často krát báza ihlice zostáva zelená (Obrázok 1). Symptómy sa úplne prejavia od septembra do novembra. Od novembra sa na hnedých odumretých častiach ihlíc začínajú vytvárať plodničky huby, čierne vyvýšené bodky (Obrázok 2). Počas silného infekčného tlaku, môžu ihlice opadnúť už v roku infekcie, od augusta do septembra. V tom istom roku sa môžu vyskytnúť aj plodničky sprevádzané ostatnými symptómami ako sú červené pruhy (Obrázok 2) (BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2007; KUNCA, FOFFOVÁ, 2000).

Silno infikované stromy sú oslabené natoľko, že sa tohoročné ihlice nevyvinú dostatočne. Ak výhonky rastú, sú skrátene a zakrpatené a počas nasledujúcich rokov môžu vplyvom infekčného tlaku odumrieť (BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2007, KUNCA, FOFFOVÁ, 2000).



Obr. 1. Výhonok poškodený hubou *Dothistroma* sp. Zvýraznené sú ihlice s odumretou špičkou a zelenou bázou.

Infekčný cyklus

Obdobie vhodné pre vznik infekcie je od apríla do októbra, avšak hlavne od začiatku mája do konca júla. V rámci tohto obdobia sa spóry z plodničiek uvoľňujú za vlhkého a daždivého počasia, čo je zároveň vhodné i pre vyklíčenie spór a infikovanie ihlíc (KUNCA, FOFFOVÁ, 2000). Otvorené plodničky (acervuli) *D. septosporum* boli zaznamenané už v polovici marca. Niekedy sa objavujú až koncom apríla.

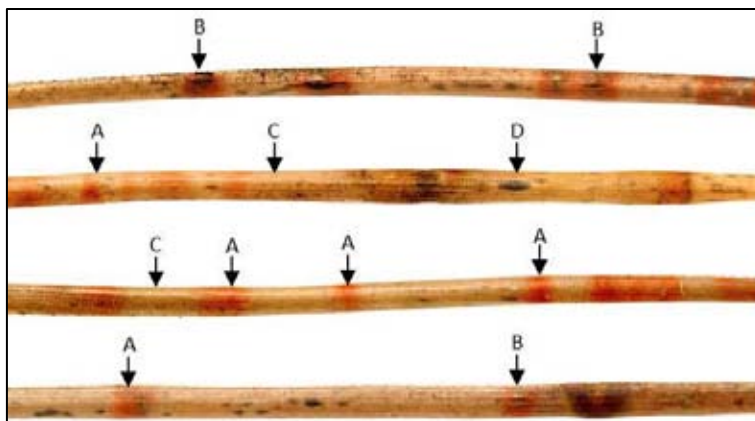
Kritické obdobie infekcie pre Českú republiku je od polovice mája do konca júna (začiatok júla) (BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2007), a preto môžeme podobné obdobie infekcie predpokladať aj v našich podmienkach.

Inkubačná doba, teda doba od infekcie do objavenia sa prvých príznakov poškodenia, sa pohybuje od 1 do 6 mesiacov, čím je počasie vlhšie a teplejšie, tým je toto obdobie kratšie. Zvyčajne trvá v rozmedzí 4 až 6 mesiacov. Na infikovanom ihličí sa prvé plodničky začínajú vytvárať 2 mesiace po odumretí (zhnednutí) ihlice, konídie v plodničkách však začínajú dozrievať až v marci a apríli, a tým sa začína nový cyklus (KUNCA, FOFFOVÁ, 2000).

V porovnaní s anamorfným štádiom sa teleomorfné *M. pini* vyskytuje veľmi výnimočne. Vo väčšine krajín s výskytom anamorfného štádia nebolo teleomorfné štádium zaznamenané (BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2007).

Askospóry teleomorfného štádia sa uvoľňujú od polovice júna do konca septembra. Produkcia konidií je pre šírenie infekcie oveľa dôležitejšie než produkcia askospór, pretože konídie sú uvoľňované v priebehu dlhšieho obdobia a za environmentálnych podmienok, ktoré sú výhodné pre rozvoj infekcie (KARADZIC, 1989).

Askospóry boli doposiaľ diagnostikované len z opadnutého ihličia (BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2007).



Obr. 2. Ihlice poškodené hubou *Dothistroma* spp.: A – červené pruhy, B – čierne plodničky, C – odumreté pletivá, D – plodnička huby *Lophodermium*.

Hostiteľské spektrum

Hlavným hostiteľom huby sú druhy rodu *Pinus*. V literatúre sa uvádza 82 druhov borovíc ako hostiteľská drevina s potvrdeným výskytom huby v rámci všetkých kontinentov (WATT A KOL., 2009; BEDNÁŘOVÁ A KOL., 2006). Najviac náchylné druhy s významom pre región EPPO sú *P. canariensis*, *P. contorta*, *P. halepensis*, *P. muricata*, *P. nigra*, *P. pinea*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. sylvestris*, *P. thunbergii*. V našich podmienkach je najčastejšie postihnutá borovica čierna na plantážach vianočných stromčekov, v intraviláne obcí aj v lesných porastoch. Existujú rozdiely v citlivosti jednotlivých poddruhov a variet borovice čiernej na infekciu. Na lokalitách so silnou infekciou *M. pini* boli pozorované výrazné rozdiely medzi jednotlivými jedincami, resp. medzi výsadbami rôzneho pôvodu a proveniencie (JANKOVSKÝ, 2007). Ďalším citlivým hostiteľom v našich podmienkach je

borovica kosodrevina - *P. mugo* Turra. Infekcia na *P. cembra* L. je zriedkavá a jej náchylnosť voči ochoreniu nie je známa.

Borovica lesná je v literatúre uvádzaná ako vysoko náchylný druh. Zo zahraničia je bežne uvádzaná ako hostiteľský druh, je intenzívne poškodzovaná predovšetkým v severnejších krajinách Európy. V našich podmienkach ako hostiteľ bola potvrdená, ale spôsobuje menej intenzívne poškodenie aj prejav symptómov je menej intenzívny ako na *P. nigra* alebo *P. mugo*. Často sú infikované v prípade, keď sú vystavené kontaktu so silne napadnutými inými druhmi borovíc (JANKOVSKÝ, 2007).

K citlivým druhom borovíc patria aj *P. ponderosa* Douglas ex Lawson, *P. jeffreyi* Grev. et Balf, *P. strobus* L. a *P. rotundata* Link pestované predovšetkým v mestskej, súkromnej zeleni a arborétach.

Borovice sú infikované predovšetkým v mladšom veku. Najviac sú ohrozené kultúry do veku 20 rokov. Od tohto veku potom borovice odrastajú. Jedným z dôvodov môže byť zníženie vzdušnej vlhkosti vo vyšších vrstvách koruny spolu s morfológickou zmenou ihlíc (JANKOVSKÝ, 2007).

Z ďalších ihličnatých drevín je ochorenie popísané na smrekoch (*Picea abies* (L.) Karst., *P. omorika* (Pancic) Purkyne, *P. pungens* Engelm., *P. sitchensis* (Bong.) Carr., *P. schrenkiana* Fisch. & C. A. Mey), na smrekovci opadavom (*Larix decidua* Mill.) a na duglaske tisolistej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco; BROWN A KOL., 2003) na dvoch druhoch jedlí (*Abies concolor* (Gord. et Glend.) Lindl, *A. alba* Mill.; DRENKHAN A KOL., 2014). Infekcia na týchto hostiteľoch sa vyskytuje zriedkavo, a to v prípade, keď sú stromy v blízkosti alebo v kontakte s napadnutými intenzívne poškodenými borovicami.

Literatúra

- Barnes, I., Kirisits, T., Wingfield, M. J., & Wingfield, B. D., 2011: Needle blight of pine caused by two species of *Dothistroma* in Hungary. *Forest Pathology* 41: 361–369.
- Barnes, I., Cortinas, M.N., Wingfield, M.J., Wingfield, B.D., 2008: Microsatellite markers for the red band needle blight pathogen, *Dothistroma septosporum*. *Molecular Ecology Resources* 8: 1026–1029.
- Barnes, I., Crous, P.W., Wingfield, M.J., Wingfield, B.D., 2004: Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of Pinus is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*. *Studies in Mycology* 50: 551–565.
- Bassett, C., 1969. *Larix decidua* a new host for *Dothistroma pini*. *Plant Disease Reporter* 53: 706.
- Bednářová, M., Palovčíková, D., Jankovský, L., 2006: The host spectrum of *Dothistroma* needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup – new hosts of *Dothistroma* needle blight observed in the Czech Republic. *Journal of Forest Science* 52: 30–36.
- Bednářová, M., Bodejčková, I., Palovčíková, D., Jankovský, L., 2007: The Contemporary Situation of *Dothistroma* Needle Blight Outbreak in the Czech Republic. *Acta Silvatica and Lingaria Hungarica*, Spec. Edition 17 – 21.
- Bradshaw, R.E., 2004: *Dothistroma* (red-band) needle blight of pines and the dothistromin toxin: a review. *Forest Pathology* 34: 163–185.
- Brown, A.,– Rose, D., Webber, J., 2003: Red band needle blight of Pine. Forestry Commission Edinburgh: Information note.;
- Butin, H., Richter, J., 1983. *Dothistroma* – Nadelbräune, eine neue Kiefernkrankheit in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachr.-Bl. Dtsch. Pfl.-Schutzdiensts*, 35: 129–131.
- Doroguine, G., 1911: Une maladie cryptogamique du Pin. *Bulletin Trimestriel de la Société Mycologique de France* 27 (1): 105–106.
- Drenkhan, R., Adamson, K., Jürimaa, K., Hanso, M., 2014: *Dothistroma septosporum* on firs (*Abies* spp.) in the northern Baltics. *For. Path.* 44: 250–254.
- Dubin, H.J., Walper, S., 1967: *Dothistroma pini* on *Pseudotsuga menziesii*. *Plant Disease Reporter* 51: 454.
- Gibson, I.A.S., 1972: *Dothistroma* blight of Pinus radiata. *Annual Review of Phytopathology* (10): 51 – 72.
- Ioos, R., Fabre, B., Saurat, C., Fourier, C., Frey, P., Marçais, B., 2010: Development, comparison, and validation of real-time and conventional PCR tools for the detection of the fungal pathogens causing brown spot and red band needle blights of pine. *Phytopathology* 100: 105–114.
- Jankovský, L., Bednářová, M., Palovčíková, D., 2004: *Dothistroma* needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup, a new quarantine pathogen of pines in the CR. *Journal of Forest Science* 50: 319–326.

- Jankovský, L., 2007: Červená sypavka borovice *Mycosphaerella pini* E. Rostrup běžným patogenem? Lesnická práce 16: 12.
- Karadzić, D., 1989: *Scirrhia pini*. Life cycle of the fungus in plantations of *Pinus nigra* in Serbia. European Journal of Forest Pathology 19: 231 – 236.
- Karadzić, D., 1988: *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morelet: rasprostranjenje, biljke domacini i znacaj [Dothistroma septospora: distribution, hosts and importance]. Glasnik Sumarskog Fakulteta, Univerzitet u Beogradu 70: 133–144.
- Kowalski, T., Jankowiak, R., 1998: First record of *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morelet in Poland: a contribution to the symptomology and epidemiology. Phytopatologia Polonica 16: 16–29.
- Krstić, M., 1958: Nezabeležene fitopatološke pojave u rasadnicima i šumama Srbije. [Unnoted phytopathological phenomena in nurseries and forests of Serbia]. Zaštita bilja 45: 75–79.
- Kunca, A., Foffová, E., 2000: Ohrozenie porastov borovice čiernej fyto karanténym patogénom *Dothistroma septospora* (Dorog) Morelet. In: Aktuálne problémy v ochrane lesa 2000, Zborník z referátov z celoslovenského seminára, 17.-18. apríla 2000 v Banskej Štiavnici, s. 136 – 139.
- Landmann, G., 2000: Forest health in France: assessment for 1998 and new facts. Revue Forestiere Francaise 52: 9–22.
- Murray, J.S., Batko, S., 1962: *Dothistroma pini* Hulbary: A new disease on pine in Britain. Forestry 34: 57–65.
- Parker, A.K., Collis, D.G., 1966: Dothistroma needle blight of pines in British Columbia. The Forestry Chronicle 42: 160–161.
- Petrak, F., 1961: Die Lecanosticta Krankheit der Föhren in Österreich. Sydowia 15: 252–256.
- Szabó, I., 1997: A *Dothistroma septosporum* (Dorog.) Morlet fellése feketefenyő ültetvényeken [Occurrence of *Dothistroma septosporum* in Austrian pine plantations]. Erdészeti Lapok 132: 44–45.
- van der Pas, J.B., 1981: Reduced early growth rates of *Pinus radiata* caused by *Dothistroma pini*. New Zealand Journal of Forestry Science 11: 210 – 220.
- Watt, M.S., Kriticos, D.J., Alcaraz, S., Brown, A.V., Leriche, A., 2009: The hosts and potential geographic range of Dothistroma needle blight. Forest Ecology and Management 257: 1505–1519.
- Woods, A., 2011: Is the health of British Columbia's forests being influenced by climate change? If so, was this predictable? Canadian Journal of Plant Pathology 33: 117–126.
- Zúbrik, M., Kunca, A., Turčani, M., Vakula, J., Leontovyč, R., 2006: Invasive and quarantine pests in forests in Slovakia. OEPP/EPPO Bulletin 36: 402–408.

Pod'akovanie

Táto práca vznikla vďaka podpore projektu VEGA 2/0069/14 a MVTS projektu „Stanovenie invazívnosti a nebezpečenstva húb rodu *Dothistroma* (DIAROD)“.

Kontaktné adresy:

Ing. Emília Ondrušková, PhD., Mgr. Katarína Adamčíková, PhD., Mgr. Zuzana Hečková, PhD.,
Ústav ekológie lesa SAV Zvolen, Pobočka biológie drevín, Nitra, Akademická 2, SK-949 01 Nitra,
e-mail: ondruskova@savzv.sk, katarina.adamcikova@savzv.sk, heckova@savzv.sk

VPLYV INULÍNU NA KVALITATÍVNE VLASTNOSTI SUŠIENOK EFFECT OF INULIN ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF COOKIES

Veronika Kuchtová, Zlatica Kohajdová, Lucia Minarovičová, Jolana Karovičová

Abstract: The work was focused to enhancing the nutritional value of cookies with addition of different types of inulin preparations (inulin isolated from chicory and Jerusalem artichokes and inulin hydrolysate). Applied preparations considerably influenced rheological properties of dough. It was found that inulin preparations affected qualitative and sensory parameters of final products and prolonged their shelf life. Cookies with 10 and 20% addition of inulin hydrolysate were the most acceptable with assessors from the sensory point of view.

Keywords: inulin, cookies, sensory parameters, qualitative properties, chicory

Úvod

Inulín a oligofruktóza sú považované za funkčné potravinové zložky, pretože ovplyvňujú fyziologické a biochemické procesy v živom organizme a pozitívne vplývajú na zdravie a znižujú riziko mnohých ochorení (Roberfroid, 2002). Ponúkajú jedinečnú kombináciu výživových vlastností a dôležité technologické výhody (Franc, 2002). Pôsobia ako bifidogénny činiteľ, stimulujú imunitný systém, znižujú množstvo patogénnych baktérií v čreve, pomáhajú pri zápche, znižujú riziko vzniku osteoporózy zvýšením absorpcie minerálov, obzvlášť vápnika, taktiež arteriosklerózy zníženou syntézou triacylglycerolov a mastných kyselín v pečeni (Roberfroid, 2002).

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Inulín je po škrobe druhým najrozšírenejším polysacharidom v rastlinách. Vyskytuje sa približne v 30 000 rastlinách, vzniká biosyntetickou asimiláciou v listových štruktúrach a je transportovaný do koreňov a hlŕúz, kde sa ukladá ako rezervná látka (Hajdušková, 2005 a Toneli, 2008). Najbežnejšími zdrojmi inulínu a oligofruktózy sú pór, jačmeň, špargľa, čakanka, artičok, cesnak, cibuľa, pšenica, banány, topinambur. V priemysle sa na výrobu inulínových preparátov bežne používajú dva druhy rastlín: čakanka (*Cichorium intybus*) a artičoky (*Helianthus tuberosus*) (Wang, 2002 a Kaur, 2002). Dôvod pre výber čakanky súvisí s produkciou stabilného dlhého reťazca glukózy a fruktózy (Toneli, 2008). Inulín a oligofruktózu možno využívať pre ich nutričné výhody ale aj technologické vlastnosti, ponúkajú dvojité výhodu: zlepšenie senzorických vlastností a lepšie nutričné zloženie. Použitie inulínu a oligofruktózy ako zdroja vlákniny často vedie k zlepšeniu chuti a štruktúry (Franc, 2002). V pekárskom priemysle sa inulín alebo frukto-oligosacharidy z čakanky (*Cichorium intybus*) alebo z artičokových hlŕúz (*Helianthus intubus*) často používajú ako náhrada tuku, pretože zlepšujú prijateľnosť nízkotučných produktov spotrebiteľom (Klessen, 2007). Ich použitie v pekárskych výrobkoch a extrudovaných cereáliách predstavuje veľký pokrok v porovnaní s používaním klasickej potravinovej vlákniny. Extrudovaným a cereálnym výrobkom dodáva inulín chrumkavosť a predlžuje ich trvanlivosť (Lukáčová, 2003).

Materiál a metódy

Použitie boli inulínové preparáty (inulín Č izolovaný z čakanky a T z topinambura, hydrolyzát H z topinambura) ako 10 %, 20 %, 30 % a 50 % náhrada receptúrneho množstva cukru pri príprave sušienok. Sušienky boli pripravené pomocou modifikovanej receptúry podľa Taygi et al., (2007). Zistoval sa vplyv prídavku inulínových preparátov na reologické vlastnosti cesta (väznosť (WA), dobu vývinu cesta (DDT), stabilitu cesta (DS), stupeň zmäknutia (DF), index mechanickej odolnosti (MTI)). Sledovala sa zmena kvantitatívnych parametrov – hmotnosť, výška, šírka, objem, špecifická váha, pórovitosť, objemový index, obsah vlhkosti a straty pečením. Vykonala sa senzorická analýza sušienok s rôznymi

prídavkami inulínových preparátov (štruktúra - pevnosť, žuvateľnosť, súdržnosť, pórovitosť, jednotnosť, lepkavosť, chuť – celková chutnosť, sladkosť, vôňa – obilná, sladká, lepkavá, horká, olejnatá, farba – sýtosť farby, príjemnosť). Senzorické vlastnosti (chuť, vôňa, a textúra sušienok) boli hodnotené 9 bodou hedonickou stupnicou v rozmedzí 1 – 9 (1 najhoršie hodnotenie, 9 najlepšie hodnotenie) (Olaoye, et al., 2007).

Výsledky a diskusia

Reologické vlastnosti pšeničného cesta, ako sú väznosť (WA), doba vývinu cesta (DDT), stabilita cesta (DS), stupeň zmäknutia (DF) a index mechanickej odolnosti (MTI) ovplyvňujú výrobné operácie v pekárňach a majú veľký vplyv na spotrebiteľskú kvalitu pekárenských výrobkov (Hrušková, 2004; Angioloni, 2011). Základné mechanické vlastnosti pšeničného cesta sú dôležité pri určovaní správania sa cesta počas spracovania a kvalitu finálnych výrobkov.

Prídavok inulínových preparátov mení reologické vlastnosti cesta, ktoré závisia od množstva a typu pridaného inulínového preparátu. Pridaný inulín znížil vo všetkých prípadoch väznosť vody cesta, v porovnaní so štandardom (tab. 1.). Doba vývinu cesta stúpa so zvyšujúcim sa prídavkom vlákniny, čo môže byť spôsobené vznikom komplexu vláknina – lepok a tento komplex zabraňuje hydratácii bielkovín múky a vývoju lepkovej štruktúry (Goméz, 2011; Sudha, 2007). V prípade inulínu z topinambura sa doba vývinu cesta zvyšovala z 2,50 min. na 3,30 min. Stabilita cesta sa postupne znižovala a po pridaní 50 % prídavku táto hodnota opäť stúpala.

Index mechanickej odolnosti a stupeň zmäknutia cesta dosiahli najvyššiu hodnotu po pridaní 20 % prídavku inulínu z topinambura. Pridaný hydrolyzát v porovnaní so štandardom zvýšil dobu vývinu cesta z 3,73 min. na 7,50 min. (u 10 % prídavku), potom sa táto hodnota mierne znížila. Cesto bolo najstabilnejšie po pridaní 30 % prídavku hydrolyzáta a taktiež bolo u neho pozorovaná najnižšia hodnota indexu mechanickej odolnosti. Stupeň zmäknutia cesta v porovnaní so štandardom bol vo všetkých prídavkoch hydrolyzáta vyšší, najvyššia hodnota bola dosiahnutá po pridaní 20 % prídavku hydrolyzáta. U inulínu z čakanky bola pozorovaná jeho pomalá väznosť vody cestom, preto ani po 12 min. pridávania vody cesto nedosiahlo svoje maximum.

Tabuľka 1. Zmeny reologických vlastností cesta po pridaní inulínových preparátov.

Parameter	Štandard	Inulín z topinambura (%)				Hydrolyzát z topinambura (%)		
		10	20	30	50	10	20	30
WA (%)	58,80	57,35	51,10	49,60	40,05	47,20	35,18	26,60
DDT (min.)	3,73	2,50	2,70	3,30	1,06	7,50	6,50	6,50
DS (min.)	6,43	7,10	3,50	5,20	7,20	7,50	6,70	8,00
MTI (BJ)	35,66	30,00	90,00	50,00	40,00	45,00	35,00	10,00
DF (BJ)	60,16	100,00	120,00	50,00	45,00	125,00	150,00	120,00

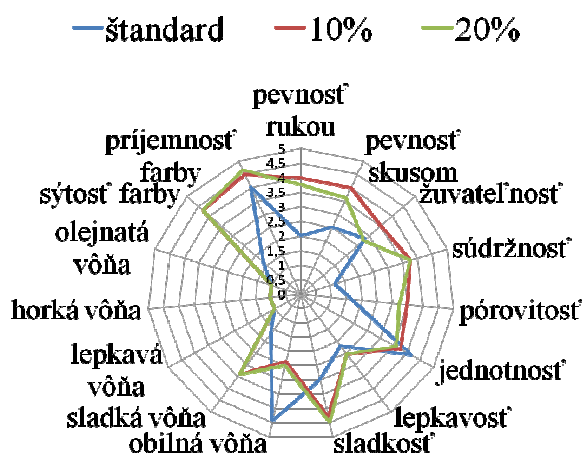
WA - väznosť, DDT - doba vývinu, DS - stabilita, DF - stupeň zmäknutia, MTI - index mechan. odolnosti cesta

Pri hodnotení kvantitatívnych parametrov sa ukázalo, že zvyšujúci sa prídavok inulínových preparátov (okrem hydrolyzáta z topinambura) mal výrazný vplyv na zvýšenie vlhkosti, strát pri pečení a na zmenšenie šírky sušienok (tab. 2). Najväčšie odlišnosti boli zistené v sušienkach pripravených z inulínu izolovaného z čakanky s 50 % náhradou cukru, v ktorých bola zaznamenaná ich výrazne vyššia pórovitosť a objemový index. Prídavok ďalších inulínových preparátov v porovnaní so štandardom nepreukazoval výrazné rozdiely v pórovitosti, objemovom indexe a v špecifickej váhe.

Tabuľka 2. Vplyv prídavku inulínových preparátov na kvalitatívne vlastnosti sušienok.

Parameter sušienok	Štandard	Inulín								Hydrolyzát			
		z čakanky (%)				z topinambura (%)				z topinambura (%)			
		10	20	30	50	10	20	30	50	10	20	30	50
hmotnosť (g)	6,16	5,43	5,50	5,40	6,47	5,26	6,00	5,46	4,83	5,23	5,20	5,56	5,50
výška (cm)	0,56	0,55	0,58	0,63	0,80	0,52	0,62	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,58
šírka (cm)	4,87	4,87	4,46	4,45	4,20	4,75	4,65	4,39	4,29	4,68	4,68	4,72	4,67
objem (cm ³)	13,10	10,23	12,53	10,50	9,16	10,00	10,53	10,73	10,73	10,50	10,50	10,43	10,50

Senzorická analýza ukázala, že pre hodnotiteľov boli najpriateľnejšie sušienky s 10 a 20 % náhradou cukru všetkými inulínovými preparátmi. Na obr. 1 je znázornený senzorický profil sušienok s hydrolyzátom, ktorý ukazuje vysokú pevnosť sušienok, dobrú súdržnosť a pórovitosť sušienok. Vôňa sušienok bola nasladlá, s výraznou farebnou sýtosťou a vysokou celkovou prijateľnosťou.



Obr. 1. Senzorický profil sušienok – štandard a hydrolyzát z topinambura.

Záver

V priebehu práce boli pripravené sušienky s 10, 20, 30, 50% prídavkom vybraných inulínových preparátov. Prídavok inulínových preparátov nemal vplyv na pH a a_w sušienkového cesta. V porovnaní so štandardom sa vo všetkých sušienkach s prídavkom rôznych druhov inulínu zaznamenali vyššie straty pečením, sušienky boli objemovo s rozmerovo menšie. Rastúci prídavok inulínu z topinambura a z čakanky mal za následok znižujúci sa objem a taktiež znižujúce sa rozmery sušienok, výnimkou boli sušienky s prídavkom hydrolyzáta. Pridaním hydrolyzáta z topinambura sa zlepšila i farba sušienok a najviac sa upravili senzorické vlastnosti sušienok.

Literatúra

- Angioloni, A., Collar, C.: Physicochemical and nutritional properties of reduced-caloric density high-fibre breads. *LWT Food Science and Technology* 44, 2011, no. 3, p. 747-758.
- Franc, A.: Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition* 87, 2002, no. 2, p. 287-291.
- Gómez, M., Jimenez, S., Ruiz, E., Oliete, B.: Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. *LWT – Food Science and Technology* 44, 2011, no. 10, p. 2231-2237.
- Hajdušková, S., Glončáková, B.: Využitie rozpúšťadiel na izoláciu a frakcionáciu inulínu. In: XXXVI Symposium o nových smerech výroby a hodnocení potravin, Skalský Dvůr, p. 296-299, ISBN 80-86909-01-8.

- Hrušková, M., Bednářová, M., Mejda, P.: Předpověď reologických parametru pšeničného těsta analýzou NIR specter pšeničné mouky. Chemické listy 98, 2004, s. 423–431.
- Kaur, N., Gupta, K. A.: application of inulin and oligofructose in health and nutrition. Journal of Biosciences 27, 2002, no. 7, p. 703-714.
- Klessen, B., Schwarz, S., Boehm, A., Fuhrmann, H., Richter, A., Henle, T., Krueger, M.: Jerusalem artichoke and chicory inulin in bakery products affect faecal microbiota of healthy volunteers. British Journal of Nutrition 98, 2007, no. 3, p. 540-549.
- Lukáčová, D., Karovičová, J.: Inulín a oligofruktóza ako funkčné zložky potravinárskych výrobkov. Bulletin potravinárskeho výskumu 42, 2003, č. 1–2, s. 27–41.
- Olayoe, O. A., Onilude, A. A., Olayoe, C. O.: Breadfruit flour in biscuitmaking: effects on products quality. Journal of Food Science, 2007, p. 20-23.
- Roberfroid, R. M.: Functional food: concepts and application to inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition 87, 2002, no. 2, p. 139-143.
- Sudha, M. L., Skaran, V., Leelavathi, K.: Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. Food Chemistry 104, 2007, no. 2, p. 686–692.
- Taygi, S. K., Manikantan, M. R., Oberoi, H. S., Kaur, G.: Effect of mustard flour incorporation on nutritional, textural and organoleptic characteristics of biscuits. Journal of Food Engineering 80, 2007, no. 4, p. 1043-1105.
- Toneli, J. T. C. L., Park, K. J., Ramalho, J. R. P., Murr, F. E. X., Fabbro, I. M. D.: Rheological characterization of chicory root inulin solution. Brazilian Journal of Chemical Engineering 25, 2008, č. 3, s. 461-471.
- Wang, J., Rosell, C. M., Barber, C. M.: Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. Food Chemistry 79, 2002, no. 2, p. 221-226.

Pod'akovanie

Práca vznikla vďaka podpore grantu VEGA č. 1/0453/13

Kontaktná adresa:

Ing. Veronika Kuchtová, Ing. Lucia Minarovičová, PhD., Doc. Ing. Jolana Karovičová, PhD., Ing. Zlatica Kohajdová, PhD.,

Ústav biotechnológie a potravinárstva, Oddelenie potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 81237 Bratislava,

e-mail: veronika.kuchtova@stuba.sk, lucia.minarovicova@stuba.sk, jolana.karovicova@stuba.sk,

zlatica.kohajdova@stuba.sk

APLIKÁCIA KYSLOMLIEČNYCH BAKTÉRIÍ PRI PRÍPRAVE RYŽOVÝCH NÁPOJOV APPLICATION OF LACTIC ACID BACTERIA IN THE PREPARATION OF RICE BEVERAGES

Michal Magala, Zlatica Kohajdová, Jolana Karovičová

Abstract: The work was focused on the suitability of various lactic acid bacteria strains (*Lactobacillus plantarum* CCM 7039, *Lactobacillus brevis* CCM 1815 and *Bifidobacterium longum* CCM 4990) for the preparation of rice beverages. During fermentation was observed a decrease in pH values from 5,04 – 5,17 to 3,74 – 4,35. After 24 h incubation of samples reached the concentration of lactic acid values in range 0,83 – 2,76 g/L. Lactic acid bacteria cell counts rapidly increased in first 8 h of fermentation and at the end of the process the cell counts exceeded 8 log KTJ/mL. Sensory evaluation showed, that the most acceptable was sample fermented with culture *Lactobacillus plantarum* CCM 7039.

Keywords: rice, beverage, fermentation, chemical analysis, lactic acid bacteria, sensory properties

Úvod

V súčasnosti sú spotrebitelia na celom svete čoraz viac vzdelanejší v oblasti výživy a tým si uvedomujú vzťah medzi výživou a zdravím. Pre veľké množstvo jednotlivých zložiek potravín sú známe pozitívne alebo negatívne účinky na ľudské zdravie, čo vedie k zvýšenému záujmu vývoja nových potravín so zdravotným pôsobením. Použitie cereálnych substrátov má v tomto smere veľký potenciál pre vývoj nových funkčných nápojov (Salmerón et al., 2015). Cereálne nápoje môžu navyše pôsobiť ako potenciálne nosiče funkčných zložiek ako antioxidanty, vláknina, minerálne látky, probiotiká, prebiotiká a vitamíny (Nionelli et al., 2014).

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Fermentácia vedie k zvýšeniu výživovej hodnoty zlepšením stráviteľnosti bielkovín a polysacharidov, degradáciou antinutričných látok (kyselina fytová a taníny) biosyntézou niektorých vitamínov a zvýšením dostupnosti minerálnych látok (Fe, Mg, Ca, Zn). Fermentácia taktiež zvyšuje bezpečnosť potravín znížením obsahu toxických zlúčenín (napr. aflatoxínov) a tvorbou zlúčenín s antimikrobiálnymi účinkami ako kyselina mliečna, bakteriocíny, CO₂, H₂O₂ a etanol, ktoré napomáhajú inhibícií a eliminácií patogénnych mikroorganizmov. Navyše fermentácia obohacuje potraviny tvorbou rôznych chuťových a aromatických látok (Blandino et al., 2003, Giraffa, 2004, Kohajdová a Karovičová, 2007).

V súčasnosti sa mnohé štúdie zaoberajú prípravou a následným rozborom fermentovaných nápojov na báze pšenice, ovsa a ryže (Ghosh et al., 2015; Gokavi et al., 2005; Gupta et al., 2010; Nionelli et al., 2014; Rathore et al., 2012).

Cieľom práce bolo pripraviť ryžové fermentované nápoje s použitím rôznych štartovacích kultúr kyslomliečnych baktérií, sledovať priebeh fermentácie analýzou vybraných chemických parametrov a sledovaním zmien počtu KMB ako aj senzorické hodnotenie pripravených nápojov.

Materiál a metódy

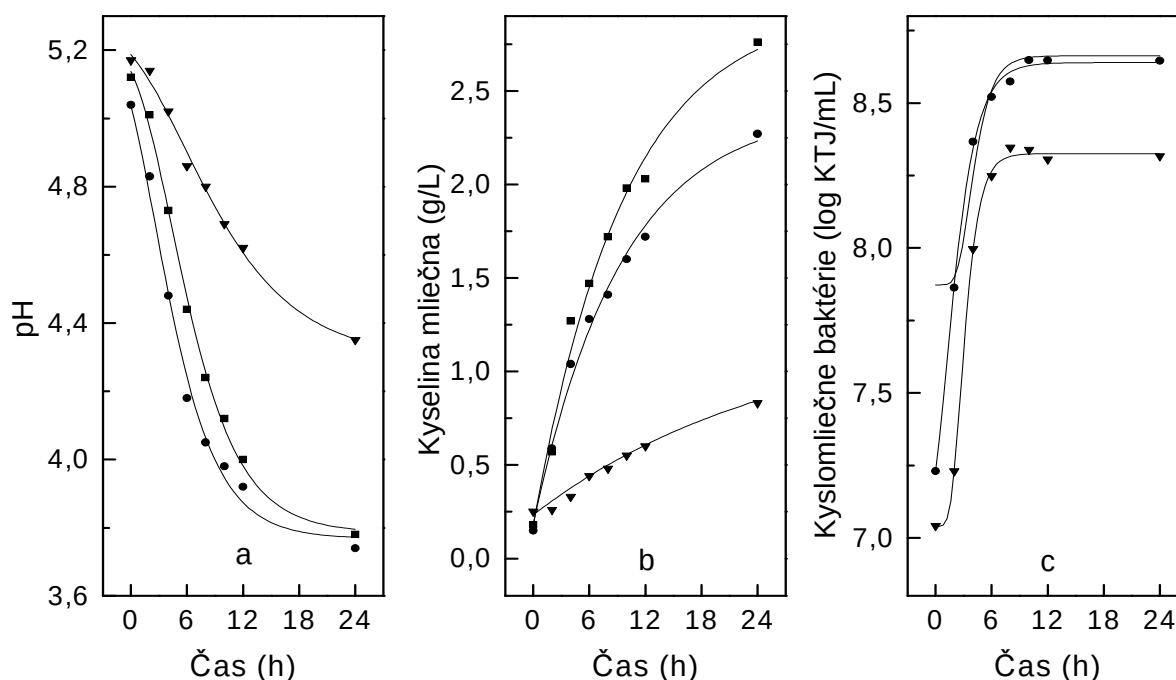
Vzorky fermentovaných ryžových nápojov s použitím rôznych štartovacích kultúr (*Lactobacillus plantarum* CCM 7039, *Lactobacillus brevis* CCM 1815 a zmesnej kultúry *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 a *Bifidobacterium longum* CCM 4990 v pomere 1:1) získaných v lyofilizovanej forme z Českej zbierky mikroorganizmov Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne boli pripravené podľa Coda et al. (2012) a fermentované 144 h pri teplote 30 °C.

Počas fermentácie boli stanovené hodnoty pH a koncentrácia kyseliny mliečnej metódou kapilárnej izotachofórey podľa Kohajdová et al. (2006). Celkové počty kyslomliečnych baktérií boli stanovené zriedňovacou kultivačnou metódou podľa Xiong et al. (2012). Sensorická analýza bola uskutočnená pomocou 9 bodovej hedonickej stupnice (1 = mimoriadne neprijateľná až 9 = mimoriadne prijateľná) podľa autorov Faccin et al. (2009) a Coda et al. (2012).

Výsledky a diskusia

V dôsledku metabolickej aktivity prítomných baktérií bol počas fermentácie zaznamenaný pokles pH z hodnôt 5,04 – 5,17 na 3,74 – 4,35 (obr. 1a). Hlavným produktom fermentácie kyslomliečnych baktérií je kyselina mliečna (obr. 1b), ktorej koncentrácia bola po 24 h v rozmedzí hodnôt 0,83 – 2,76 g/L. Porovnateľné hodnoty poklesu pH a obsahu kyseliny mliečnej počas fermentácie vzoriek tarhany uvádzajú aj Ibanoglu et al. (1995).

Stanovenie celkového počtu kyslomliečnych baktérií (obr. 1c) poukázalo na to, že najvýraznejší nárast (približne o 1 logaritmický poriadok) bol zaznamenaný v prvých 8 h fermentácie. V ďalšom priebehu fermentácie sa počty kyslomliečnych baktérií menili už len nepatrne a na konci fermentácie dosiahli hodnoty 8,3 – 8,5 log KTJ/ml. Porovnateľné počty kyslomliečnych baktérií počas fermentácie pšeničných nápojov kultúrou *Lactobacillus plantarum* 6E uvádzajú aj Coda et al. (2011).



Obr. 1 Priebeh zmien hodnôt pH (a), koncentrácie kyseliny mliečnej (b) a celkového počtu kyslomliečnych baktérií (c) vo vzorkách ryžových nápojov fermentovaných kultúrou *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 (■), *Lactobacillus brevis* CCM 1815 (▼) a zmesnou kultúrou *Lactobacillus plantarum* CCM 7039 a *Bifidobacterium longum* CCM 4990 (●).

Senzorickým hodnotením ryžových nápojov (tab. 1.) bolo zistené, že všetky fermentované vzorky mali požadovanú chuť a konzistenciu, príjemnú vôňu a primeranú kyslosť, pričom najvyššie hodnoty senzorických parametrov dosiahla vzorka fermentovaná kultúrou *Lactobacillus plantarum* CCM 7039.

Tabuľka 1. Senzorické hodnotenie fermentovaných ryžových nápojov.

Vzorka	Chuť	Vôňa	Konzistencia	Kyslosť	Celková prijateľnosť (%)
RN Lbp	7,6 ± 0,5	8,3 ± 0,5	8,6 ± 0,3	7,5 ± 0,5	86,8 ± 5,6
RN Lbb	5,8 ± 0,4	6,7 ± 0,2	7,8 ± 0,4	7,9 ± 0,3	79,6 ± 4,7
RN Lbp + Blong	7,5 ± 0,2	8,1 ± 0,6	8,5 ± 0,1	7,3 ± 0,5	85,7 ± 5,0

RN – ryžový nápoj, Lbp – *Lactobacillus plantarum* CCM 7039, Lbb – *Lactobacillus brevis* CCM 1815, Blong – *Bifidobacterium longum* CCM 4990

Záver

Práca bola zameraná na posúdenie vhodnosti aplikácie rôznych druhov kyslomliečnych baktérií (*Lactobacillus plantarum* CCM 7039, *Lactobacillus brevis* CCM 1815 a *Bifidobacterium longum* CCM 4990) ako štartovacích kultúr pri príprave cereálnych nápojov. Počas fermentácie bol zaznamenaný pokles hodnôt pH z 5,04 – 5,17 na 3,74 – 4,35. Zároveň bola zaznamenaná produkcia kyseliny mliečnej, ktorej koncentrácia po 24 h dosiahla hodnoty v rozmedzí 0,83 – 2,76 g/L. Stanovenie celkových počtov kyslomliečnych baktérií poukázalo na to, že ich počty najvýraznejšie rástli v prvých 8 h (nárast približne o 1 logaritmický poriadok) a na konci procesu dosiahli počty nad 8 log KTJ/mL. Senzorickým hodnotením bolo zistené, že najvyššie hodnoty senzorických parametrov vykazovala vzorka ryžového nápoja fermentovaná kultúrou *Lactobacillus plantarum* CCM 7039.

Literatúra

- Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D., Webb, C.: Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36, 2003, č. 6, s. 527-543.
- Coda, R., Lanera, A., Trani, A., Gobetti, M., Di Cagno, R.: Yogurt-like beverages made of a mixture of cereals, soy and grape must: Microbiology, texture, nutritional and sensory properties. *International Journal of Food Microbiology*, 155, 2012, č. 3, s. 120-127.
- Coda, R., Rizzallo, C. G., Trani, A., Gobetti, M.: Manufacture and characterization of functional emmer beverages fermented by selected lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, 28, 2011, č. 3, s. 526-536.
- Faccin, G. L., Vieira, L. N., Miotto, L. A., Barreto, P. L. M., Amante, E. R.: Chemical, sensorial and rheological properties of a new organic rice bran beverage. *Rice Science*, 16, 2009, č. 3, 226-234.
- Ghosh, K., Ray, M., Adak, A., Dey, P., Halder, S. K., Das, A., Jana, A., Parua, S., Das Mohapatra, P. K., Pati, B. R., Mondal, K. C.: Microbial, saccharifying and antioxidant properties of an Indian rice based fermented beverage. *Food Chemistry*, 168, 2015, s. 196-202.
- Giraffa G.: Studying the dynamics of microbial populations during food fermentation. *FEMS Microbiology Reviews*, 28, 2004, č. 2, s. 251-260.
- Gokavi, S., Zhang, L., Huang, M. K., Zhao, X., Guo, M.: Oat-based symbiotic beverage fermented by *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paracasei* ssp. *casei*, and *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Science*, 70, 2005, č. 4, s. 216-223.
- Greif, G., Greifová, M., Karovičová, J., Kohajdová, Z., Krajčová, E.: Utilizácia glukózy a laktózy rôznymi kmeňmi laktobacilov. *Celostátní přehlídka sýrů 2007, Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře „Mléko a sýry“*. Praha : VŠCHT, 2007, 53-58. ISBN 978-80-7080-661-6.
- Gupta, S., Cox, S., Abu-Ghannam, N.: Process optimization for the development of a functional beverage based on lactic acid fermentation of oats. *Biochemical Engineering Journal*, 52, 2010, č. 2-3, s. 199-204.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J.: Fermentation of cereals for specific purpose. *Journal of Food and Nutrition Research*, 46, 2007, č. 2, s. 51-57.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., Greifová, M.: Lactic acid fermentation of some vegetable juices. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45, 2006, č. 3, s. 115-119.
- Nionelli, L., Coda, R., Curiel, J. A., Poutanen, K., Gobetti, M., Rizzello, C. G.: Manufacture and characterization of a yogurt-like beverage made with oat flakes fermented by selected lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 185, 2014, s. 17-26.
- Rathore, S., Salmerón, I., Pandiella, S. S.: Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures. *Food Microbiology*, 30, 2012, č. 1, 239-244.
- Salmerón, I., Thomas, K., Pandiella, S. S.: Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. *Journal of Functional Foods*, 15, 2015, s. 106-115.

Xiong, T., Guan, Q., Song, S., Hao, M., & Xie, M.: Dynamic changes of lactic acid bacteria flora during Chinese sauerkraut fermentation. Food Control, 26, 2012, č. 1, s. 178-181.

PodĎakovanie

Prácu finančne podporil grant VEGA č. 1/0453/13

Kontaktná adresa:

Ing. Michal Magala, PhD., Ing. Zlatica Kohajdová, PhD., Doc. Ing. Jolana Karovičová, PhD.,
Ústav biotechnológie a potravinárstva, Oddelenie potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej
technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava,
e-mail: michal.magala@stuba.sk, zlatica.kohajdova@stuba.sk, jolana.karovicova@stuba.sk

HODNOTENIE MANAŽÉRSKÝCH SYSTÉMOV BEZPEČNOSTI POTRAVÍN EVALUATION OF FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS

Igor Mráz

Abstract: Information about food safety throughout the agri-food chain are now increasingly required by retail chains, government bodies and organizations dealing with food safety and even the food business operators who are interested in the outcomes and effectiveness of their investments into food safety. In the last 15 years in Europe were incurred significant financial, technological and managerial investments in order to implement various food safety management systems of different origins along the agri-food chain. It was created and introduced a number of various food quality and safety standards required by the various stakeholders that are certified by certification bodies under private schemes. Questions arising therefore are now "As an effective and reliable are these FSMS?" and "By implementing good performing FSMS is food safety the output then better?" Food business operators want to see return their investments and need to have a review in which aspects of their FSMS should further improve. This paper seeks answers to these questions.

Keywords: food safety management systems - FSMS, HACCP, food quality, investments into food safety

Úvod

Informácie o bezpečnosti potravín sú dnes stále viac požadované obchodnými reťazcami, štátnymi orgánmi zaoberajúcimi sa kontrolou bezpečnosti potravín a ochranou zdravia spotrebiteľov, ale aj samotnými prevádzkovateľmi potravinárskych podnikov, ktorí sa zaujímajú nielen o kvalitu a bezpečnosť svojich výrobkov, ale aj o efektívnosť svojich investícií do potravinovej bezpečnosti. Za posledných 15 rokov vznikol a bol zavedený v rámci celého poľnohospodársko-potravinárskeho reťazca rad rôznych štandardov kvality a bezpečnosti potravín, vyžadovaných rôznymi zúčastnenými stranami, ktoré sú hodnotené a certifikované certifikačnými orgánmi na základe privátnych schém. V súčasnosti si výrobcovia potravín kladú otázku, do akej miery boli tieto investície do manažérskych systémov bezpečnosti potravín efektívne a v ktorých aspektoch by ich mali ďalej zlepšovať?

Vzťah HACCP a noriem ISO radu 9000 a ISO 22000

Normy ISO radu 9000 sa pred zavedením radu noriem ISO 2200 zaoberali riadením kvality vo všeobecnej polohe. Nie sú orientované špeciálne na potravinársky priemysel. V spojení so systémom HACCP však obsahujú jasný preventívny prístup k zisťovaniu chýb v priebehu procesu výroby potravín. Spojenie normy ISO 9000 spolu s HACCP a dodržiavaním pravidiel správnej hygienickej praxe v potravinárskej prevádzke poskytuje dobrý základ pre komplexné zabezpečenie kvality a zdravotnej neškodnosti potravín. Zatiaľ čo systém **HACCP** už takmer všade vo svete predstavuje povinný systém pre dosiahnutie zdravotnej neškodnosti potravín, aplikácia systému manažérstva kvality podľa noriem radu ISO 9000 nie je legislatívne podmienená.

Pre potravinársky sektor bola prvým krokom v spájaní požiadaviek kvality riadenia procesov a bezpečnosti potravín medzinárodná norma **ISO 15 161:2001** „*Guidelines on the application of ISO 9001:2000 for the food and drink industry*“ [Návod na aplikáciu ISO 9001:2000 v potravinárskom a nápojárskom priemysle], ktorá umožňovala spájať zvolený systém bezpečnosti potravín s manažérskym systémom kvality. Na túto normu nadväzuje medzinárodná norma **ISO 22000:2005**, ktorá pružne kombinuje zásady HACCP a systému manažérstva kvality podľa EN ISO 9001. Text normy ISO 22000:2005 schválil schválil CEN /Comité Européen de Normalisation/ 18. augusta 2005 ako európsku normu **EN ISO 22000:2005** bez akýchkoľvek zmien. Návod na jej uplatnenie poskytuje dokument **ISO/TS 22004:2005** „*Food safety management systems – Guidance on the application of ISO 22000:2005*“ [Systém manažérstva bezpečnosti potravín. Návod na aplikáciu ISO

22000:2005.]. Tejto európskej norme EN ISO 22 000:2005 bolo v SR priznané postavenie národnej normy **STN EN ISO 22000**, ktorá bola u nás publikovaná /SÚTN Bratislava/ vo februári 2006.

Norma **ISO 22000:2005** v porovnaní so systémom HACCP dáva predovšetkým široké možnosti na uplatnenie predbežných preventívnych opatrení a zjednocuje prístupy obidvoch systémov. Štruktúra normy ISO 22 000 tak zahŕňa aj systém manažmentu kvality, keďže vychádza z štruktúry normy ISO 9001 tak, aby obidva štandardy boli navzájom zlučiteľné. Systém bezpečnosti potravín bol navrhnutý a realizovaný v rámci štruktúrovaného systému riadenia kvality a je tak začlenený do celkových manažérskych aktivít organizácie. To je významný krok oproti minulosti, keď sa vrcholový manažment často venoval len otázkam manažérstva kvality a riadenie bezpečnosti potravín zostávalo mimo jeho priameho riadiaceho záujmu, na úrovni niektorého špecializovaného útvaru (laboratória, výstupnej kontroly) alebo povereného pracovníka (technológa, hygienika). Riadenie nebezpečenstva a analýza rizík vyžaduje vyváženú integráciu programov nevyhnutných preventívnych opatrení a podrobného plánu HACCP. Programy nevyhnutných opatrení **PRP (prerequisite programmes)** sú rozdelené na dve pod kategórie. Jedna rieši základné požiadavky na hygienu potravín a zaobchádzanie s nimi z dlhodobejšieho hľadiska, zatiaľ čo druhá pod kategória zahŕňa operatívne programy a obmedzenia priamych dopadov rizík daného produktu a prostredia spracovania, včítane externých vplyvov. Plán HACCP tak plní svoje funkcie na základe analýzy nebezpečenstva a hodnotenia rizík rovnako ako pri samostatnom postavení, opiera sa však navyše o programy nevyhnutných opatrení, ktoré túto analýzu ovplyvňujú a pôsobia ako ovládacie opatrenia pre niektoré nebezpečenstvá.

ISO 22000 a Global Food Safety Initiative (GFSI), IFS, BRC a FSSC 22000

Štandardné požiadavky obchodných spoločností na výrobcov a dodávateľov ich značkových výrobkov sú spracované v privátnych hodnotiacich schémach, známych ako medzinárodné normy obchodných reťazcov pre potravinovú bezpečnosť. Tieto schémy vlastnia jednotlivé obchodné združenia a uplatňujú ich prostredníctvom zmluvne zabezpečeného pravidelného hodnotenia dodávateľov a preverovania podmienok výroby a distribúcie svojich značkových produktov (viď Príloha č.6). Uvedené normy (BRC aj IFS) sú vecne zhodné v požiadavkách na výrobcu potravín, ale líšia sa v štruktúre a zložení požiadaviek danej normy a najmä v systéme a kritériách hodnotenia jednotlivých požiadaviek, ako aj v spôsobe vyjadrenia výsledkov certifikačného auditu.

V máji 2000 sa preto zišlo fórum zástupcov najväčších svetových obchodných spoločností (Wal-Mart, Carrefour, Tesco, Metro, Migros, Ahold a ďalších) a založili Svetovú iniciatívu potravinovej bezpečnosti (**GFSI**), ktorú koordinuje **Food Business Forum CIES**, kde sa dohodli na vzájomnom uznávaní vybraných hodnotiacich schém (BRC, IFS, Dutch HACCP a SQF). Tým vyšli v ústrety požiadavkám zákazníkov. V septembri 2007 vydal technický výbor GFSI prehlásenie k pripojeniu ISO 22 000 k vybraným hodnotiacim schémam GFSI a formuloval zásadné pripomienky k norme ISO 22 000, ktorej sa najviac vytýkalo, že požiadavky na PRPs nie sú detailne popísané a začlenené do normy. Preto bol 25.10.2008 organizáciou BSI British Standards Institute vypracovaný nový dokument Publicly Available Specification PAS 220:2008 – „Prerequisite programmes on food safety for food manufacturing“, ktorý implementuje požiadavky GFSI a detailne popisuje požiadavky v oblasti PRPs pre potravinársku výrobu. Spolu s normou ISO 22 000 predstavuje novú hodnotiacu schému FSSC 22000, ktorá spája požiadavky GFSI. **Vlastníkom schémy FSSC** je nadácia „Foundation for Food Safety System Certification“ (FSSC). Schéma FSSC 22000, vydaná v r. 2008, bola v r. 2009 prerokovaná a schválená vo výbore GFSI. Rozhodnutie o jej akceptácii a začlenení do GFSI bolo zverejnené koncom roka 2009. Dnes platí FSSC 22000 verzia 3, schválená GFSI, ktorej súčasťou je norma ISO/TS 22002-1:2009

Prerequisite programmes on food safety -- Part 1: Food manufacturing, ktorou bola nahradená PAS 220:2008.

Hodnotenie výrobcov a dodávateľov privátnych značiek obchodných reťazcov

Využívanie vlastnej obchodnej značky ako silného marketingového nástroja je v súčasnosti kľúčovým prostriedkom obchodných reťazcov v oblasti komunikácie s cieľovou skupinou zákazníkov. Štandardné požiadavky obchodných spoločností na výrobcov a dodávateľov ich značkových výrobkov sú spracované v privátnych hodnotiacich schémach, známych ako medzinárodné normy obchodných reťazcov pre potravinovú bezpečnosť. Tieto schémy vlastnia jednotlivé obchodné združenia a uplatňujú ich prostredníctvom zmluvne zabezpečeného pravidelného hodnotenia dodávateľov a preverovania podmienok výroby a distribúcie svojich značkových produktov. Obvykle sa tieto kontroly vykonávajú na mieste priamo u dodávateľov v určených intervaloch podľa typu prevádzky a rizikovosti výrobku a sú zabezpečované „tretou stranou“, t.j. vyškolenými audítormi nezávislého certifikačného orgánu. V Európe sú najznámejšie a v súčasnosti najviac používané 3 privátne schémy:

- **BRC Food Technical Standard**, vyvinutý a zavedený združením British Retail Consortium v r.1998, dnes používaný ako svetová norma už vo svojej doplnenej a prepracovanej 7. verzii, vydanaj 7.1.2015, ako BRC Global Standard for Food Safety (BRC Food Issue 7), audity budú podľa nej od 1.7.2015
- **IFS (International Food Standard)**, vyvinutý a zavedený v r. 2002 združením HDE (Hauptverband des Deutschen Einzelhandels). V r. 2003 sa k tejto norme pripojili aj francúzski obchodníci a distribútori potravín zo združenia FCD (Fédération des entreprises du Commerce et de la Distribution). IFS Working Group vypracovala IFS Version 4, ktorá bola platná od 1.6.2005 do konca roka 2007. Dňa 1.8.2007 bola vydaná už 5. verzia **IFS Version 5**, ktorá bola oficiálne predstavená na konferencii certifikačných orgánov v Berlíne 11. 6. 2007 a ku ktorej sa pripojilo aj talianske obchodné združenie Federdistribuzione, Ancc und Ancd. Posledná verzia je **IFS Food Version 6**, aktualizovaná v apríli 2014, ktorá nahrádza predchádzajúcu verziu z 6. Januára 2012.
- **FSSC 22000**, systém vyvinutý a zavedený združením FSSC 22000 (Food Safety System Certification 22000), ktorý predstavuje novú komplexnú certifikačnú schému pre systémy bezpečnosti potravín. Je založená na norme ISO22000:2005 „Požiadavky na organizácie potravinárskeho reťazca“ a verejne dostupnej špecifikácie pre programy podpory BSI PAS 220:2008/ ISO/TS 22002-1:2009. Vlastníkom schémy je nadácia Foundation for Food Safety Certification, ktorej zakladateľmi sú predstavitelia veľkých nadnárodných potravinárskych spoločností. Týmto spôsobom vytvorili konkurenčnú a nezávislú certifikačnú schému súkromným produktovým normám ako napr. IFS a BRC. Vytvorili si vlastné, ale celosvetovo akceptovateľné pravidlá pre hodnotenie a certifikáciu systémov manažérstva bezpečnosti potravín, založené na normách radu ISO, ktoré sú celosvetovo populárne a rozšírené. FSSC 22000 je tak možné bez problémov integrovať s normami systémov manažérstva ako napr. ISO9001. V októbri 2010 bola schéma FSSC 22000 uznaná organizáciou European Cooperation for accreditation (EA). Pre schému FSSC 22000 to znamená možnosť jej akceptácie všetkým národnými akreditačnými orgánmi. Akreditácia tejto schémy sa vykonáva podľa požiadaviek normy ISO17021. Akreditovaná certifikácia sa vykonáva od 1.januára 2011.

Záver

Trend vývoja malospotrebitel'ských značiek naznačuje, že podiel vlastnej značky na predaji obchodných reťazcov bude neustále stúpať. Základom stratégie obchodných reťazcov je primeraná kvalita tovaru a úroveň poskytovaných služieb, ich neustále zlepšovanie

a prispôsobovanie potrebám zákazníkov a ponuka širokého sortimentu kvalitného tovaru za prístupné ceny. V oblasti potravín je prvoradou požiadavkou bezpečnosť a hygienická bezchybnosť potravín. Preto obchodné reťazce venujú mimoriadnu pozornosť aj hodnoteniu rizika výrobcov a dodávateľov svojich značkových produktov z hľadiska ich spôsobilosti zabezpečiť legálnosť, kvalitu, zdravotnú neškodnosť a hygienickú bezchybnosť potravinárskych výrobkov. K tomu slúžia spomenuté privátne schémy a medzinárodné normy hodnotenia manažérskych systémov bezpečnosti potravín.

Literatúra

- CODEX ALIMENTARIUS. *Recommended International Code of Practice. General Principles of Food Hygiene*. [online]. [s.a.]. [cit. 22.8.2009]. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. Dostupné na internete: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp_001e.pdf>.
- CODEX ALIMENTARIUS. *Recommended International Code of Practice. General Principles of Food Hygiene*. [online]. [s.a.]. [cit. 14.8.2009]. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. Dostupné na internete: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp_001e.pdf>.
- Kerekréty, J., 2005: Systémy manažérstva kvality a bezpečnosti v agropotravinárskom sektore - normy IFS a BRC, EUREPGAP, GMP+ a ISO 22000, In Bezpečnosť a kontrola potravín: Zborník prác z medzinárodnej vedeckej konferencie, Nitra – Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, 69 – 74 s., ISBN 80-8069-503-2.
- NARIADENIE (ES) Č. 852/2004 Európskeho parlamentu a Rady o hygiene potravín sa vzťahuje na všetky stupne výroby, spracovania a distribúcie potravín a na vývozy vrátane prevádzok zariadení spoločného stravovania. Všeobecné hygienické požiadavky pre všetkých prevádzkovateľov potravinárskych podnikov sú ustanovené v prílohe č. II nariadenia č. 852/2004, kde sa na jedálenské priestory (zariadenia spoločného stravovania) uplatňujú požiadavky Kapitoly III a taktiež sa uplatňujú požiadavky Kapitoly V až X a Kapitoly XII Prílohy č. II predmetného nariadenia.
- NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) Č. 852/2004 z 29. apríla 2004 o hygiene potravín v znení neskorších predpisov. Ú. v. EÚ L 139, 30.4.2004, s. 1 – 54. (čl. 4, ods.2, kap. VI prílohy II).
- NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) Č. 853/2004, ktorým sa ustanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu.
- STN EN ISO 19011 : 2012. Návod na auditovanie systémov manažérstva (ISO 19011: 2011).
- VYKONÁVACÍ PREDPIS ZÁKONA O POTRAVINÁCH - Potravinový kódex Slovenskej republiky.
- ZÁKON NR SR Č. 152/1995 Z. z. o potravinách, v znení neskorších predpisov.

Kontaktná adresa:

Ing. Igor Mráz, CSc.,
QSCert, spol. s r.o., Strážska cesta 7892, 960 01 Zvolen

SEKUNDÁRNE METABOLITY RASTLÍN V OCHRANE VČELSTIEV VOČI PATOGÉNOM PLANTS SECONDARY METABOLITES IN PROTECTION OF HONEYBEES AGAINST PATHOGENS

Katarína Bíliková, Tatiana Krištof-Kraková

Abstract: Propolis plays an important role in the exogenous defense of honeybee colony against pathogens. Five individual components and a mixture of caffeates were isolated from poplar propolis, and their structures confirmed by spectroscopic data. Among the isolated propolis constituents are flavonoids, ferulic acid esters, and the oxylinin 9-oxo-10(E)-12(Z)-octadecadienoic acid, newly identified as propolis component. These substances were tested for their antibiotic activity and results demonstrated promising activity against *Paenibacillus larvae*, the causative agent of American foulbrood. We showed an antifoulbrood activity of some secondary plant metabolites purified from poplar propolis as possible replacements of classical antibiotics in protection of honeybee colony against microbial pathogens.

Keywords: propolis, secondary metabolites, antifoulbrood agents, pinocebmrin, 3-O-acetyl pinobanskin, 9-oxo-10(E)-12(Z)-octadecadienoic acid

Úvod

Flóra poskytuje včele nielen potravu, ale je tiež zdrojom ochranných látok. Počas evolúcie, v symbióze s prírodou, sa u včiel vyvinul špecifický mechanizmus ochrany voči patogénom. Ide o produkciu antimikrobiálnych peptidov ako súčasť prirodzenej imunity včiel, na druhej strane je to ochrana pred infekciou pomocou rastlinných fyziologicky aktívnych látok v mede peli a propolise.

Propolis, je zo včelích produktov najbohatší na sekundárne metabolity rastlín, významné hlavne pre svoje animikrobiálne, antifungálne, antivirálne a antioxidačné vlastnosti. V apiterapii sa propolis používa najmä pri liečení kožných chorôb, poraneniach kože, popáleninách, ekzémoch, pri liečení zápalov ústnej dutiny, ale aj v prevencii proti nádorovým ochoreniam. Účinok propolisu a jeho jednotlivých zložiek proti rôznym ľudským patogénom bol popísaný v mnohých prácach (Burdock 1998; Kujumgivev a kol., 1999; Banskota a kol., 2001; Bankova 2005; Sforcin a Bankova 2011).

Aj keď je známe, že propolis pre včely predstavuje hlavne chemickú bariéru proti infekcii, je len málo štúdií o aktivite propolisu voči včelím patogénom. V posledných rokoch rastie záujem o propolis, ako zdroj biologicky aktívnych látok potenciálne využiteľných vo včelárstve ako náhrada klasických antibiotík (Antunez a kol., 2008; Damiani a kol., 2010; Bastos a kol., 2008; Simone-Fimdstrom a Spivak, 2010).

Cieľom práce je prezentovať antimikrobiálny efekt niektorých látok rastlinného povodu, izolovaných z propolisu z topoľa čierneho (*Populus nigra*), voči včeliemu bakteriálnemu patogénu, *Paenibacillus larvae* (*P. larvae*), hlavnému pôvodcovi závažného ochorenia včiel, moru včelieho plodu.

Material a metódy

Izolácia a charakterizácia rastlinných látok z propolisu

Extrakty propolisu z topoľa čierneho: etanolový (PET) petroléterový (PET) a etylacetátový (PPE) boli pripravené podľa postupu opísaného Bíliková a kol. (2013). Z extraktov boli pomocou LP-LC purifikované jednotlivé látky a charakterizované spektrálnymi metódami (^1H - a ^{13}C -NMR, MS, UV spektroskopiou).

Bakteriálne kmene a podmienky kultivácie

Bakteriálne kmene *P. larvae* subsp. *larvae* (ERIC I: swe 159/97, swe 194/09) a *P. larvae* subsp. *pulvificiens* (ERIC II: swe 26/02, swe 223/00), (klasifikácia podľa Genersch E.

a kol., 2006) boli získané zo Švédskej zbierky mikroorganizmov (Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Sweden). Testované mikroorganizmy boli kultivované v MYPGP médiu obsahujúcom (v 1l média) 10 g Müller-Hintonon bujonu, 15 g kvasničného extraktu, 3 g K_2HPO_4 , 2 g glukózy a 1 g pyruvatu sodného (Merck, Germany) s prídavkom $0.1 \mu\text{g.ml}^{-1}$ thiamin hydrochloridu (Sigma, USA), pri teplote 36°C , počas 48 h. Optická hustota (OD) bola meraná pri 595 nm.

Difúzny test

Platne pre sledovanie antimikrobiálnej aktivity difúznym testom boli pripravené inokuláciou MYPGP média s 0,5 % agarom bakteriálnymi kmenmi v exponenciálnej fáze rastu o výslennej hustote 10^5CFU.ml^{-1} . Po stuhnutí bolo do pody aplikovaných 5 μl testovanej látky/antibiotika a platne boli následne inkubované 48 h. pri teplote 36°C . Tetracyklín hydrochlorid bol použitý ako pozitívna kontrola antimikrobiálneho účinku.

Stanovenie minimálnej inhibičnej koncentrácie (MIC)

Minimálna inhibičná koncentrácia testovaných látok bola stanovená inhibíciou rastu v tekutom médiu, v 96-pozičných mikropatničkách. Zásobné roztoky rastlinných flavonoidov z propolisu o koncentrácii 60 mg/ml v DMSO boli riedené 50 mM NaOH na koncentráciu 20 $\mu\text{g/ml}$, potom v kultivačnom médiu na 2 mg/ml. Ďalšie sériové riedenie testovaných látok bolo uskutočnené na mikropatničke v rozsahu koncentrácií od 1mg/ml do $7.81\mu\text{g.ml}^{-1}$ média, inokulovanom bakteriálnym kmenom v exponenciálnej fáze rastu o výslennej hustote 10^5CFU.ml^{-1} . Mikropatničky boli inkubované 48 h teplote 36°C a miešaní pri 200 rpm. Optická hustota bola meraná pri 595 nm (BioTek Microplate Spectrophotometer, PowerWaveTM XS) po 12, 24, 36 a 48 hodín.

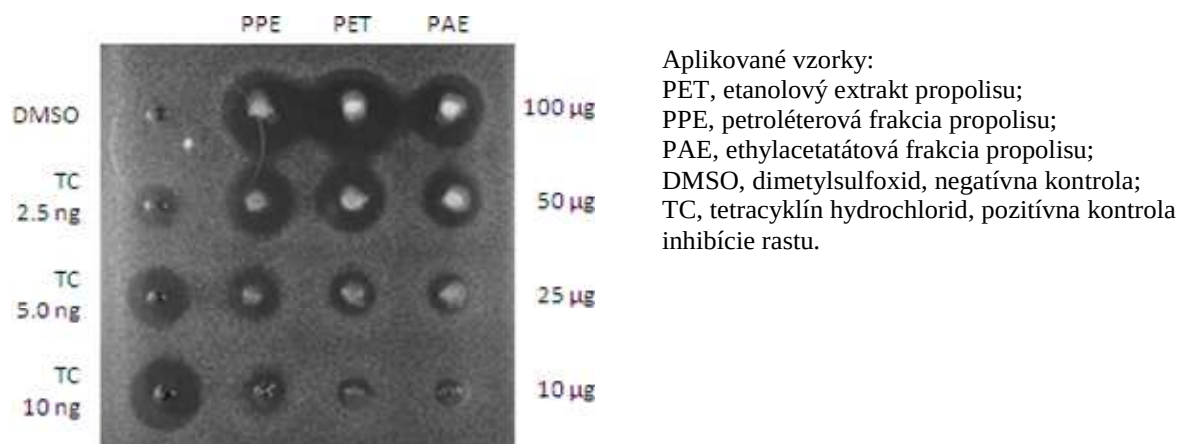
Výsledky a diskusia

Topoľ čierny patrí medzi naše bežné rastliny, a jeho sekundárne metabolity nachádzame aj vo včelom propolise. Z celkového etanolového extraktu propolisu (PET), boli pripravené petroléterový (PPE) a etylacetátový (PAE) extrakt. Vzhľadom na antibiotickú aktivitu týchto extraktov (obr. 1.) sa pristúpilo k purifikácii ich jednotlivých zložiek.

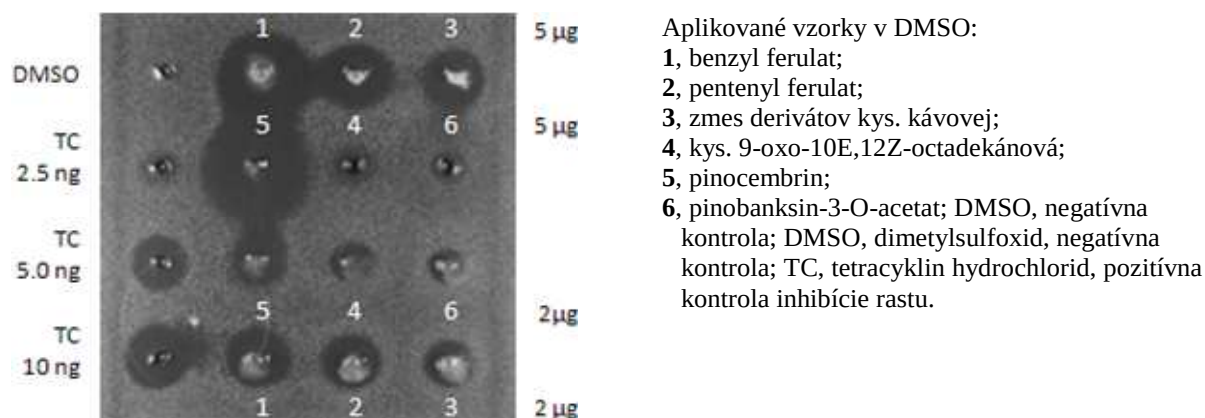
Z propolisových extraktov boli izolované a charakterizované čisté látky: flavonoidy (pinocembrin, 3-O-acetyl pinobanksin), estery kyseliny ferulovej (benzyl ferulát, pentenyl ferulát), kyselina 9-oxo-10(E)-12(Z)-octadekadiénová, estery kyseliny kávovej (isopentenyl caffeate, dimetylalyl caffeate, phenetyl caffeate, benzyl caffeate). Antimikrobiálna aktivita propolisových extraktov, ako aj jeho purifikovaných komponentov v DMSO voči vybraným kmenom včelieho patogénu *P. larvae* bola najskôr testovaná difúznym testom na agarových platniach. Na obrázkoch 1 a 2 je ilustračne prezentovaná inhibícia rastu *P. larvae* subsp. *larvae*, swe 159/97 v prítomnosti testovaných látok po 48 h. inkubácie. Podobné výsledky boli pozorované aj u ostatných kmeňov *P. larvae*.

Minimálna inhibičná koncentrácia testovaných propolisových látok proti *P. larvae* - dvom kmenom typu ERIC I. (swe 159/97, swe 194/09) a dvom kmenom typu ERIC II. (swe 26/02, swe 223/00), bola stanovená po 12, 24, 36 and 48 h. inkubácie v tekutom MYPGP médiu.

Zistilo sa, že bakteriálne kmene *P. larvae* subsp. *pulvificiens* (ERIC II.) sú citlivejšie na prítomnosť rastlinných zložiek propolisu než kmene *P. larvae* subsp. *larvae* (ERIC I.). Najvýznamnejší inhibičný efekt na rast všetkých testovaných kmeňov *P. larvae* bol pozorovaný v prítomnosti flavonoidu pinocembrinu, 3-O-acetyl pinobanksinu a derivátov kyseliny kávovej v molárnych koncentráciách (10^{-3}M - 10^{-4}M) porovnateľných s efektívnou koncentráciou tetracyklín hydrochloridu, už po 12 hodinách inkubácie v tekutom MYPGP médiu (tab. 1).



Obr. 1. Difúzny test inhibície rastu *P. larvae* subsp. *larvae*, swe159/97, na MYPGP agarových platniach v prítomnosti propolisových extraktov, po 48 h. inkubácii pri 36 °C.



Obr. 2. Difúzny test inhibície rastu *P. larvae* subsp. *larvae*, swe159/97, na MYPGP agarových platniach po 48 h. inkubácii pri 36 °C, v prítomnosti jednotlivých rastlinných látok purifikovaných z propolisu.

Tabuľka 1. Minimálna inhibičná koncentrácia (MIC) fytochemikálii izolovaných z propolisu topoľa čierneho pre rast bakteriálnych kmeňov *P. larvae* subsp. *larvae* (ERIC I) a *P. larvae* subsp. *pulvificiens* (ERIC II), stanovená po 24 h. kultivácii v MYPGP médiu.

Látka	MW	MIC ($\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$) / 24 h.			
		<i>P. larvae</i> subsp. <i>larvae</i> , ERIC I.		<i>P. larvae</i> subsp. <i>pulvificiens</i> , ERIC II.	
		(swe 159/97)	(swe 194/09)	(swe 26/02)	(swe 223/00)
benzyl ferulate	284	500,00	250,00	500,00	500,00
pentenyl ferulate	276	250,00	250,00	500,00	500,00
zmes derivátov kys. kávovej	270	62,50	125,00	62,50	62,50
kys. 9-oxo-10E,12Z-octadekánová	294	500,00	250,00	500,00	500,00
pinocembrin	256	62,50	62,50	125,00	125,00
pinobanksin-3-O-acetate	314	125,00	31,25	125,00	125,00

Pinocembrin, 3-O-acetyl pinobanksin, estery kyseliny kávovej a estery kyseliny ferulovej sú známe zložky propolisu. Aktivita týchto látok voči ľudským bakteriálnym patogénom bola potvrdená mnohými štúdiami (Metzner a kol., 1979; Kujumgiev a kol., 1993; Banskota a kol., 2001; Darwish a kol., 2010). Antimikrobiálny efekt kyseliny kávovej a jej

derivátov nie je prekvapujúci, nakoľko fenethyl ester kyseliny kávovej (CAPE) už bol opísaný ako jedna z najčastejších rastlinných zložiek propolisu, a tiež bola testovaná jeho biologická aktivita. (Bankova, 2009). Na druhej strane kyselina 9-oxo-10(E)-12(Z)-octadekánová bola identifikovaná v propolise po prvý krát. Patrí do skupiny oxylipínov vyskytujúcich sa najmä v aeróbných organizmoch, vrátane rastlín (Iriti a Faoro, 2007; Mosblech a kol., 2009).

Mor včelieho plodu je celosvetovo rozšírené, závažné ochorenie včelstiev. Na liečenie a prevenciu včelstiev voči baktériálnym chorobám sa používali klasické antibiotiká (deriváty tetracylinu, thylosin, a pod). Od roku 2006 je v krajinách EU používanie antibiotík vo včelárstve zakázané, vzhľadom na častý výskyt ich reziduí vo včelích produktoch, najmä v mede.

Bohatým zdrojom antimikrobiálnych látok je propolis. Antibiotické látky prítomné v propolise sú však väčšinou dobre rozpustné v organických rozpúšťadlách, vo vodných roztokoch často precipitujú. Nenachádzajú sa vo všeobecnej potrave, t.j. v larválnej výžive, v mede a vo včelom pely. Vzhľadom na ich slabú rozpustnosť vo vodných roztokoch je ich použitie ako antibiotík pri zakrmovaní včelstiev obmedzené.

V prezentovanej práci sa nám podarilo tento problém vyriešiť v prípade niektorých propolisových látok prídavkom 50 mM NaOH. Vzniknuté vo vode rozpustné soli organických kyselín boli následne riedené v kultivačnom médiu a bol dokázaný ich antiakteriálny efekt na testované kmene *P. larvae*, líšiace sa rôznym stupňom virulencie. Vo vode rozpustné sekundárne rastlinné metabolity prítomné v propolise sú alternatívnu náhradu klasických antibiotík pre ich využitie v prevencii a liečení včelstiev voči chorobám mikrobiálneho pôvodu.

Záver

Flavonoidy, fenolické a rôzne aromatické látky rastlinného pôvodu majú významné antimikrobiálne, antifungálne, antivirálne a antioxidantné vlastnosti. Tieto sekundárne metabolity rastlín sú prítomné tiež vo včelích produktoch, predovšetkým v propolise, v mede i vo včelom pely. Keďže tieto látky sú prirodzenou súčasťou života včiel, sú včelami dobre tolerované a nezanechávajú nežiaduce reziduá v mede ako je to v prípade syntetických liečiv. Identifikácia a charakterizácia týchto biologicky aktívnych fytochemikálií za účelom ich použitia vo včelárstve predstavuje nový, ekologický prístup ochrany včelstiev voči mikrobiálnym patogénom.

Literatúra

- Antúnez, K., Harriet, J., Gende, L., Magg, M., Eguaras, M., Zunino, P. (2008) Efficacy of natural propolis extract in the control of American Foulbrood Vet. Microbiol. 131, 324-331.
- Bankova, V. (2005) Recent trends and important developments in propolis research, Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2, 29-32.
- Bankova, V. (2009) Chemical diversity of propolis makes it a valuable source of new biologically active compounds. J. ApiProd. ApiMed. Sci. 1, 23-28.
- Banskota, A. H., Tezuka, Y., Kadota, Sh. (2001) Recent progress in pharmacological research of propolis, Phytother. Res. 15, 561-571.
- Bastos, E. M. A. F., Simone, M., Jorge, D. M., Soares, A. E. E., Spivak, M. (2008) In vitro study of the antimicrobial activity of Brazilian propolis against *Paenibacillus larvae*, J. Invertebr. Pathol. 97, 273-281.
- Bilikova, K., Popova, M., Trusheva, B., Bankova V., (2013) New anti-*Paenibacillus larvae* substances purified from propolis, Apidologie, 44: 278-285.
- Burdock, G. A. (1998) Review of the biological properties and toxicity of bee propolis, Food & Chem. Toxicol. 36, 347-363.
- Damiani, N., Fernández, N. J., Maldonado, L. M., Álvarez, A. R., Eguaras, M. J., Marcangeli, J. A. (2010) Bioactivity of propolis from different geographical origins on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), Parasitol. Res. 107, 31-37.

- Darwish, R. M., Abu Fares, R. J., Abu Zarga, M. H., Nazer, I. K. (2010) Antibacterial effect of Jordanian propolis and isolated flavonoids against human pathogenic bacteria, *Afr. J. Biotechnol.* 9, 5966-5974.
- Antúnez, K., Harriet, J., Gende, L., Magg, M., Eguaras, M., Zunino, P. (2008) Efficacy of natural propolis extract in the control of American Foulbrood *Vet. Microbiol.* 131, 324–331
- Bankova, V. (2005) Recent trends and important developments in propolis research, *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2, 29 – 32
- Genersch E., Forsgren E., Pentikäinen J., Ashiralieva A., Rauch S., Kilwinski J., Fries I. (2006), Reclassification of *Paenibacillus* larvae subsp. *pulvifaciens* and *Paenibacillus* larvae subsp. *larvae* as *Paenibacillus* larvae without subspecies differentiation, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 56, 501-511
- Iriti, M., Faoro, F. (2007) Review of innate and specific immunity in plants and animals, *Mycopathologia* 164, 57–64
- González, M. J., Marioli, J.M. (2010) Antibacterial activity of water extracts and essential oils of various aromatic plants against *Paenibacillus* larvae, the causative agent of American Foulbrood, *Journal of Invertebrate Pathology* 104 209–213
- Kujumgiev, A., Bankova, V., Ignatova, A., Popov, S. (1993) Antibacterial activity of propolis, some of its components and their analogs, *Pharmazie* 48, 785-786.
- Kujumgiev, A., Tsvetkova, I., Serkedjieva, Y., Bankova, V., Christov, R. Popov, S. (1999) Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis from different geographic origin, *J. Ethnopharmacol.* 64, 235-240.
- Metzner, J., Bekemeier, H., Paintz, M., Schneidewind, E. (1979) Anti-microbial activity of propolis and propolis constituents, *Pharmazie* 34, 97-102.
- Mosblech, A., Feussner, I., Heilmann, I. (2009) Oxylipins: Structurally diverse metabolites from fatty acid oxidation *Plant Physiol. Biochem.* 457, 511-517.
- Sforcin, J. M., Bankova, V. (2011) Propolis: Is there a potential for the development of new drugs? *J. Ethnopharmacol.* 133, 253-260.
- Simone-Finstrom, M., Spivak, M. (2010) Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees, *Apidologie* 41, 295-311.

Kontaktná adresa:

RNDr. Katarína Bíliková, PhD., Ing. Tatiana Krištof-Kraková,
Oddelenie molekulárnej apidológie, Ústav ekológie lesa, SAV Zvolen, *detašované pracovisko*: FCHTP STU,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava,
e-mail: bilikova@savzv.sk, krakova@savzv.sk

AEROMONÁDOVÉ INFEKcie LOSOSOVITÝCH RÝB AEROMONAS INFECTIONS OF SALMONIDS

Adriána Fečkaninová, Peter Popelka, Koščová Jana, Mudroňová Dagmar

Abstract: The genus *Aeromonas* include gram-negative, motile, facultative anaerobic, rod shaped and oxidase positive bacteria comprising several species, associated with the aquatic environment. *Aeromonas* species are ubiquitous bacteria in terrestrial and aquatic milieus. In fish they are renowned as enteric pathogens causing haemorrhagic septicemia, fin rot, soft tissue rot and furunculosis resulting in major die-offs and fish kills. This review presents an overview of emerging *Aeromonas* infections and proposes the need for actions necessary for establishing adequate prevention measures against the infections.

Keywords: aquaculture, salmonids, bacterial diseases, *Aeromonas* spp.

Úvod

Akvakultúra je neustále rastúce odvetvie a za posledných desať rokov sa stala dôležitou hospodárskou aktivitou v mnohých krajinách (FAO, 2010). V podmienkach intenzívnej produkcie sú ryby vystavené vysokému stresu, čím sa zvyšuje výskyt ochorení, ktorý spôsobuje pokles produktivity. Choroby spôsobené *Aeromonas* spp. sú bežnou príčinou úmrtnosti (Ariole a Oha, 2013).

Aeromonády sú celosvetovo rozšírené mikroorganizmy, ktoré osídľujú najrozmanitejšie vodné prostredie a nachádzajú sa v pôde aj v potravinách (Hatje, Neuman, Katouli, 2014). Vo všeobecnosti sú niektoré druhy považované za patogény vodných živočíchov (rýb a iných studenokrvných druhov). Súčasná taxonómia radí rod *Aeromonas* na základe sekvenčnej analýzy génu 16S rRNA do triedy *Gammaproteobacteria*, radu *Aeromonadales* a čeľade *Aeromonadaceae* (Garrity a kol., 2007).

Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

Aeromonas spp. osídľujú vodné prostredie a môžu vyvolať septikémie, ulcerózne a hemoragické choroby rýb, vrátane furunkulózy, ktorá spôsobuje hromadný úhyn rýb a významné ekonomické straty v odvetví akvakultúry. Druh *Aeromonas salmonicida* (má 5 poddruhov: *salmonicida*, *masoucida*, *smithii*, *achromogenes* a *pectinolytica*) je považovaný za významný patogén rýb, a poddruh *salmonicida* je pôvodcom furunkulózy. Táto choroba bola hlásená u pstruhov pred viac ako sto rokmi, a neskôr aj u lososovitých a iných druhov rýb (Noga, 2010). V súčasnej dobe sa furunkulóza vyskytuje celosvetovo, bola hlásená v Škótsku, Francúzsku, Nórsku, Islande, Španielsku, Spojených štátoch amerických, Kanade, Japonsku, Čile a Austrálii. Poddruh *salmonicida* je často označovaný ako typický druh. Poddruhy *masoucida*, *smithii*, *achromogenes* a *pectinolytica* sú atypické a spôsobujú atypické furunkulózy alebo ulcerózne zápaly kože a svalov (Wiklund a Dalsgaard, 1998).

Baktérie rodu *Aeromonas* sa rozdeľujú podľa optimálnej teploty rastu a schopnosti pohybu u jednotlivých druhov na veľkú a geneticky heterogénnu skupinu tvorenú pohyblivými mezofilnými druhmi, ktoré optimálne rastú pri teplote 28 °C a na menšiu, geneticky homogénnu psychrofilnú skupinu s optimálnou teplotou rastu 22 - 25 °C, ktorá je tvorená iba jedným nepohyblivým druhom *Aeromonas salmonicida*, ktorý produkuje hnedý pigment (Figueras, 2005; Noga, 2010).

Aeromonas salmonicida subsp. *salmonicida* hynie v čistej vode počas niekoľkých dní, v organicky znečistenej vode prežíva dlhšie a na dne prežíva až 3 týždne. K prenosu dochádza priamym i nepriamym spôsobom. K zamoreniu chovu dochádza výkalmi chorých rýb alebo priamo z furunkulov. Bacilonosiči môžu vylučovať pôvodcu aj močom a pohlavnými produktmi (Gill, 2000; Kouřil a kol., 2008). K šíreniu dochádza aj prostredníctvom náradia, rybožravými vtákmi a parazitmi. Na rozdiel od iných Gram negatívnych patogénov rýb,

Aeromonas salmonicida prežíva aj pri nižších teplotách, takže prepuknutie ochorenia môže nastať v každom ročnom období, avšak forma choroby má priamu závislosť od teploty vody (čím vyššia teplota vody tým akútnejší priebeh ochorenia) (Gill, 2000; Bíreš, 2013). Pri zvýšení teploty vody sú ryby vystavené stresu, čím sú náchylnejšie k infekcii, zníži sa koncentrácia kyslíka a živín. Ako vyplýva z uvedených skutočností k vypuknutiu furunkulózy dochádza najčastejšie v jarnom a letnom období (Marcos-López a kol., 2010; Tam, Gough, Tsuji, 2011). Inkubačná doba je 3 – 10 dní. Furunkulóza môže prebiehať perakútne bez špecifických príznakov (dochádza k rýchlemu úhynu), pri akútnom priebehu sa objavujú nervové príznaky, prolaps análneho otvoru a pri subakútnej a chronickej forme ochorenia sa objavujú typické zmeny na koži. Zo začiatku drobné zápalové ložiská vo svalovine sa rozvíjajú v typické abscesy, prominujúce na povrch v podobe mäkkých hrčiek. Prasknutím abscesov vzniknú špecifické kráterovité furunkuly. Klinické príznaky sú zreteľné najmä na koži v podobe krvácanín, vredov a erózií. Vnímavými druhmi rýb sú všetky lososovité ryby (Čítek, Svobodová, Tesarčík, 1997; Kouřil a kol., 2008).

Diagnóza nákazy sa stanoví potvrdením vývinu klinických a patologicko-anatomických príznakov a na základe laboratórneho dôkazu špecifického bakteriálneho pôvodcu špecializovaným veterinárnym ústavom na živnom kultivačnom médiu (Bíreš, 2013). Molekulárne PCR metódy špecificky detekujú *A. salmonicida* bez potreby kultivácie (Byers, Gudkovs, Crane, 2002).

Mezofilný druh *A. hydrophila* napáda predovšetkým sladkovodné druhy rýb, vrátane kapra, tilapie, ostrieža, sumca a pstruha. Spôsobuje ochorenie (alebo tiež septikémie) pohyblivých aeromonád (angl. motile aeromonad disease, MAD, motile aeromonad septicemia, MAS) (Cao, 2012; Lewbart, 2001; Zhang, Pridgeon, Klesius, 2014; Janda a Abbott, 2010; Hossain a kol., 2014). *A. hydrophila* môže vyvolať petéchie, hemorágie, vodnatielku, exoftalmus, olupujúcu sa kožu aj šupiny. Systémové nákazy sa prejavujú hemoragickou septikémiou vedúcou k zápalom a nekrózám gastrointestinálneho traktu, obličiek, svalov a sleziny (Cipriano, 2001).

Vypuknutie epidémie rýb spôsobenej *A. hydrophila* má za následok veľké ekonomické straty, ktoré boli hlásené po celom svete (Lewbart, 2001; Cao, 2012; Zhang, Pridgeon, Klesius, 2014; Janda a Abbott, 2010). Napríklad, úhyn 25 tisíc kaprov v rieke svätého Vavrinca (Quebeck, Kanada) v roku 2001 a o rok neskôr bol zaznamenaný úhyn 820 ton zlatých rybiek v Indonézii, tieto straty boli vyčíslené na takmer 38 miliónov dolárov.

V Spojených štátoch amerických pohyblivé aeromonády primárne spôsobujú ochorenia rýb žijúcich v teplých vodách. Z rán piatich druhov brakických rýb: *Platosus anguillaris*, *Lates calcarifer*, *Epinephelus megachir*, *Labeo rohita* a *Serotherodon nilotica* bol izolovaný druh *A. hydrophila*. Pohyblivé aeromonády boli izolované nielen zo surových a spracovaných výrobkov z morských rýb, ale aj z prostredia morského rybolovu (Cipriano, 2001).

Epizootický ulcerózný syndróm (EUS) je ochorenie rýb charakterizované prítomnosťou výrazných kožných lézií vrátane vredov. Od roku 1980 EUS je charakterizovaný ako ochorenie sladkovodných rýb v Indo-Pacifickej oblasti a prvýkrát bol zaznamenaný v roku 1988 v Bangladéši. Toto ochorenie sa v súčasnosti často vyskytuje vo farmových chovoch rýb v Bangladéši. Vyznačuje sa tvorbou vredov na telách rýb a úhynom v priebehu týždňa od prepuknutia nákazy. EUS spôsobuje značné ekonomické straty v akvakultúre a hospodárstve rýb. Etiologický pôvodca EUS je stále neznámy. Mikroorganizmy, ktoré patria k potenciálnym patogénom rýb rodov *Aeromonas*, *Vibrio*, *Plesiomonas* a *Pseudomonas* boli často izolované z lézií a krvných vzoriek infikovaných rýb. Zástupcovia *Aeromonas hydrophila* a *Aeromonas sobria* boli získané najčastejšie. Je dôležité ďalšie štúdium a charakterizovanie pôvodcov nákaz EUS vzhľadom k možnému vplyvu na verejné zdravie (Rahman a kol, 2002). Výsledky štúdie Rahman a kol. (2002) naznačujú, že klonálna skupina *Aeromonas veronii* biovar *sobria* môže byť pôvodcom EUS u rýb v Bangladéši. V roku 1998

v Indo-pakistanskej oblasti Iqbal, Tajima, Ezura (1998) izolovali z chorých rýb EUS *Aeromonas* spp. Následne 27 % (12 z 44) izolátov z rýb s EUS z Malajzie a Thajska identifikovali ako *Aeromonas veronii* biovar *sobria* a tento istý druh bol identifikovaný aj v 6 z 11 izolátov zo vzoriek rýb z Bangladéša. Na základe týchto štúdií je možné predpokladať, že *Aeromonas veronii* biovar *sobria* predstavuje kauzálny agens pri vzniku EUS v Indo-Pakistanskej oblasti. *A. sobria* bola aj pôvodcom ochorenia rýb na farme ostrieža (*Perca fluviatilis*) vo Švajčiarsku (Aberoum a Jooyandeh, 2010). Na základe sekvenčnej analýzy génu 16S rRNA bolo zistené, že druh *Aeromonas ichthiosmia* je zhodný s druhom *Aeromonas veronii* biovar *sobria* (Collins, 1993). Novšie metódy DNA-DNA hybridizácie toto zistenie potvrdili (Huys, Kampfer, Swings, 2001).

Štúdie zaoberjúce sa virulenciou druhov *A. hydrophila* a *A. sobria* u pstruha dúhového (*Oncorhynchus mykiss*) preukázali, že kmeň *A. hydrophila* izolovaný zo zdravých a chorých rýb bol viac virulentný ako kmeň *A. sobria* izolovaný z rýb bez klinických príznakov. Predpokladá sa, že pstruh dúhový je najcitlivejším druhom lososovitých rýb voči ochoreniam vyvolaným aeromonádami (Cipriano, 2001).

Aj keď pohyblivé aeromonády sú charakterizované ako patogény rýb, je dôležité si uvedomiť, že tieto baktérie sú súčasťou normálnej črevnej mikroflóry zdravých rýb. Z tohto dôvodu, prítomnosť týchto baktérií, nepredstavuje prepuknutie ochorenia. Stres je často považovaný za vyvolávajúci faktor ochorenia spôsobeného týmito baktériami. Tieto stresory sú najčastejšie spájané so životným prostredím a fyziologickými parametrami, ktoré nepriaznivo pôsobia na ryby v intenzívnom chove. Zvýšená teplota vody, pokles koncentrácie rozpusteného kyslíka, alebo zvýšenie amoniaku a koncentrácie oxidu uhličitého podporujú stres u rýb a spúšťajú infekciu. Monitorovanie environmentálnych parametrov môže teda umožniť človeku predchádzať vzniku stresových faktorov v akvakultúre a tým sa vyhnúť prepuknutiu ochorenia (Cipriano, 2001).

Záver

Rod *Aeromonas* zahŕňa významné druhy z pohľadu veterinárnej, ale aj humánnej medicíny. Ako patogén hlavne lososovitých rýb spôsobuje veľké ekonomické straty v akvakultúre. Veľkým problémom je zvyšujúca sa rezistencia aeromonád k antibiotikám. Vzhľadom k pomerne častému výskytu aeromonád vo vodnom prostredí, pôde a rade potravín a produktov je dôležitá ich izolácia a správna identifikácia. Nové možnosti rýchlej a spoľahlivej fenotypovej či genotypovej identifikácie umožňujú identifikáciu izolátov aeromonád aj v rutinných mikrobiologických laboratóriách.

Literatúra

- ABEROUM, A. – JOOYANDEH, H. A Review on Occurrence and Characterization of the *Aeromonas* Species from Marine Fishes. In *World Journal of Fish and Marine Sciences*. ISSN 2078-4589. 2010, vol. 2, no. 6, p. 519-23.
- ARIOLE, C. N. – OHA, E. C. Antimicrobial Activity of Estuarine Isolates against Shrimp Pathogenic *Aeromonas* Species. In *Nature and Science*. ISSN: 1545-0740. 2013, vol. 11, no. 2, p. 123-128.
- BÍREŠ, J. NÁRODNÝ PROGRAM ERADIKÁCIE BAKTERIÁLNYCH CHORÔB RÝB V SLOVENSKEJ REPUBLIKE NA ROK 2014. [online]. Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, Štátna veterinárna a potravinová správa SR, 2013. 9 s. [cit. 2014.01.20]. Dostupné na internete: <http://www.svps.sk/dokumenty/zvierata/npe2014br.pdf>.
- BYERS, H. K. - GUDKOV, N. - CRANE, M. S. PCR - based assays for the fish pathogen *Aeromonas salmonicida* I. Evaluation of three PCR primer sets for detection and identification. In *Diseases of Aquatic Organisms*. 2002, vol. 49, no. 2, p. 129-138.
- CAO, Y. et al. Orally Administered Thermostable N-Acyl Homoserine Lactonase from *Bacillus* sp. Strain AI96 Attenuates *Aeromonas hydrophila* Infection in Zebrafish. In *Applied and Environmental Microbiology*. DOI 10.1128/AEM.06139-11. 2012, vol. 78, no. 6, p. 1899–908.

- CIPRIANO, C. R. *Aeromonas hydrophila* and motile aeromonad septicemias of fish. u.s. Geological Survey, Leetown Science Center, National Fish Health Research Laboratory. Kearneysville, West Virginia. 2001, 24 p.
- COLLINS, M. D. - MARTINEZ-MURCIA, A. J. - CAI, J. *Aeromonas enteropelogenes* and *Aeromonas ichthiosmia* are identical to *Aeromonas trota* and *Aeromonas veronii*, respectively, as revealed by small-subunit rRNA sequence analysis. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1993, vol. 43, p. 855-6.
- ČÍTEK, J. – SVOBODOVÁ, Z. – TESARČÍK, J. *Nemoci sladkovodných a akvarijských ryb*. Praha: Informatorium, 1997. 2. vyd. 218 s. ISBN 80-86073-08-4.
- FAO. Statistics and information service of the Fisheries and Aquaculture Department. Fishery and Aquaculture Statistics - 2008. 2010.
- FIGUERAS, M. J. Clinical relevance of *Aeromonas*. In *Rev Med Microbiol.* 2005, vol. 16, p. 145-153.
- GARRITY, G. et al. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 2. edition, vol. 2: The *Proteobacteria*, Part B: The *Gammaproteobacteria*. Springer Science & Business Media. 1134 p. 2007.
- GILL, A, T. *Waste from Processing Aquatic Animals and Animal Products: Implications on Aquatic Animal Pathogen Transfer*. [online]. FAO Fisheries and Aquaculture Department. FAO Fisheries Circular, no. 956, 2000. [cit. 2015.01.10]. Dostupné na internete: <<http://www.fao.org/docrep/003/X9199E/X9199E00.HTM>>.
- HATJE, E. – NEUMAN, C. – KATOULI, M. Interaction of *Aeromonas* Strains with Lactic Acid Bacteria via Caco-2 Cells. In *Applied and Environmental Microbiology*. doi: 10.1128/AEM.03200-13. 2014, vol. 80, no. 2, p. 681-6.
- HOSSAIN, J. M. et al. An Asian Origin of Virulent *Aeromonas hydrophila* Responsible for Disease Epidemics in United States-Farmed Catfish. *mBio*. doi: 10.1128/mBio.00848-14. 2014, vol. 5, no. 3.
- HUYS, G. - KAMPFER, P. - SWINGS, J. New DNA-DNA hybridization and phenotypic data on the species *Aeromonas ichthiosmia* and *Aeromonas allosaccharophila*: *A. ichthiosmia* Schubert et al. 1990 is a later synonym of *A. veronii* Hickman-Brenner et al. 1987. In *Syst. Appl. Microbiol.* 2001, vol. 24, p. 177-182.
- IQBAL, M. M. - TAJIMA, K. – EZURA, Y. Phenotypic identification of motile *Aeromonas* isolated from fishes with epizootic ulcerative syndrome in Southeast Asian countries. In *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 1998, vol. 49, p. 131-141.
- JANDA, J. M. - ABBOTT, S. L. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity and Infection. In *Clinical Microbiology Reviews*. doi:10.1128/CMR.00039-09. 2010, vol. 23, no. 1, p. 35-73.
- KOŮŘIL, J. et al. *Chov lososovitých druhů ryb, lipana a síhu*. 1. vyd. Vodňany: VÚRH JU, 2008. 141 s. ISBN 978-80-85887-80-8.
- LEWBART, G. A. Bacteria and ornamental fish. In *Seminars in Avian Exotic Pet Medicine*. DOI: 10.1053/saep.2001.19543. 2001, vol. 10, no. 1, p. 48-56.
- MARCOS-LÓPEZ, M. et al. Assessing the impact of climate change on disease emergence in freshwater fish in the United Kingdom. In *Transboundary and Emerging Diseases*. 2010, vol. 57, no. 5, p. 293-304.
- NOGA, E. J. *Fish Diseases: Diagnosis and Treatment*. Singapore: Willey-Blackwell, 2010. 2nd edition. 536 p. ISBN 978-0-8138-0697-6.
- RAHMAN, M. et al. Identification and Characterization of Pathogenic *Aeromonas veronii* Biovar Sobria Associated with Epizootic Ulcerative Syndrome in Fish in Bangladesh. In *Applied and Environmental Microbiology*. DOI: 10.1128/AEM.68.2.650-655.2002. 2002, vol. 68, no. 2, p. 650-5.
- TAM, B. - GOUGH, W.A. - TSUJI, L. The impact of warming on the appearance of furunculosis in fish of the James Bay region, Quebec, Canada. In *Regional Environmental Change*. 2011, vol. 11, no. 1, p. 123-132.
- WIKLUND, T. - DALSGAARD, I. Occurrence and significance of atypical *Aeromonas salmonicida* in non-salmonid and salmonid fish hosts. In *Diseases of Aquatic Organisms*. 1998, vol. 32, p. 49-69.
- ZHANG, D. – PRIDGEON, W. J. – KLESIUS, H. P. Vaccination of channel catfish with extracellular products of *Aeromonas hydrophila* provides protection against infection by the pathogen. In *Fish & Shellfish Immunology*. 2014, vol. 36, p. 270-5.

Pod'akovanie

Práca bola spracovaná s podporou grantu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky VEGA 1/0067/13.

Kontaktná adresa:

Mgr. Adriána Fečkaninová,
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice,
email: Adriana.Feckaninova@student.uvlf.sk

PRIEBEH FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH ZMIEN V MÄSA FARMOVÝCH A VOĽNE ŽIJÚCICH KRÁLIKOV DIVÝCH THE COURSE OF PHYSIC-CHEMICAL CHANGES IN THE MEAT OF FARMED AND WILD RABBITS

Ján Mačanga, Beáta Koréneková, Martina Brenesselová, Slavomír Marcinčák, Jozef Nagy

Abstract: The aim of our study was monitoring of physical-chemical changes in the meat (thigh, back and shoulder) of hunted and slaughtered wild rabbits during ripening process. We monitored concentrations of lactic acid, values of pH and the amounts of malondialdehyde as a secondary product of fat damage during 14 days of cold storage (4 °C). We found out that muscles of hunted wild rabbits compared to slaughtered farmed wild rabbit had higher concentration of lactic acid, lower pH value and significantly higher amount of malondialdehyde during monitored period. On base of these results we could allege that the way of obtaining of wild rabbits meat could affect its physical and chemical properties.

Keywords: meat; wild rabbit; lactic acid; pH; malondialdehyde

Úvod

Na výslednú kvalitu mäsa vplýva relatívne veľké množstvom faktorov, medzi ktoré môžeme zaradiť aj koncentráciu svalového glykogénu v čase zabitia. S množstvom svalového glykogénu, ktorý je odbúravajú na kyselinu mliečnu priamo koreluje hodnota pH svaloviny (Wiklund, 2009). Mäso zveri si udržuje kyslú reakciu relatívne dlhšiu dobu a zrenie prebieha pozvoľnejšie v porovnaní s mäsom jatočných zvierat. Zrecí proces zveriny vyžaduje skladovanie najmenej 7 dní pri teplote 3-4 °C. Takáto dĺžka skladovania zvyšuje výskyt nežiaducich zmien na tukoch (Watanabe et al., 1998). Rozkladné zmeny tukov sú tak ďalším faktorom, ktorý znižuje kvalitu a prijateľnosť mäsa zveri. Zverina v porovnaní s mäsom hospodárskych zvierat obsahuje relatívne veľké množstvo polynenasýtených mastných kyselín, ktoré podliehajú oxidácií rýchlejšie, preto je potrebné jej uskladneniu venovať väčšiu pozornosť (Renerre, 2000).

Vzhľadom k tomu, že farmové a voľne žijúce králiky divé žijú v rôznych podmienkach a mäso z nich sa získava odlišným spôsobom, našim cieľom bolo zistiť či táto skutočnosť má vplyv na fyzikálno-chemické ukazovatele kvality mäsa, ako sú hodnota pH, koncentrácia kyseliny mliečnej a oxidačné zmeny tukov.

Materiál a metodika

Na účely experimentu bolo použitých 36 ks králikov divých (*Oryctolagus cuniculus*). Polovica jedincov bola ulovená vo voľnej prírode počas spoločnej poľovačky s nadhánkou a druhá polovica pochádzala z farmového chovu. Farmové králiky boli po omráčení zabité vykvrvením. Po vypitvaní boli tela králikov skladované v koži pri teplote 4 °C po dobu 14 dní. Vzorky svaloviny (stehenná, lopatková a chrbtová) sa postupne odoberali a analyzovali do 24 hodín od získania a následne na 7. a na 14. deň skladovania.

Hodnota pH sa merala potenciometricky (pH-meter - InoLab WTW 720) vo vodnom extrakte. Koncentrácia kyseliny mliečnej bola sledovaná izotachoforetickou analýzou s použitím Elektroforetického analyzátoru EA102 (Villa Labeco, SR) s vodivostným detektorom podľa Mačangu et al. (2011). Ako vodiaci elektrolyt bol použitý roztok: 10 mM HCL, β -alanín a 0,1% mHEC a zakončujúci elektrolyt roztok: 5 mM kyselina kaprónová a 5 mM trishydroxymetylaminometán. Výsledky z elektroforetickej analýzy boli vyhodnotené v programe ITPPpro 32. Rozkladné zmeny tukov boli sledované prostredníctvom stanovenia tiobarbiturového čísla (TBA) spektrofotometricky na UV-spektrofotometri Helios γ v 4.6 (Thermospectronic, Veľká Británia) podľa Marcinčáka a kol. (2006). TBA sa vyjadriť ako množstvo malondialdehydu vo vzorkách svaloviny. Dosiahnuté výsledky boli štatisticky

analyzované v programe Graph Pad Prism 3.0 použitím Studentovho *t*-testu a jednocestného ANOVA testu.

Výsledky a diskusia

Výsledky dosiahnuté v tejto práci naznačujú, že priebeh zrecieho procesu svaloviny králikov divých závisí okrem iného aj od spôsobu chovu a teda aj od spôsobu jej získania (ulovenie / zabitie vykrvením). Výrazné rozdiely boli pozorované ako v dynamike tak aj v individuálnych hodnotách koncentrácií kyseliny mliečnej a hodnotách pH (Tab. 1). Koncentrácie kyseliny mliečnej namerané počas zrecieho procesu vo svalovine ulovených králikov divých boli v porovnaní s hodnotami nameranými vo svalovine farmových, zabitých králikov vyššie počas celej doby sledovania.

Odbúranie svalového glykogénu pred zabitím / ulovením malo vplyv na množstvo kyseliny mliečnej nielen na začiatku zrecieho procesu, ale aj počas ďalšieho priebehu. Svalovina ulovených králikov divých mala v dôsledku spoločnej poľovačky s nadhánkou pravdepodobne vyššie energetické nároky, než svalovina farmových králikov, preto sa v nej pred zabitím odbúrало väčšie množstvo glykogénu. Zásoby glykogénu po ulovení boli pravdepodobne nízke, preto koncentrácia kyseliny mliečnej počas zrenia u voľne žijúcich králikov iba klesala. Na strane druhej, svalovina farmových, zabitých králikov mohla ešte obsahovať o niečo vyššie množstvo glykogénu, preto počas prvých dní zrenia sa koncentrácia kyseliny mliečnej zvyšovala a klesala až po siedmom dni zrenia.

Je všeobecne známe, že množstvo kyseliny mliečnej ovplyvňuje hodnotu pH svaloviny. Ako poukazuje tabuľka 1, hodnoty pH svaloviny farmových králikov divých boli v priebehu zrenia vyššie v porovnaní s hodnotami nameranými vo svalovine ulovených králikov.

Tabuľka 1. Porovnanie koncentrácie kyseliny mliečnej a hodnoty pH vo svalovinách zabitých, farmových a ulovených, voľne žijúcich králikov divých.

Sledovaný parameter	Skupina králikov	Deň pokusu		
		1. deň	7. deň	14. deň
Stehenná svalovina				
Kys. mliečna (g.100g ⁻¹)	A	0,91 ± 0,15 ^{a,b; 2}	1,10 ± 0,20 ^a	0,78 ± 0,13 ^b
	B	1,56 ± 0,19 ^{a; 1}	1,22 ± 0,27 ^b	0,93 ± 0,11 ^b
pH	A	6,69 ± 0,03 ^{a; 1}	6,23 ± 0,25 ^{b; 1}	6,53 ± 0,16 ^{a,b}
	B	5,80 ± 0,03 ^{b; 2}	5,81 ± 0,16 ^{a,b; 2}	5,97 ± 0,04 ^a
Chrbtová svalovina				
Kys. mliečna (g.100g ⁻¹)	A	0,89 ± 0,17 ^{b; 2}	1,23 ± 0,17 ^a	0,83 ± 0,09 ^b
	B	1,69 ± 0,15 ¹	1,49 ± 0,14	1,26 ± 0,42
pH	A	6,55 ± 0,38 ¹	6,04 ± 0,32	6,39 ± 0,10 ¹
	B	5,64 ± 0,07 ^{b; 2}	5,74 ± 0,11 ^{a,b}	5,82 ± 0,05 ^{a; 2}
Lopatková svalovina				
Kys. mliečna (g.100g ⁻¹)	A	0,72 ± 0,15 ^{b; 2}	1,20 ± 0,17 ^a	0,74 ± 0,18 ^b
	B	1,23 ± 0,15 ^{a; 1}	1,23 ± 0,24 ^a	0,87 ± 0,18 ^b
pH	A	6,79 ± 0,05 ^{a; 1}	6,35 ± 0,21 ^{b; 1}	6,58 ± 0,11 ^b
	B	5,89 ± 0,06 ^{b; 2}	6,05 ± 0,08 ^{a; 2}	6,19 ± 0,11 ^a

Hodnoty v riadkoch s odlišným označením (a, b) a hodnoty v stĺpcoch s odlišným označením (1, 2) sú štatisticky rozdielne (*p* < 0,05). Skupina A - farmové, zabité vykrvením; skupina B – ulovené, voľne žijúce.

Množstvo kyseliny mliečnej vo svalovinách ovplyvnilo aj dynamiku pH hodnôt počas skladovania. U farmových králikov hodnota pH u všetkých monitorovaných svalovín počas prvých siedmich dní klesala a následne na 14. deň bol zaznamenaný vzostup hodnôt tohto ukazovateľa. Iný priebeh bol zaznamenaný vo svalovinách voľne žijúcich králikov, kde sme počas celej doby skladovania pozorovali len nárast hodnôt pH.

O vplyve lovu na hodnotu pH mäsa pojednávajú vo svojej práci aj Bateson a Bradshaw (1997). Poukazujú na to, že hodnota pH svaloviny nameraná 24 hodín po zabití bola vyššia u jedincov, ktoré boli lovené. Hodnoty pH svaloviny nelovených zvierat boli po 24 hodinách nižšie, pretože zásoby glykogénu neboli vyčerpané a mohli sa po zabití konvertovať na kyselinu mliečnu.

Ako vidieť v tabuľke 2, hodnoty TBA čísla namerané v jednotlivých svalovinách voľne žijúcich, ulovených králikov divých boli v porovnaní s hodnotami zaznamenanými vo svalovinách farmových králikov štatisticky významne vyššie od prvého dňa až po záver pokusu. Tieto výrazné rozdiely môžu byť spôsobené hneď niekoľkými faktormi. Za prvé je to obsah krvi vo svalovine. Vykrvenie u ulovených králikov je nedostatočné a tak majú vo svalovine vyšší podiel krvi (hemoglobínu), než králiky zabité vykrvéním. Hemoglobín ako zdroj železa s vysokou molekulovou hmotnosťou môže priamo katalyzovať oxidáciu tukov (Decker et al., 1993; Monahan et al., 1993). O vplyve zvyškového hemoglobínu na oxidáciu tukov vo svalovine pojednávajú vo svojej práci aj Alvarado et al. (2007).

Tabuľka 2. Hodnoty TBA čísla, vyjadrené ako množstvo malondialdehydu (mg.kg^{-1}) vo svalovinách zabitých, farmových a ulovených, voľne žijúcich králikov divých.

Svalovina	Skupina králikov	Deň pokusu		
		1. deň	7. deň	14. deň
Stehno	A	$0,14 \pm 0,01$ ^{b; 2}	$0,34 \pm 0,07$ ^{a; 2}	$0,37 \pm 0,07$ ^{a; 2}
	B	$0,34 \pm 0,19$ ^{b; 1}	$0,54 \pm 0,18$ ^{b; 1}	$1,84 \pm 1,03$ ^{a; 1}
Chrbát	A	$0,15 \pm 0,02$ ^{b; 2}	$0,29 \pm 0,07$ ^{a; 2}	$0,32 \pm 0,08$ ^{a; 2}
	B	$0,44 \pm 0,13$ ^{c; 1}	$1,28 \pm 0,26$ ^{b; 1}	$2,17 \pm 0,59$ ^{a; 1}
Lopatka	A	$0,23 \pm 0,05$ ^{b; 1}	$0,50 \pm 0,21$ ^{ab; 2}	$0,66 \pm 0,16$ ^{a; 2}
	B	$0,51 \pm 0,13$ ^{b; 2}	$1,41 \pm 0,98$ ^{ab; 1}	$2,09 \pm 1,07$ ^{a; 1}

Hodnoty v riadkoch s odlišným označením (a, b, c) a hodnoty v stĺpcoch s odlišným označením (1, 2) sú štatisticky rozdielne ($p < 0,05$). Skupina A - farmové, zabité vykrvéním; skupina B – ulovené, voľne žijúce.

Ďalším možným dôvodom prečo sa produkty rozkladu tukov vo svalovine voľne žijúcich králikov tvorili intenzívnejšie, je prítomnosť strelnej rany a streliva. Ulovené králiky boli zasiahnuté predovšetkým do oblasti lopatky a v niekoľkých prípadoch bola zasiahnutá aj oblasť chrbta. Prítomnosť streliva vo svalovine mohla urýchliť oxidáciu tukov. Taktiež v mieste porušenia integrity kože a svalov bola pravdepodobnosť vplyvu mikrobiálnej kontaminácie a atmosférického kyslíka na degradáciu tukov vyššia.

Tieto výsledky mohli byť ovplyvnené aj obsahom tuku vo svalovine králikov, respektíve jeho zložením. Obsah tuku je vyšší vo svalovine farmových králikov, ale je potrebné brať do úvahy aj obsah PNMK, ktorý je naopak vyšší vo svalovine králikov voľne žijúcich (Cavani et al., 2004). Nakoľko tieto MK podliehajú rozkladným zmenám rýchlejšie a výraznejšie (Echarte et al., 2001), mohol aj tento faktor ovplyvniť dosiahnuté výsledky.

Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že priebeh fyzikálno-chemických ukazovateľov kvality mäsa králikov divých závisí aj od spôsobu chovu a teda aj od spôsobu získania mäsa. Z pohľadu skladovateľnosti, pokiaľ berieme do úvahy koncentráciu kyseliny mliečnej a hodnotu pH, ktorá ovplyvňuje aj rozvoj mikroorganizmov, sa zdá byť vhodnejšie získavať králičie mäso z voľne žijúcich zvierat. Na druhej strane, z pohľadu výsledkov týkajúcich sa oxidačných zmien tukov, sa zdá byť pri našich podmienkach skladovania prijateľnejšie mäso z farmových králikov.

Literatúra

- ALVARADO, C. Z. et al.: The effect of blood removal on oxidation and shelf life of broiler breast meat. *Poultry Science*, 2007, vol. 86, no. 1, p. 156-161.
- BATESON, P. - BRADSHAW, E. L.: Physiological effects of hunting red deer (*Cervus elaphus*). In *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences*, 1997, vol. 264, no. 1389, p. 1707-1714.
- CAVANI, C. et al.: Influence of open-air rearing on fatty acid composition and sensory properties of rabbit meat. *World Rabbit Science*, 2004, vol. 12, no. 4, p. 247-258.
- DECKER, E.A. et al.: Catalysis of Lipid Oxidation by Iron Originating from an Insoluble Fraction of Beef Diaphragm Muscle. *Journal of Food Science*, 1993, vol. 58, p. 233-236.
- ECHARTE, M. - ZULET, M. A. - ASTIASARANAS, I.: Oxidation process affecting fatty acids and cholesterol in fried and roasted salmon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, vol. 49, no. 11, p. 5662-5667.
- MAČANGA, J. et al.: Post-mortem changes in the concentration of lactic acid, phosphates and pH in the muscles of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) according to the perimortal situation. *Meat Science*, 2011, 88, 701-704.
- MARCINČÁK, S. a kol.: Stanovenie malondialdehydu v bravčovom mäse s použitím extrakcie na tuhej fáze a HPLC. *Chemické listy*, 2006, roč. 100, č. 7, s. 528-532.
- MONAHAN, F.J. et al.: Catalysis of lipid oxidation in muscle model systems by haem and inorganic iron. *Meat Science*, 1993, vol. 34, no. 1, p. 95-106.
- RENERRE, M.: Biochemical basis of fresh meat colour. In *Proceedings of the 45th international conference of meat science and technology*, Yokohama, Japan, 1999, 344-353.
- WATANABE, A. et al.: Offflavour and lipid oxidation in raw venison during storage. *Animal Science and Technology*, 1998, 69(5), 489-492.
- WIKLUND, E.: Muscle biological and biochemical ramifications of farmed game husbandry with focus on deer and reindeer. In: *Proceedings of the International Conference Game Meat Hygiene in Focus*. Brno, 2009, p. 21-23.

Pod'akovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené projektom KEGA 001UVLF-4/2013.

Kontaktná adresa:

MVDr. Ján Mačanga, PhD.,
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny a technológie potravín; Ústav
hygieny a technológie mäsa, Komenského 73, 04181 Košice,
e-mail: jan.macanga@uvlf.sk

FERMENTOVANÉ KRMIVO VO VÝŽIVE BROJLEROV, VPLYV NA RASTOVÉ PARAMETRE A JATOČNÚ VÝŤAŽNOSŤ THE FERMENTED FEED IN BROILERS NUTRITION, THE EFFECT ON GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS YIELD

**Marcinčák Slavomír, Čertík Milan, Popelka Peter, Marcinčáková Dana, Mačanga Ján,
Bača Martin, Kovalík Pavol, Klempová Tatiana**

Abstract: The aim of the work was monitoring of the effect of feeding with fermented feed (produced by lower filamentous fungi fermentation on waste produced in food industry) in dose 10 %, on growth performance and carcass yield. Broilers were compared to control group fed with standard diet. Fattening lasted 39 days. There were better results in feed conversion ratio and carcass yield ($P > 0.05$) in trial group of chicken. Slightly higher final body weight (2539; 2519 g) was monitored in control group. The breast and thighs yield was not affected by feeding with 10 % addition of fermented feed. The values of the growing parameters were similar and carcass yield was higher in comparison to control group of broilers.

Key words: fermented feed, carcass yield, fattening, broilers

Úvod

Moderná intenzívna produkcia hydiny dosahuje zisky aj vďaka efektívnej a ekonomickej výrobe vysoko kvalitného a bezpečného hydínového mäsa a vajec. Použitie doplnkových látok je dôležitou súčasťou dosiahnutia tohto úspechu. Alternatívna produkcia polynenasýtených mastných kyselín a kŕmnych aditív sa zakladá na polosuchých kultiváciách (SSF - solid state fermentation) vláknitých húb (*Zygomycetes*) (Čertík a Adamechová, 2009). Atraktivnosť týchto kultivácií spočíva vo využívaní ľahko dostupných substrátov na báze odpadových produktov poľnohospodárskych a priemyselných výrob (cereálie a ich otruby, jablčné výlisky, mláto a podobne). Ďalšou z výhod je eliminácia antinutričných zložiek a čiastočná hydrolýza biopolymérov, čo môže vplývať na produkčné parametre pri výkrme hydiny. Významný vplyv na zlepšenie produkčných parametrov výkrmových zvierat môže mať aj skutočnosť, že fermentované produkty sú bohaté na bielkoviny, stopové prvky, vitamíny, antioxidanty atď. (Čertík a Shimizu, 1999).

Cieľom našej práce bolo sledovať účinok podávania fermentovaného krmiva v dávke 10 % (nahradením komerčnej kŕmnej zmesi) na rastové parametre a jatočnú výťažnosť brojlerových kurčiat.

Materiál a metodika

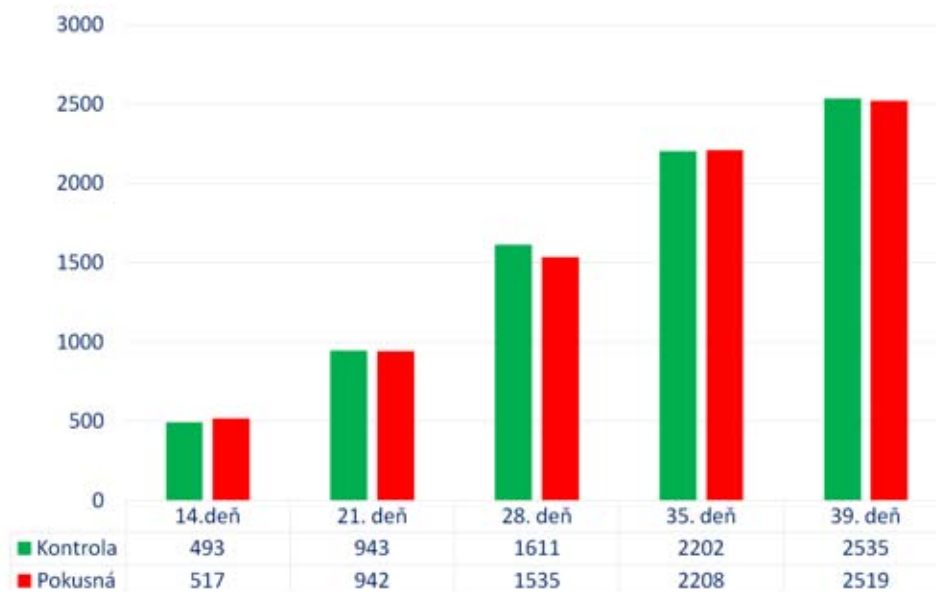
Do pokusu bolo zaradených 80 ks jednodňových brojlerových kurčiat hybridu COBB 500 rozdelených do dvoch skupín po 40 ks. Prvá skupina (K) bola kŕmená komerčnými kŕmnymi zmesami (KKZ) Br1, Br2, Br3 a Br4 (DeHeus, ČR). Kurčatá pokusnej skupiny (GLA) boli kŕmené KKZ Br1, Br2, Br3 a Br4 (DeHeus, ČR) s prídavkom 10 % fermentovaného krmiva s vyšším podielom kyseliny gama-linolénovej (vyprodukované fermentáciou nižšej vláknitej huby *Cunninghamella echinulata* na pšeničných otrubách). O množstvo fermentovaného krmiva bola každý deň znížená dávka KKZ v pokusnej skupine. Počas výkrmu (39 dní) mali kurčatá prístup ku krmivu a k vode *ad libitum*. Priebežne sa sledoval zdravotný stav, spotreba krmiva a hmotnosť kurčiat. Na 39. deň boli kurčatá po omráčení usmrtené, vykŕvené a jatočne opracované.

Na stanovenie výťažnosti kurčiat boli telá zvážené pred zabitím a po jatočnom opracovaní. Jatočnú výťažnosť sme stanovili ako podiel hmotnosti tela kurčiat po jatočnom opracovaní a hmotnosti pred zabitím. Na stanovenie podielu prsnej svaloviny a stehna k celkovej hmotnosti tela, boli tieto časti oddelené od tela a následne zvážené. Podiel prsnej svaloviny a stehna k jatočne opracovanému telu bol vypočítaný ako podiel hmotnosti jednotlivých partií a hmotnosti tela po jatočnom opracovaní.

Štatistické spracovanie výsledkov bolo vykonané štatistickým programom Graph Pad Prism 5.0 (2007).

Výsledky a diskusia

Výsledky hmotnosti kurčiat počas celej doby výkrmu sú uvedené na obr. 1. Prídavok fermentovaného krmiva v dávke 10 % mal minimálny vplyv na rast kurčiat ($P > 0.05$). Priemerná hmotnosť pokusnej skupiny v porovnaní s kontrolou poklesla o 16 g. Priemerná spotreba na 1 kurča počas výkrmu bola u kontroly 4020 g a u pokusnej skupiny 3968 g. Výsledná konverzia krmiva tak bola u pokusnej skupiny mierne nižšia ako u kontroly (tab. 1).



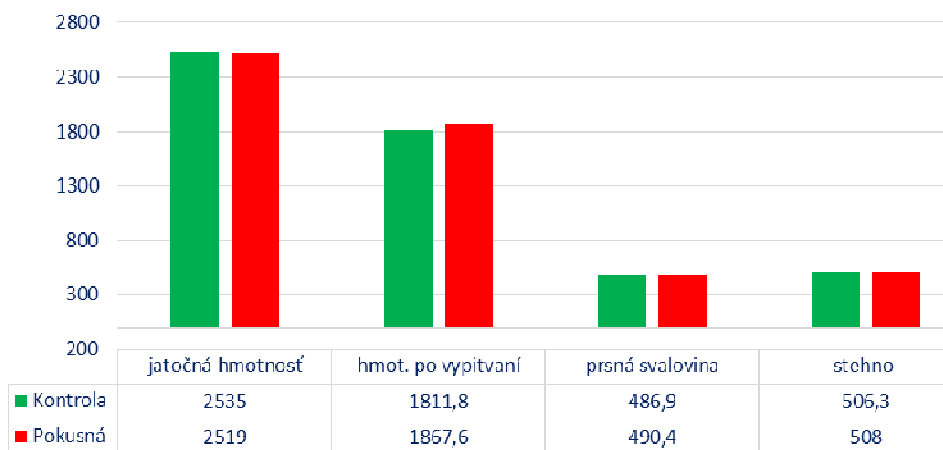
Obr.1. Výsledky vplyvu krmiva na hmotnosť kurčiat počas výkrmu (g).

Pomocou fermentácie na tuhom substráte a vhodného druhu vláknitých húb bolo vytvorené plnohodnotné krmné aditívum, a to len za využitia odpadových materiálov poľnohospodárskej výroby (otruby). Prefermentovaný materiál s vyšším obsahom vlákniny a esenciálnych polynenasýtených mastných kyselín výrazne ovplyvnil aj zloženie živín a následne stráviteľnosť. Stráviteľnosť fermentovaného krmiva je zvýšená vďaka produkcii fungálnych enzýmov, ktoré sú potrebné k hydrolýze zdrojov viazaných v biopolyméroch substrátu.

Tabuľka č. 1 Výsledky vplyvu fermentovaného krmiva na konverziu krmiva.

Obdobie	1. týž.	2. týž.	3. týž.	4. týž.	5. týž.	Celková konverzia
Kontrola	1,28	1,54	1,39	2,06	1,76	1,62
Pokusná	1,27	1,51	1,61	1,88	1,78	1,61

Hýfy vláknitých húb počas fermentácie prenikajú rýchlo do substrátu (pšeničné otruby), výsledkom čoho je efektívna premena substrátu na bioprodukt (Bača, 2014). Výsledky jatočných parametrov (obr. 2.) potvrdzujú vysokú využiteľnosť zložiek fermentovaného krmiva. Hmotnosť tela po vypitvaní, hmotnosť prsnej ako aj stehnovej svaloviny bola u pokusnej skupiny vyššia ako u kontroly ($P > 0,05$). Náhrada KKZ 10 % fermentovaného krmiva nemala vplyv na rastové a zlepšila jatočné parametre produkovanej hydiny.



Obr.2. Jatočné parametre vyprodukovaných brojlerových kurčiat (g).

Záver

Výsledky nášho experimentu potvrdzujú vysokú efektívnosť podávania fermentovaného krmiva broilerovým kurčatám. Náhrada 10 % komerčnej krmnej zmesi fermentovaným krmivom mala za následok zníženie spotreby a aj konverzie krmiva. Taktiež sme zaznamenali zlepšenie produkčných ukazovateľov a dosiahnutie parametrov porovnateľných s kontrolnou skupinou kŕmenou samotnou komerčnou krmnou zmesou bez prídavku fermentovaného krmiva.

Literatúra

- ČERTÍK, M., ADAMECHOVÁ, Z. Cereal-based bioproducts containing polyunsaturated fatty acids. In *Lipid Technology*. ISSN 1863-5377, 2009, vol. 21, p. 250–253.
- ČERTÍK, M., SHIMIZU, S. Biosynthesis and regulation of microbial polyunsaturated fatty acid production - a review. In *J. bioscience and bioengineering*. ISSN: 1389-1723, 1999a, vol. 87, no. 1, p. 1-14.
- BAČA, M., MARCINČÁK, S., ČERTÍK, M., POPELKA, P., MARCINČÁKOVÁ, D., GUOTHOVÁ, L., MOLNÁR, L., KLEMPOVÁ, T., MASKALOVÁ, I.: Effect of adding prefermented cereal product containing gamma-linolenic acid to broiler feed on production indicators and fatty acid profile of chicken breast. In: ACTA VET. BRNO, 2014, 4, 379 – 384.

Pod'akovanie

Realizácia experimentu bola finančne podporená grantom VEGA č. 1/0457/14 a APVV-0662-11.

Kontaktné adresy:

doc. MVDr. Slavomír Marcinčák, PhD.

Štátny veterinárny a potravinový ústav, Dolný Kubín a Katedra hygieny a technológie potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 04181 Košice,
e-mail: slavomir.marcincak@uvlf.sk

doc. Ing. Milan Čertík, PhD. a Ing. Tatiana Klempová, PhD.

Oddelenie biochemickej technológie, FCHPT STU, Bratislava,

doc. MVDr. Peter Popelka, PhD., MVDr. Ján Mačanga, PhD. a MVDr. Pavol Kovalík

Katedra hygieny a technológie potravín, UVLF v Košiciach,

MVDr. Dana Marcinčáková, PhD.

Katedra farmakológie a toxikológie, UVLF Košice,

MVDr. Martin Bača, PhD.

Regionálna veterinárna a potravinová správa, Púchov

VPLYV HUMÍNOVÝCH KYSELÍN NA RASTOVÉ PARAMETRE A JATOČNÚ VÝŤAŽNOSŤ BROILEROVÝCH KURČIAT EFFECT OF HUMIC ACIDS ON GROWING PARAMETERS AND CARCASS YIELD OF BROILERS CHICKENS

*Marcinčáková Dana, Mačanga Ján, Marcinčák Slavomír, Nagy Jozef, Bača Martin,
Popelka Peter, Mellen Martin*

Abstract: The aim of the work was to confirm effect of addition of product HUMAC Natur (humic acid source) to broiler feed during 39 days of fattening on final body weight, carcass yield and percentage of carcasses. The broilers were feed with commercial diets. In the experimental group the humic acid (in 0.6 % concentration) was added to the feed. The average body weight in this group was lower (2508 g) on the 39th day of fattening in comparison to control (2535 g). The addition of 0,6 % concentration of humic product to feed had positive impact on carcass yield and carcass body weight. The average weight of breast and thighs was higher in trial group in comparison to control group without humic acid addition.

Keywords: broiler fattening, carcas yield, humic acid, meat quality

Úvod

Humínové kyseliny sú v prírode všadeprítomné, nakoľko sú súčasťou humusu v pôde (Stevenson, 1994). Vysoký výskyt je v rašeline, lignite, hnedom uhlí ale najmä v oxihumolite, kde je obsah 60 - 80 % (Vaško a i. 2007). Tieto prírodné látky vznikajú biologickým a chemickým rozkladom prevažne rastlinnej biomasy a syntetickou činnosťou mikroorganizmov (Demeterová, 2006). V porovnaní s inými molekulami majú humínové kyseliny niektoré významné fyzikálno-chemické vlastnosti. Vytvárajú s kovmi a rôznymi kationmi komplexné zlúčeniny. V porovnaní s anorganickými adsorbentmi (zeolity) je táto schopnosť 7-10 krát vyššia (Vaško a i. 2007). Vzhľadom na veľký špecifický povrch sú veľmi dobrými adsorbentmi rôznych látok, čo u živočíchov môže eliminovať alebo zmierniť toxické účinky endogénnych a exogénnych toxínov (Demeterová a Mariščáková, 2006). Patria medzi ionomeniče redukívneho charakteru. Z uvedeného dôvodu môžu hrať dôležitú úlohu pri uvoľňovaní alebo viazaní rôznych iónov, resp. úprave pH.

V živočíšnej výrobe prídavok humínových kyselín do krmiva môže pozitívne ovplyvňovať všetky produkčné parametre. Zvyšujú denné prírastky, znižujú spotrebu krmiva a konverziu krmiva, zvyšujú jatočnú výťažnosť a výrazne znižujú úhyn (Kocabagli et al., 2002; Kucukersan et al., 2005; Celik et al., 2008).

Cieľom práce bolo v experimentálnych podmienkach sledovať účinok skrmovania humínových kyselín (v prípravku Humac Natur) na rastové parametre, finálnu hmotnosť brojlerových kurčiat, výťažnosť a podiel jednotlivých partií jatočne opracovaného tela (JOT).

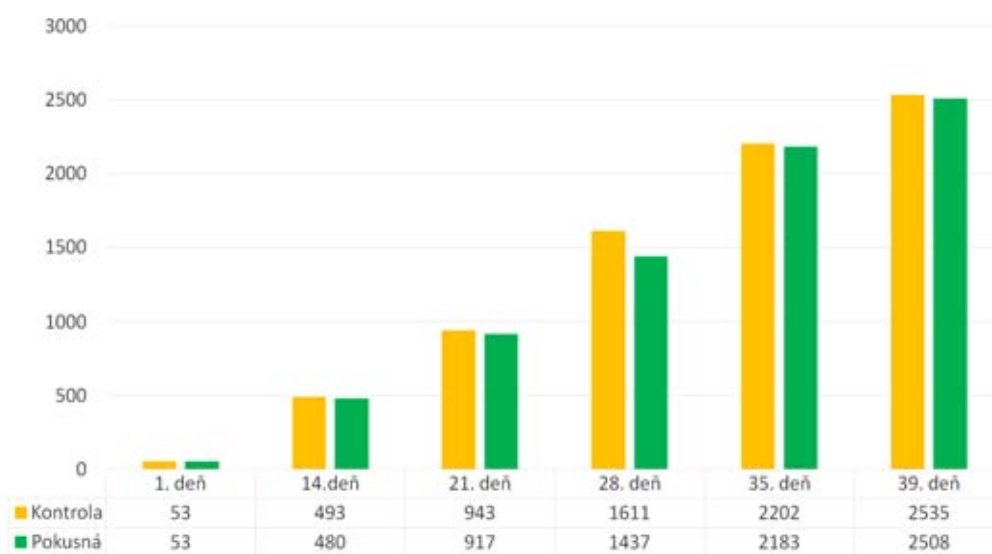
Materiál a metodika

V pokuse bolo použitých 80 ks brojlerových kurčiat hybridu COBB 500, rozdelených do dvoch skupín: 1. skupina (kontrola) - 40 ks kurčiat kŕmených štandardnými kŕmnymi zmesami (KZ) bez prídavku humínových kyselín. 2. skupina (pokusná) - 40 ks kurčiat kŕmených štandardnými KZ s prídavkom 0,6 % prípravku HUMAC Natur (Humac s.r.o., Košice) ako zdroj humínových kyselín (min. 62 % v sušine) od prvého dňa výkrmu do krmiva. Prístup k vode a krmivu mali kurčatá *ad libitum*. Priebežne bol sledovaný zdravotný stav, spotreba krmiva a hmotnosť kurčiat. Na 39. deň výkrmu boli kurčatá jatočne opracované. Bola sledovaná finálna hmotnosť kurčiat a výťažnosť jatočne opracovaných tiel (bez vnútorných orgánov). Z každej skupiny bolo odobratých 20 kusov jatočne opracovaných tiel, ktoré boli vykostené a jednotlivé časti zvážené. Následne bol vypočítaný podiel prsnej svaloviny a stehien (nevykostených). Podiel jednotlivých častí bol prepočítaný na hmotnosť

jatočne opracovaného tela. Štatistické spracovanie výsledkov bolo vykonané štatistickým programom Graph Pad Prism 5.0 (2007). Výsledky sú vyjadrené ako aritmetický priemer ($\bar{x}$) a štandardná odchýlka ($\pm$ SD). Jednotlivé výsledky medzi skupinami boli navzájom štatisticky porovnané t-testom, pričom $P < 0,05$ bolo považované ako štatisticky významný rozdiel.

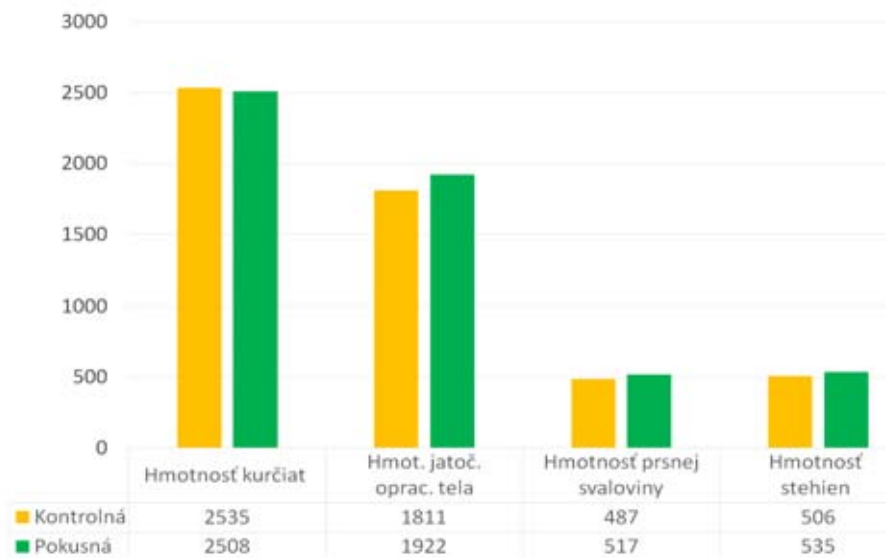
Výsledky a diskusia

Výsledky vplyvu pridávania humínových kyselín (0,6 % formou prípravku Humac Natur) sú uvedené na obr. 1. Počas celej doby výkrmu dosahovali kurčatá pokusnej skupiny nižšiu priemernú hmotnosť v porovnaní s kontrolou ($P > 0,05$). Avšak rozdiely boli iba minimálne. Konverzia krmiva bola u oboch skupín 1,62 pri priemernej spotrebe krmiva 4002 g (pokusná skupina) resp. 4021 g (kontrola). Celik et al. (2008) uvádzajú po skrmovaní humínových kyselín v 0,25 % koncentrácii zvýšenie finálnej hmotnosti kurčiat ako aj vyššiu výťažnosť jatočne opracovaného tela kurčiat



Obr. 1. Vplyv pridávania prípravku Humac na hmotnosť kurčiat počas výkrmu (g).

Výsledky jatočnej výťažnosti brojlerových kurčiat a podiel jednotlivých partií sú uvedené na obr. 2.



Obr. 2. Percentuálna výťažnosť tela kurčiat a jednotlivých partií.

V pokusnej skupine bola zaznamenaná vyššia jatočná hmotnosť (+ 111 g) a výťažnosť kurčiat (+ 5,2 %), ako aj hmotnosť prsnej svaloviny (+ 30 g) a stehien (+ 29 g) v porovnaní s kontrolnou skupinou. Kocabagli et al., (2002) uvádzajú po skrmovaní 0,25 % vyššiu percentuálnu výťažnosť kurčiat v porovnaní s kontrolou ($P > 0,05$). Kurčatá po skrmovaní prípravku Humac Natur aj napriek mierne nižšej finálnej hmotnosti kurčiat, dosiahli štatisticky významne vyššiu hmotnosť jatočne opracovaných tiel, čo sa prejavilo aj vyššou priemernou hmotnosťou prsnej svaloviny, ako aj stehien.

Záver

Prídavok humínových kyselín do krmiva má pozitívny vplyv na produkciu hydinového mäsa, v našom experimente bola dosiahnutá vyššia jatočná hmotnosť a výťažnosť kurčiat, pri nižšej spotrebe a rovnakej konverzii krmiva.

Literatúra

- CELIK, K., - UZATICI, A. - AKIN A.E.: Effects of dietary humic acid and *Saccharomyces cerevisiae* on performance and biochemical parameters of broiler chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2008, 3, 344 – 350.
- DEMETEROVÁ M.: Vplyv použitia humínových látok na rast a využitie živín u brojlerových kurčiat, *Proceedings, 15th Scientific Symposium with international participation on ecology in selected agglomerations of Jelšava, Lubeník and Central Spiš*, Hrádok, 2006, 91 – 94.
- DEMETEROVÁ M. - MARIŠČÁKOVÁ R.: Vplyv prídavku probiotika a humínových látok na niektoré produkčné a metabolické ukazovatele u brojlerových kurčiat, CD nosič z medzinárodnej vedeckej konferencie „Dni výživy a veterinárnej dietetiky VII“, Košice, 2006, 198 – 201.
- KOCABAGLI, N. et al.: The effects of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. *Poultry Science*, 2002, 81, 227 – 230.
- KUCUKERSAN, S. et al.: The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. *Vet. Med. – Czech*, 2005, 50, 406 – 410.
- STEVENSON, F.J.: Humus chemistry. Genesis, composition, reactions. 2nd Edn., *Wiley Interscience*, New York, 1994.
- VAŠKO, L. – SZANYI, G. – JENÍKOVÁ, J.: Vplyv humínových kyselín na výrobu krmív, zdravie a úžitkovosť zvierat, *Status Veterinarius*, 2007, 5, 1, 9 – 11.

Pod'akovanie

Realizácia experimentu bola finančne podporená grantom VEGA č. 1/0457/14

Kontaktná adresa:

MVDr. Dana Marcinčáková, PhD.,
Katedra farmakológie a toxikológie, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 04181 Košice,
e.mail: dana.marcincakova@uvlf.sk

STANOVENIE PRÍTOMNOSTI REZÍDUÍ ANTIBIOTÍK V TKANIVÁCH BROJLEROVÝCH KURČIAT S POUŽITÍM TROCH MIKROBIÁLNYCH INHIBIČNÝCH TESTOV DETERMINATION OF THE PRESENCE OF ANTIBIOTIC RESIDUES IN BROILER CHICKENS TISSUES USING THREE MICROBIAL INHIBITION TESTS

Poláková Zuzana, Kožárová Ivona, Turek Peter

Abstract: The detection of antibiotic residues in foodstuffs of animal origin is an important aspect in the production of safe food. In the years 2012 - 2014 was carried out the screening of the presence of antibiotic residues in poultry meat and organs. There were used the STAR method, PREMI®Test and one alternative to currently used microbial inhibition test - Total Antibiotics. Investigated samples were obtained from commercial network and from slaughterhouses. Using PREMI®Test we obtained a positive result in two cases, and with Total Antibiotics and STAR method we obtained a positive or dubious result in large amounts of investigated samples.

Keywords: residues; screening methods; STAR; Premi®Test; Total Antibiotics

Úvod

Používanie antibiotík u zvierat určených na produkciu potravín predstavuje riziko výskytu ich rezíduí v potravinách živočíšneho pôvodu, čo môže mať negatívny účinok na zdravie konzumentov. Z dôvodu zvyšujúceho sa záujmu konzumentov o bezpečné potraviny je potrebné venovať ich prítomnosti v potravinách mimoriadnu pozornosť (Babapour et al., 2012).

Na detekciu rezíduí antimikrobiálnych látok v potravinách živočíšneho pôvodu boli vyvinuté rôzne metódy stanovenia. Tieto metódy určené na stanovenie prítomnosti rezíduí veterinárnych liečiv v potravinách určených na ľudskú spotrebu sú založené na mikrobiologických, chemických a fyzikálno-chemických princípoch.

Prvý krok detekcie rezíduí antibiotík vo všeobecnosti spočíva v skríningu. Toto stanovenie sa väčšinou vykonáva mikrobiologickými metódami, ktoré sú založené na rôznej citlivosti baktérií k rôznym antibiotikám. Druhý krok zahŕňa konfirmačnú analýzu (Gaudin et al., 2004).

Rozhodnutie Komisie 2002/657/ES jasne rozlišuje skríningové a konfirmačné metódy. Skríningové metódy môžu zachytávať prítomnosť látok alebo skupiny látok v hladinách záujmu a väčšinou zahŕňajú bioanalýzy, zatiaľ čo konfirmačné metódy poskytujú kompletné doplnujúce informácie umožňujúce jednoznačnú identifikáciu, ale aj kvantifikáciu látok (Blasco et al., 2007).

Základnými skríningovými metódami na monitoring prítomnosti rezíduí veterinárnych liečiv v potravinách živočíšneho pôvodu sú mikrobiologické metódy, medzi ktoré sa zaraďujú mikrobiálne inhibičné testy (MIT). MIT sú najdlhšie používané skríningové metódy na stanovenie rezíduí antibiotík v potravinových matriciach. Sú cenovo výhodné v porovnaní s napr. imunologickými testami a sú schopné pokryť celé spektrum antibiotík v jednom teste (Pikkemaat, 2009). Princípom týchto metód je inhibícia rastu testovacieho bakteriálneho kmeňa v prítomnosti inhibujúcej látky (rezídua).

V súčasnosti sú Štátnou veterinárnou a potravinovou správou Slovenskej republiky (ŠVPS SR) na úradnú kontrolu rezíduí v hydinovom mäse a produktoch schválené len dve skríningové metódy, metóda STAR a Premi®Test. Total Antibiotics predstavuje nový testovací systém s princípom stanovenia zhodným ako u Premi®Test-u.

Metóda **STAR** je platňová skríningová metóda vyvinutá na detekciu rezíduí veterinárnych liečiv v mäse a v mlieku (CRL, Francúzsko) (Sokol a kol., 2007). Princípom

metódy je agarový difúzny test, pri ktorom sa používajú na piatich Petriho miskách s agarovým médiom testovacie kmene (*Bacillus subtilis*, *Kocuria varians*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Bacillus stearothermophilus*) s citlivosťou na aminoglykozidové, makrolidové, beta-laktámové a tetracyklínové antibiotiká, chinolóny a sulfónamidy. Na povrch testovacieho agarového média s testovacími kmeňmi sa položia pripravené vzorky. Inkubácia, pri ktorej dochádza k normálnemu rastu testovacieho kmeňa, spôsobuje zakalenie agarového média. Ak sú v skúšanej vzorke prítomné látky inhibujúce rast testovacieho kmeňa, vznikajú okolo vzorky číre zóny, ktorých veľkosť sa meria od okraja vzorky alebo disku alebo od okraja zaschnutej tkanivovej tekutiny. Vzorky sú považované za pozitívne, ak dávajú zónu inhibície vyššiu ako 2 mm na najmenej jednej z piatich Petriho misiek a/alebo zónu inhibície vyššiu ako 4 mm v prípade platne s testovacím kmeňom *Bacillus stearothermophilus* (CH 12.19., 2006).

Premi® Test (DSM Food Specialities, Holandsko) je širokospektrálny liekovkový test určený k stanoveniu prítomnosti rezíduí antibiotík v mäse, v mäsovej šťave, v mäsoových výrobkoch, orgánoch, rybách, vajciach, v moči prasiat liečených antibiotikami a mede. Poskytuje spoľahlivé výsledky už po 3 hodinách inkubácie. Princíp testu je založený na inhibícii rastu testovacieho mikroorganizmu *Bacillus stearothermophilus* a zmene zafarbenia agarového média v prípade neprítomnosti rezíduí. Metódou je možné určiť prítomnosť najdôležitejších antibiotík – beta-laktámy, cefalosporíny, makrolidy, tetracyklíny, sulfónamidy a aminoglykozidy na alebo pod ich MRL.

Vzorka sa dávkuje do liekoviek s agarovým živným médiom. Počas inkubácie dochádza k normálnemu rastu testovacieho kmeňa, čo spôsobuje zmenu farby pH indikátora. Žlté sfarbenie pevného média sa vyhodnocuje ako negatívny výsledok, fialové sfarbenie ukazuje prítomnosť antibiotík vo vyšetrovanej vzorke a žlté/fialové sfarbenie pevného média ukazuje prítomnosť antibiotík, ktorých množstvo je na úrovni detekovateľnosti tohto testu (CH 12.18., 2006).

Test **Total Antibiotics** (EuroClone S. p. A., Taliansko) je určený na rýchle stanovenie antibiotík vo vzorkách mlieka a mäsa. Má dve formy: tubovú a mikroplatničkovú. Test sa používa na stanovenie prítomnosti beta-laktámových, aminoglykozidových, tetracyklínových, makrolidových antibiotík a chloramfenikolu. Ako testovací kmeň využíva *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis*. Skúšaná vzorka sa dávkuje do liekoviek vyplnených agarovým živným médiom. V testovacích podmienkach mikrobiálny rast vedie k zmene farby média (zmena farby média z fialovej na žltú). V prítomnosti antibiotík vo vzorkách sa inhibuje rast testovacieho kmeňa a zmena farby sa nepozoruje (médiu ostáva neofarbené). Všetky možné odtiene medzi žltou a fialovou môžu byť spôsobené znížením bakteriálneho rastu v prítomnosti inhibičných látok, ako sú rezíduá antibiotík tesne pod detekčným limitom. Tieto vzorky sa považujú za suspektne pozitívne (www.biomedica.co.at).

Materiál a metodika

Skríning na prítomnosť rezíduí antibiotík bol vykonaný u vzoriek brojlerových kurčiat, ktoré boli získané v období od jari 2012 do zimy 2014. Vzorky tkanív boli zabalené a skladované pri teplote – 20 °C do analýzy. Celkovo bolo vyšetrených 83 vzoriek svaloviny a orgánov brojlerových kurčiat, ktoré pochádzali z obchodnej siete a z bitúnkov na území SR. U 23 vzoriek bol na skríning rezíduí antibiotík použitý Premi® Test a Total Antibiotics. Predbežná identifikácia rezíduí antibiotík bola vykonaná metódou STAR u 66 vzoriek.

STAR: Kultivačné médiá a testovacie kmene boli zakúpené od firiem Merck (Nemecko), Oxoid (Veľká Británia), Difco (USA) a Českej zbierky mikroorganizmov (Česká republika) a pripravené podľa postupu metódy uvedenej v Zozname úradných metód laboratórnej diagnostiky potravín a krmív (CH 12.19., 2006). Použité boli testovacie kmene s nasledovnou koncentráciou spór v kultivačnom médiu: *B. stearothermophilus* var.

calidolactis ATCC 10149 5×10^6 spór.ml⁻¹ (trimetoprim 0,005 µg.ml⁻¹), *B. subtilis* BGA 5×10^4 spór.ml⁻¹, *E. coli* ATCC 11303 10^5 spór.ml⁻¹, *K. rhizophila* ATCC 9341 5×10^4 spór.ml⁻¹ a *B. cereus* ATCC 11778 3×10^4 spór.ml⁻¹. Vzorky svaloviny a orgánov boli získané pomocou sterilného korkovrtu, následne narezané na plátky o hrúbke približne 2 mm a aplikované na povrch agaru. Takto pripravené Petriho misky boli inkubované podľa postupu definovaného metódou.

Premi[®]Test: 2 – 3 g vzorky bolo rozmrazených v mikrovlnnej rúre počas 2 minút. 100 µl získanej tkanivovej tekutiny bolo aplikovaných do liekoviek s testovacím kmeňom *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis*. Liekovky boli preinkubované a následne inkubované podľa postupu dodaného spolu s testom výrobcom.

Total Antibiotics: K 2,5 g vyšetrovaných vzoriek bolo pridaných 10 ml extrakčného roztoku pripraveného podľa návodu. Vzorky boli inkubované pri teplote 37 °C po dobu 2 hodín. K následnej analýze bolo použitých 200 µl číreho supernatantu, ktorý bol aplikovaný do liekoviek s testovacím kmeňom *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis*. Liekovky boli inkubované podľa postupu poskytnutého výrobcom spolu s testom.

Výsledky

V prípade metódy STAR bola meraná veľkosť inhibičných zón (IZ) od okraja vyšetrovanej vzorky po vonkajší okraj IZ. Za pozitívne boli považované vzorky, pri ktorých bola $IZ \geq 2$ mm a v prípade testovacieho kmeňa *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis* ATCC 10149 $IZ \geq 4$ mm. U Premi[®]Test-u a Total Antibiotics sa hodnotilo zafarbenie dolných dvoch tretín agaru. Pri negatívnej vzorke sa farba agaru zmenila z fialovej na žltú. Pri pozitívnej vzorke ostala farba agaru nezmenená. Pozitívne výsledky skríningu rezíduí s použitím Premi[®]Test-u a Total Antibiotics prezentuje Tabuľka 1.

Tabuľka 1. Pozitívne výsledky skríningu s použitím Premi[®]Test-u a Total Antibiotics.

Matrica	Premi [®] Test	Total Antibiotics
Pečeň 1	-	+
Oblička 1	-	±
Oblička 2	-	+
Svalovina 1	+	+
Svalovina 2	-	+
Svalovina 3	+	+
Svalovina 4	-	+

+ pozitívna vzorka, - negatívna vzorka, ± dubiózna vzorka

Z 23 vyšetrených vzoriek svaloviny a orgánov kurčiat boli Premi[®]Test-om získané len 2 pozitívne výsledky, zatiaľ čo testom Total Antibiotics bolo získaných 8 pozitívnych a 1 dubiózny výsledok.

V Tabuľke 2 sú prezentované veľkosti IZ nameraných na platniach s testovacím kmeňom *Bacillus subtilis* BGA, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Kocuria rhizophila* ATCC 9341 a *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis* ATCC 10149, čo predpokladá prítomnosť rezíduí beta-laktámových, makrolidových, tetracyklínových, aminoglykozidých antibiotík a sulfónamidov vo vyšetrovaných matriciach a vďaka vysokej citlivosti kmeňa *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis* ATCC 10149 aj možnú prítomnosť kokcidostatík. Pri testovacom kmeni *Escherichia coli* ATCC 11303 inhibičné zóny neboli zaznamenané ani v jednom prípade.

Z celkového počtu 66 vzoriek produkovalo IZ na testovacích platniach celkovo 19 vzoriek. Z dôvodu nami vykonaného prvotného skríningu prítomnosti rezíduí antibiotík v tkanivách, je nutné pozitívne vzorky podrobiť následnej konfirmačnej analýze.

Tabuľka 2. Veľkosti inhibičných zón IZ (mm $\pm$ SD) produkované vyšetrovanými tkanivami detegované metódou STAR.

Matrica	<i>B. subtilis</i> BGAIZ (mm $\pm$ SD)	<i>B. cereus</i> ATCC 11778IZ (mm $\pm$ SD)	<i>K. rhizophila</i> ATCC 9341IZ (mm $\pm$ SD)	<i>B. stearothersophilus</i> ATCC 10149IZ (mm $\pm$ SD)
Pečeň	-	9,17 $\pm$ 1,360	2,86 $\pm$ 0,883	5,91 $\pm$ 1,710
Oblička	2,67 $\pm$ 1,594	9,46 $\pm$ 0,926	5,99 $\pm$ 0,400	5,22 $\pm$ 0,982
Svalovina 1	2,07 $\pm$ 1,124	10,52 $\pm$ 1,791	2,59 $\pm$ 0,659	-
Svalovina 2	-	-	-	4,48 $\pm$ 1,149
Svalovina 3	-	-	-	5,07 $\pm$ 0,69
Svalovina 4	-	-	-	4,37 $\pm$ 1,31
Pečeň 2	-	-	-	9,76 $\pm$ 1,07
Pečeň 3	-	-	-	9,55 $\pm$ 1,51
Pečeň 4	-	-	-	7,72 $\pm$ 1,26
Pečeň 5	-	-	-	10,07 $\pm$ 0,98
Pečeň 6	-	-	-	11,04 $\pm$ 1,00
Oblička 1	-	-	-	9,98 $\pm$ 1,76
Oblička 2	-	-	-	7,43 $\pm$ 1,39
Oblička 3	-	-	-	8,72 $\pm$ 1,74
Oblička 4	-	-	-	9,71 $\pm$ 0,46
Oblička 5	-	-	-	7,64 $\pm$ 0,84
Oblička 6	-	-	-	8,50 $\pm$ 1,09

Záver

Skríning rezíduí antimikrobiálnych látok je z pohľadu odhalenia zdraviu škodlivých potravín veľmi dôležitý. Na základe našich výsledkov môžeme predbežne konštatovať, že rezíduí antibiotík v potravinách živočíšneho pôvodu sú vyskytujúcim sa problémom pri produkcii bezpečných potravín. K potvrdeniu našich výsledkov je však nutné vykonať následnú konfirmačnú analýzu na potvrdenie pozitivity našich vzoriek.

Literatúra

- BABAPOUR, A. - AZAMI, L. - FARTASHMEHR, J.: Overview of antibiotic residues in beef and mutton in Arbedil, North West of Iran. *World Applied Sciences Journal*, 2012, 19, 10, 1417 – 1422.
- BLASCO, C. - TORRES, C. M. - PICÓ, Y.: Progress in analysis of residual antibacterials in food. *Trends in analytica chemistry*, 2007, 26, 9, 895 – 913.
- GAUDIN, V. et al.: Validation of a microbiological method: the STAR protocol, a five-plate test, for the screening of antibiotics residues in milk. *Food additives and Contaminants*, 2004, 21, 5, 422 – 433.
- CH 12.18.: Stanovenie rezíduí inhibičných látok v mäse metódou PREMI® TEST. Úradná metóda laboratórnej diagnostiky potravín a krmív. *Vestník Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky*, ročník 38, čiastka 13, 2006, 64 - 67.
- CH 12.19.: Screeningový test na stanovenie rezíduí antibiotík s použitím piatich bakteriálnych kmeňov (STAR). *Vestník Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky*, Doplnok 1/2006, 38, 2006, 68 – 81.
- PIKKEMAAT, M. G.: Microbial screening methods for detection of antibiotic residues in slaughter animals. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2009, 395, 893 – 905.
- SOKOL, J. - ŠNIRC, J. - KOŽÁROVÁ, I.: Farmakológia – špecifické aspekty jej uplatňovania pri produkcii potravín. In: ŠNIRC, J., SOKOL, J., SEGINKO, J., HERA, A. a kol.: *Klinická veterinárna farmakológia*. Martin: Neografia a. s., 2007, 60 – 73. ISBN 978-80-88892-75-5
- TOTAL ANTIBIOTICS: Instruction manual. <http://www.biomedica.co.at>

PodĎakovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené projektom KEGA 001UVLF-4/2013.

Kontaktná adresa:

Zuzana Poláková, MVDr.,
Ústav hygieny a technológie mäsa, UVLF v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice,
e-mail: zuzutegdesova@gmail.com

VPLYV HUMÍNOVÝCH KYSELÍN NA ROZKLADNÉ ZMENY TUKOV V MÄSE BROJLEROVÝCH KURČIAT EFFECT OF HUMIC ACID ON DECOMPOSITION CHANGES OF FAT IN BROILER CHICKENS MEAT

Anna Reitznerová, Jozef Nagy, Slavomír Marcinčák

Abstract:: Lipids are sensitive component of food and under influence of many factors subjected to oxidative changes. As a result of it, there is a deterioration of the sensory properties and shelf life of foods. In this work the breast and leg muscle meat of broiler chickens fed with feeding mixture with addition of 0.6% humic acids for 42 days were evaluated. In the breast and leg muscle meat of chickens fed with humic acid the higher fat content, lower oxidation processes was recorded only in breast meat.

Keywords: humic acids; fat; broiler chickens; oxidation; malondialdehyde

Úvod

Hlavný význam tukov vo výžive ľudí je v prítomnosti polynenasýtených mastných kyselín (PNMK). PNMK majú v organizme nezastupiteľnú úlohu ako prekursor množstva biologicky aktívnych látok. Brojlerové kurčatá majú obsah tuku okolo 5 – 7%. Približne 30% z toho tvoria nasýtené mastné kyseliny až 70% tukov tvoria nenasýtené mastné kyseliny (Marcinčák a kol., 2010). Práve polynenasýtené mastné kyseliny podliehajú najviac oxidačným zmenám, ktoré zhoršujú organoleptické vlastnosti a trvanlivosť potravín (Tkáčová a Angelovičová, 2013).

Oxidácia lipidov je hlavnou príčinou zhoršenia kvality mäsa a mäsových výrobkov (Ladikos a Lougovois, 1991).

Nenasýtené mastné kyseliny v tukoch ľahko podliehajú oxidácii. Produkty oxidácie (hydroperoxydy) a rozkladné produkty (aldehydy, ketóny, organické kyseliny) zapríčiňujú v tukových výrobkoch nežiaduce chemické a senzorické zmeny. Konzumácia zoxidovaných tukov predstavuje zdravotné riziko (tvorba voľných radikálov, oxidácia lipoproteínov, mutagénne zmeny v organizme) (Sekretár, 2011).

Oxidačné procesy znižujú nutričnú hodnotu lipidov, kedy môžu byť poškodené biologicky aktívne zložky a v určitých prípadoch sa môžu tvoriť toxické a karcinogénne látky (Balev et al., 2005).

Premenou hydroperoxidov vznikajú sekundárne produkty oxidácie, ako sú pentanal, hexanal, 4-hydroxynonenal a malondialdehyd (MDA) (Dave a Ghaly, 2011). Tieto sekundárne produkty sa podieľajú na zmene farby a nutričnej hodnoty, niektoré môžu mať aj karcinogénny účinok (Saláková, 2013).

Pri vyššom príjme oxidovaných tukov sa zvyšuje ich hladina v krvnom sére a oxidované mastné kyseliny alebo z nich vzniknuté voľné radikály reagujú s niektorými bielkovinami krvného séra a cievnych stien za vzniku aterosklerotických usadenín. Oxidačné produkty lipidov (napr. malondialdehyd) reagujú s proteínmi a nukleovými kyselinami a ich pozmenením môžu uľahčiť vzniku zhubného nádorového bujnenia (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Humusové látky sú chemické zlúčeniny získané zo stabilizovanej hmoty v pôde, alebo humusu a vznikajú pri rozpade rastlinného alebo živočíšneho materiálu v pôde. Humát sa skladá z humusu, humínovej kyseliny, fulvónovej kyseliny a stopových minerálnych prvkov (Ghahri et al., 2010).

Zistilo sa, že humáty obsiahnuté v krmive alebo vo vode podporujú rast hydiny. Taktiež bol pozorovaný pozitívny vplyv humínových látok na konverziu krmiva brojlerovej hydiny, na rast, kvalitu mäsa, jatočné charakteristiky, vybrané parametre stanovené v krvi a gastrointestinálnom trakte (Kociniewska et al., 2013).

Humínové látky majú výrazne protizápalové vlastnosti a viažu voľné radikály, obzvlášť hydroxylový s účinnosťou viac ako 80 % (Vašková a Vaško, 2011). Pričom humínové kyseliny sa pre antidiareálne, analgetické, imunostimulačné a antimikrobiálne vlastnosti používajú vo veterinárnej praxi vo viacerých štátoch Európy (Rath et al., 2006).

Cieľom experimentu bolo stanoviť vplyv humínových kyselín na chemické zloženie hydínového mäsa a na oxidačné procesy tukov prsnej a stehennej svaloviny brojlerových kurčiat.

Materiál a metodika

V experimente bolo použité mäso brojlerových kurčiat plemena COBB 500 (prsá svalovina a stehenná svalovina), ktoré boli kŕmené KZ bez prídavku humínových kyselín po dobu 42 dní (kontrolná skupina), a kŕmené KZ s prídavkom 0,6 % humínových kyselín po dobu 42 dní (pokusná skupina). Po zabití brojlerových kurčiat boli vzorky zabalené a skladované pri teplote -21°C . V odobraných vzorkách bol stanovený obsah vody (sušiny) sušením pri teplote $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ a podiel tuku extrakčnou metódou podľa Soxhleta (Veterinárni laboratórni metodiky, 1990) a obsah bielkovín prístrojom KJELTEC AUTO 1030 ANALYZER (TECATOR, Švédsko). Stanovenie tiobarbiturového čísla (TBA) – ako miery sekundárneho poškodenia tukov, podmienenej oxidáciou nenasýtených mastných kyselín, bolo vykonané podľa Marcinčáka a kol. (2006).

Výsledky a diskusia

Porovnanie chemického zloženia prsnej a stehennej svaloviny je znázornené v tabuľke 1. V pokusnej skupine prsnej a stehennej svalovine bol nameraný vyšší obsah tuku a nižší obsah bielkovín ako v kontrolnej skupine. Kocabagli et al. (2002) uvádzajú, že humáty podporujú rast hydiny, ako chelatačné činidlo môžu zvýšiť využitie dusíka a fosforu a ďalších živín.

Sekundárne produkty oxidácie lipidov môžu iniciovať reakcie bielkovín, ktoré vedú k zníženiu ich výživovej hodnoty (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Tabuľka 1. Chemické zloženie prsnej a stehennej svaloviny.

Vzorka	Sušina (%)	Voda (%)	Tuk (%)	Bielkoviny(%)
Prsná svalovina KS	25,67	71,77	2,49	23,52
Prsná svalovina PS	25,36	71,82	2,76	23,36
Stehenná svalovina KS	23,71	68,39	8,17	20,16
Stehenná svalovina PS	27,74	66,72	9,91	19,76

KS – kontrolná skupina, PS – pokusná skupina

Kurací tuk obsahuje 62–71% nenasýtených mastných kyselín (Velíšek, 1999), pričom pri skladovacích teplotách dochádza k zmenám prakticky iba pri nenasýtených mastných kyselinách (Tkáčová a Angelovičová, 2012).

Stanovenie TBA čísla, vyjadreného ako množstvo malóndialdehydu (mg.kg^{-1}) vznikajúceho pri oxidácií nenasýtených mastných kyselín, znázorňuje tabuľka 2. Počas sledovaného obdobia bol zaznamenaný nárast hodnôt MDA vo vzorkách nakoľko sa proces oxidácie mraziarenskými teplotami (-21°C) nezastaví a lipidy, hlavne fosfolipidy s prevahou polynenasýtených mastných kyselín s pribúdajúcim časom mrazenia podliehajú oxidačným zmenám (Marcinčák a kol., 2003). Obsah fosfolipidov je vyšší v tuku prsnej svaloviny ako v tuku stehennej svaloviny a polynenasýtené mastné kyseliny fosfolipidov sú viac vnímavé na lipidovú oxidáciu ako triglyceridov (Soyer et al., 2010).

Oxidačná úroveň v kuracom mäse sa zvyšuje počas mraziarenského skladovania a je vyššia v tmavom mäse v porovnaní s bielym mäsom pre vyšší obsah lipidov v stehennej

svalovine a pre prooxidatívne látky podporujúce lipidovú oxidáciu v stehennej svalovine. Tmavé mäso je viac náchylné na lipidovú oxidáciu, pretože obsahuje viac lipidov, hemových bielkovín a mikrozomálnych enzýmov (Dave a Ghaly, 2011). Tkáčová a Angelovičová (2012) tiež uvádzajú tendenciu zvýšenia intenzity oxidačných procesov tuku v závislosti od dĺžky skladovania kuracieho mäsa.

Tabuľka 2 Stanovenie TBA čísla, vyjadreného ako množstvo malóndialdehydu (mg.kg^{-1}) počas skladovania pri mraziarenských teplotách.

Vzorka	1. deň	4. mes.	12. mes.
Prsná svalovina KS	0,031 $\pm$ 0,03	0,085 $\pm$ 0,00	0,238 $\pm$ 0,04
Prsná svalovina PS	0,016 $\pm$ 0,02	0,091 $\pm$ 0,02	0,138 $\pm$ 0,02
Stehenná svalovina KS	0,121 $\pm$ 0,14	0,149 $\pm$ 0,08	0,259 $\pm$ 0,06
Stehenná svalovina PS	0,083 $\pm$ 0,05	0,118 $\pm$ 0,01	0,280 $\pm$ 0,03

KS – kontrolná skupina, PS – pokusná skupina

Oxidácia lipidov, rozklad bielkovín a strata ďalších cenných látok sú dôsledkom chemických zmien pri procese kazení mäsa. Bielkoviny a lipidy sa premieňajú na nové zlúčeniny, ktoré môžu meniť chuť a vôňu, krehkosť a šťavnatosť mäsa a mäsových výrobkov (Saláková, 2013).

Záver

V prsnej a stehennej svalovine kurčiat kŕmených KZ s prídavkom humínových kyselín bol v zaznamenaný vyšší obsah tuku a nižší obsah vody a bielkovín oproti kontrolnej skupine. Lipidová oxidácia bola vyššia v stehennej svalovine ako prsnej svalovine, nakoľko stehenná svalovina obsahuje viac lipidov ako prsná svalovina. Hodnoty MDA v prsnej svalovine boli nižšie u kontrolnej skupiny v porovnaní s pokusnou skupinou. Dosiahnuté výsledky potvrdili, že prídavok 0,6 % humínových kyselín do KZ má dostatočný vplyv na oxidačnú stabilitu v prsnej svalovine.

Literatúra

- BALEV, D. a kol.: A comparative study on the effect of some antioxidants on the lipid and pigment oxidation on dry-fermented sausages. In *International Journal of Food Science and Technology*, 2005, vol.40, p.977-938.
- DAVE, D.- GHALY, A.E.: Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review. *American Journal of agricultural and biotechnology Sciences*, 2011. Vol. 6, no. 4, p.486-510. ISSN 1557-4989.
- GHAHRI, H.- HABIBIAN, R. – ABDOLLAH FAM, M.: Evaluation of the efficacy of esterified glucomannan, sodium bentonite, and humic acid to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers, In *Turk.J.Vet.Anim.Sci.*2010 vol.34, no.4,p.385-391.
- KOCABAGLI, N. et al.: The Effects of Dietary Humate Supplementation on Broiler Growth and Carcass Yield, In *Poultry Science* 2002.vol.81.p.227–230.
- KOCINIEWSKA, R a kol.: Vplyv humínových látok na biochemické zloženie mäsa králikov, In *Potravinárstvo*, 2013. Vol. 7, no. Special. p.82-86
- LADIKOS, D. - LOUGOVOIS, V.: Lipid Oxidation in Muscle Foods: A Review, In *Food Chemistry*, 35, 1990. p.295-314.
- MARCINČÁK, S. a kol.: Vplyv mikrovlnného ohrevu na oxidáciu tukov hydínového mäsa, In Recenzovaný zborník prednášok a posterových prezentácií z medzinárodnej vedeckej konferencie Hygiena alimentorum XXIV, 2003, ŠVPS SR. p.127-130. ISBN 80-7148-050-9.
- MARCINČÁK,S. et al.: Oxidative stability of chilled chicken meat after feeding of selected plants, In *Potravinárstvo*, 2010. Vol.4, no.3.p.46-49.
- MARCINČÁK,S. a kol.: Stanovenie malondialdehydu v bravčovom mäse s použitím extrakcie na tuhej fáze a HPLC. In *Chemické listy*, vol. 100, 2006, p.528-532.
- VETERINÁRNÍ LABORATÓRNÍ METODIKY. Chémie potravín. SVS ČR, ŠVS SR, Bratislava, 1990, 223s.
- RATH, N. C. et al.: Effects of Humic Acid on Broiler Chickens, In *Poultry Science*, 2006. 85, p.410-414.

- SALÁKOVÁ, A.: Vybrané chemické projevy kažení masa, In *Maso*, 2013. Vol. XXIV, no.5. p.28-32. ISSN 1210-4086.
- SEKRETÁR, S.: Tuky vo výžive In KERESTEŠ, J. a kol. *Zdravie a výživa ľudí*. Bratislava : CAD PRESS, 2011. 171-193 s. ISBN 978-80-88969-57-0.
- SOYER, A. et al.: Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat, In *Food Chemistry*, 2010. Vol.120, no.4. p.1025-1030.
- TKÁČOVÁ, J. - ANGELOVIČOVÁ, M.: Assessment of fat quality during storage chicken meat, In *Potravinárstvo*, vol.6, no.2.,p.57-59. 2012. ISSN 1337-0960.
- VAŠKOVÁ, J. – VAŠKO, L.: Vplyv humínových kyselín na zdravie zvierat a produkciu mäsa, In *Recenzovaný zborník prednášok a posterových prezentácií z medzinárodnej vedeckej konferencie Hygiena alimentorum XXXII*, 2011, ŠVPS SR. p.233-236. ISBN 80-7148-050-9. ISBN: 978-80-8077-231-4.
- VELÍŠEK, J. – HAJŠLOVÁ, J.: *Chémie potravín*. Osis, 2009. 602s. ISBN: 978-80-86659-17-6.
- VELÍŠEK, J.: *Chémie potravín*. 1.vyd. Tábor OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.

Kontaktní adresa:

Anna Reitznerová, MVDr.,
Katedra hygieny a technológie potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach,
Komenského 73, 041 81 Košice,
e-mail: anna.petrova@student.uvlf.sk

ANALÝZA ZDROJOV ALIMENTÁRNYCH OCHORENÍ NA SLOVENSKU ZA POSLEDNÉ ROKY ANALYSIS OF THE SOURCES OF FOODBORNE DISEASES IN SLOVAKIA IN RECENT YEARS

Júlia Toropilová, Pavel Bystrický

Abstract: A negative impact of foodborne diseases in public health and the economy may be reduced by observation to production hygiene (operating and personal) and by implementing the principles of HACCP. Our aim was to evaluate based on published data the functionality of HACCP systems on the production level and on the country level. Based on published information it is possible to evaluate the situation in Slovak as very good even if food producers motivation is undermined by economic pressures. In the Slovak Republic were relatively numerous outbreaks of alimentary diseases but most were caused by incorrect preparing and by serving food. Because a most of food is imported to Slovakia, the question remains open to importing unsafe food. In the production of all food have to be applied the principles of HACCP but numerous outbreaks of diseases from food abroad point to serious weaknesses in the implementation of the system.

Keywords: Foodborne diseases, HACCP, food of animal origin

Úvod

Za alimentárne ochorenia považujeme všetky nákazy, kde vstupnou bránou pôvodcu je tráviaca sústava pre patogény a potraviny sú hlavným vektorom prenosu. Úplná eliminácia ich výskytu je takmer nemožná (Tančinová, 2005). Medzi najčastejšie ochorenia z potravín patrí salmonelóza, kampylobakteriáza, listerióza, botulizmus atď. Príčina ich vzniku a šírenia predstavuje ľudský faktor v súvislosti s porušením hygienických pravidiel nielen v potravinárskych podnikoch, ale aj v zariadeniach spoločného stravovania či v domácnostiach. Ich prevencia úzko súvisí so životnou úrovňou a hygienickým štandardom populácie. Najväčší význam majú opatrenia ako produkcia a distribúcia nezávadných a bezpečných potravín producentmi (Göpfertová, 2005).

Bezpečnosti potravín minimalizáciou nebezpečenstiev sa v súčasnosti venuje obrovské úsilie. HACCP je systém, ktorý sa používa v potravinárskom priemysle na zabezpečenie bezpečnosti potravín. Ide o systém založený na prevencii rizika umožňujúci prevádzkovateľom potravinárskych podnikov identifikovať kritické kontrolné body pre riziká skôr, ako ohrozia bezpečnosť potravín (FAO, 1998).

Dá sa predpokladať, že implementácia HACCP systému do systémov zabezpečovania hygieny potravín je komplexná a v rôznych prevádzkových podmienkach má pomerne veľkú variabilitu. To môže byť potenciálnym zdrojom nedorozumení medzi prevádzkovateľmi a kontrolnými orgánmi. Mnohé HACCP systémy sú po rokoch zavedenia udržiavané už len rutinne bez dôkladnej verifikácie a svojou funkčnosťou sa dostávajú na úroveň správnej výrobnéj praxe, čiže nie sú viac funkčne preventívne. Tieto skutočnosti môžu poukazovať na prienik "neočakávaných" potravinových nebezpečenstiev do potravín a cez ne ku konzumentovi, spôsobujúc alimentárne ochorenia.

Cieľom práce je zhodnotiť na základe dostupne zverejnených údajov, funkčnosť systémov zabezpečenia zdravotnej neškodnosti potravín nielen na úrovni výroby ale i krajiny.

Materiál a metodika

Zamerali sme sa na analýzu najčastejšie sa vyskytujúcich alimentárnych ochorení za posledne roky na území Slovenska. Ako dôležitý ukazovateľ funkčnosti HACCP systému populácie sa javí zber informácií zo zdravotných inštitúcií. Informácie sme získavali z verejne dostupných zdrojov, ako sú výročné správy o zoonózach a pôvodcoch zoonóz v SR, správy ŠVPS, ako aj z epidemiologického informačného systému na Slovensku.

Výsledky a diskusia

V rámci surveillance FWD sa sleduje 6 prioritných ochorení (salmonelóza, kampylobakteriáza, VTEC (verotoxigénne *E. coli*), yersinióza, shigelóza a listerióza).

Na základe zverejnených údajov možno situáciu na Slovenku zhodnotiť za dobrú. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín na základe správ o ochoreniach z kontaminovaných potravín uvádza, že medzi najčastejšie vyskytujúce sa ochorenia na Slovensku za posledné roky je salmonelóza, kampylobakteriáza a listerióza. Podľa údajov ale výskyt kampylobakteriázy klesá, salmonelóza sa drží na nižších hladinách a listerióza na vyšších (EFSA a ECDC, 2013).

Správy o zoonózach a pôvodcoch zoonóz na Slovensku za roky 2009 až 2013 uvádzajú, že výskyt pôvodcov ochorení z priemyselne vyrobených potravín je ojedinelý. Aj keď vzplanutí alimentárnych ochorení je relatívne mnoho, nálezy v potravinách na úrovni produkcie alebo distribúcie boli relatívne malo početné. Najčastejší bol počet salmonel a to v hydínovom mäse. Najvyšší počet pozitívnych vzoriek (61) s nálezom salmonel bol zaznamenaný v hydínovom mäse v roku 2012 v porovnaní s ostatnými rokmi. V roku 2013 bol pozitívny nález salmonel v 44 vzorkách z vyšetrovaných vzoriek potravín (tab.1).

Tabuľka 1. Prítomnosť *Salmonella* spp. vo vybraných vyšetrovaných potravinách za posledné roky (2009 – 2013).

	<i>Salmonella</i> spp.				
	2009	2010	2011	2012	2013
Hydinové mäso	Pozitívne vzorky				
Čerstvé mäso z brojlerov	1	-	-		
Mäs. prípr. po tepelnom ošetrovaní	6	8	4		
Mäs. prípr. po tepelnom ošetrovaní z mäsa moriek	1	-	-	61	44
MSM	0	1	-		
Spolu	8	9	4	61	44
Červené mäso	Pozitívne vzorky				
Mäs.prípr. z brav. mäsa po tepelnej úprave	1	3	-	5	
Tepelne neopracovaná klobása	1	-	-	-	-
Mäs. prípr. z brav. a hov. mäsa po tepelnej úprave	1	-	-	1	
Spolu	3	3	2	6	Neudáva
Ostatné potraviny	Pozitívne vzorky				
Konzumné vajcia	1	-	1	15	
Sušené vaj. výrobky	1	-	-	2	
Cestoviny	1	-	-	-	
Cukrovinárske a cukrárske výrobky	6	6	12	-	-
Bylinné čaje	-	8	-	-	
Kakao, káva, čaj	-	-	8	3	
Konopná múka	-	-	-	2	
Spolu	9	14	21	22	Neudáva

Podľa EFSA (2013) je najčastejšie uvádzanou zoonózou kampylobakteriáza. Najčastejšie je *Campylobacter* spp. detegovaný v potravinách živočíšneho pôvodu, najmä v hydínovom mäse. V roku 2012 bolo vyšetrených len 33 vzoriek (zväčša mliečne výrobky), v ktorých nebola potvrdená prítomnosť baktérii na rozdiel od roka 2013, kde bolo vyšetrených 1115 vzoriek potravín z obchodnej siete a zo zariadení spoločného stravovania. Pozitívne nálezy boli zaznamenané v 16 vzorkách na čom sa najviac podieľalo čerstvé mäso brojlerov a moriek (tab.2).

Tabuľka 2. Prítomnosť *Campylobacter* spp. vo vybraných vyšetrovaných potravinách za posledné roky (2009 – 2013).

	<i>Campylobacter</i> spp.				
	2009	2010	2011	2012	2013
Hydinové mäso	Pozitívne vzorky				
Čerstvé mäso- brojlery a morky				-	16
Spolu	0	0	0	-	16
Ostatné potraviny	Pozitívne vzorky				
Surové kravské mlieko	14	5	-	0	-
Syry z ovčieho mlieka	7	-	-	0	-
Kyslomliečny výr. z ovčieho mlieka- žinčica	0	-	1	0	-
Spolu	21	5	1	0	-

Podľa údajov EFSA (2013) počet prípadov na *E. coli* (t.j. VTEC/STEC) od roku 2008 rastie. Patogénne *E. coli* boli najčastejšie detegované v mäsových výrobkoch z dobytky.

V roku 2012 boli zaznamenané pozitívne vzorky na *E.coli* v mletom mäse, v pokrmoch rýchleho občerstvenia, ovčích syroch a v zeleninových šalátoch. Podobne ako v roku 2013 kde z vyšetrovaných vzoriek pozitívne nálezy boli najmä pokrmov rýchleho občerstvenia, ovocných a zeleninových šťavách, surovom mäse a výrobkoch z neho, avšak prítomnosť žiadneho patogénneho druhu *E. coli* nebola dokázaná. V rokoch 2010 a 2011 neboli v surovom mlieku a výrobkoch z neho zaznamenané pozitívne nálezy (tab.3).

Tabuľka 3. Prítomnosť *E. coli* vo vybraných vyšetrovaných potravinách za posledné roky (2009 – 2013).

	<i>E.coli</i>			
	2009	2010	2011	2012
Mlieko a mliečne výrobky	Pozitívne vzorky			
Surové kravské mlieko	1	-	-	-
Surové ovčie mlieko	-	-	-	2
Syry z ovčieho mlieka	1	-	-	8
Iné syry	-	-	-	11
Spolu	2	-	-	21
Čerstvé mäso	Pozitívne vzorky			
Čerstvé hovädzie mäso	-	1	-	-
Mleté mäso a mäsové prípravky	-	-	1	25
Spolu			1	25
Iné potraviny	Pozitívne vzorky			
Klíčky	-	-	3	-
Pokrmý rýchleho občerstvenia	-	-	-	37
Zeleninová šaláty	-	-	-	15
Spolu	2	1	3	52

Záver

Hygiena produkcie potravín je jedným z faktorov, ktorý môže výrazne znížiť početnosť a vážnosť alimentárnych ochorení. Na základe dostupných správ o zoonózach a pôvodcoch zoonóz v SR možno situáciu v oblasti zabezpečenia zdravotnej nezávadnosti potravín na

úrovni výroby zhodnotiť ako priaznivú i keď motivácia producentov potravín je ovplyvňovaná ekonomickými tlakmi. Preukázateľnosť funkčnosti HACCP systémov vedie čoraz viac rešpektovať ekonomické tlaky a to aj na úkor funkčnosti tohto systému. Postupne sa mení charakter HACCP systému prevádzkovateľmi a aktívny prístup ku kontrole nebezpečenstiev sa nahrádza rutinnou údržbou už implementovaných opatrení a takto preventívny kontrolný systém sa pomaly dostáva do úrovne správnej výrobnéj praxe reagujúcej na výskyt nebezpečenstva represívne.

Na území SR bolo pomerne mnoho vzplanutí alimentárnych ochorení. Väčšinou boli však spôsobené pochybeniami pri príprave a podávaní potravy. Najčastejšími príčinami vzniku epidémií bolo použitie kontaminovaných surovín pri príprave stravy, nedodržiavanie správnej technológie pri príprave stravy, najmä nedostatočná tepelná úprava a nedostatky pri skladovaní surovín ako aj hotových výrobkov. Priemyselne vyrábané potraviny sa na vzniku alimentárnych ochorení takmer vôbec nepodieľajú. Túto skutočnosť môžeme pripisovať úspešnej implementácii HACCP a s tým spojeného zdokonalenia systémov zabezpečenia hygieny výroby. V neposlednej miere je to aj dôsledná úradná kontrola produkcie, skladovania a distribúcie potravín. Akékoľvek zníženie počtu a/alebo kvality úradných kontrol sa môže prejavovať ako vzrast počtu potenciálne nebezpečných potravín. Tento trend je badateľný v krajinách, kde boli úradné kontroly „racionalizované“ pod ekonomickým tlakom alebo preto, lebo producenti dlhodobo produkovali bezpečné potraviny.

Literatúra

- TANČINOVÁ, D. a kol.: *Mikrobiológia potravín*. Nitra: SPU, 2005, 150 s. ISBN 80-8069-568-7.
- GÖPFERTOVÁ, D. – PAZDIORA, P. – DÁŇOVÁ, J. 2005. *Epidemiologie infekčních nemocí*, 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005, s. 85 – 97, ISBN 80-246-0452-3.
- Food and Agricultural Organization (1998). Food quality and safety systems – A training manual on food hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system. ISBN 92-5-104115-6.
- EFSA and ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control), 2015. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2013. EFSA Journal 2015; 162 pp. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3991.pdf>

Kontaktná adresa:

MVDr. Júlia Toropilová,
Katedra hygieny a technológie potravín, Ústav hygieny a technológie mäsa, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice,
e-mail: julia.toropilova@gmail.com

Obsah

Medzinárodný rok pôdy 2015 <i>Jaroslava Sobocká</i>	4
Súčasný stav a vývoj vlastností poľnohospodárskych pôd Slovenska v zmenených spoločensko-ekonomických podmienkach po roku 1990 <i>Jozef Kobza</i>	10
Inovácia sústavy pôdnoekologických jednotiek bonitačného informačného systému <i>Blanka Ilavská, Pavol Bezák</i>	17
Meranie orbovej erózie spôsobenej dlátovým kultivátorom na vybranom území pri Bielovciach, Ipel'ská pahorkatina <i>Marianna Kollárová, Emil Fulajtár</i>	26
Hodnotenie vybraných biotických a abiotických pôdných charakteristík majúcich vplyv na plnenie ekosystémových služieb <i>Radoslava Kanianska, Jana Jad'ud'ová</i>	32
Využitie krajinnéekologických potenciálov a limitov na podklade modelového územia obce Radošina <i>Eva Pekárová, Ľubomír Hanisko, Ivana Kováčiková</i>	37
Výskum lesných ekosystémov a ekosystémové služby <i>Pavol Eliáš</i>	45
Vplyv prísevu trávnej a d'atelinotrávnej miešanky na kvalitu a produkciu trávnych porastov v pasienkovom chove dojníc <i>Zuzana Dugátová, Janka Martincová, Mariana Jančová</i>	52
Účinok dlhodobého hnojenia na pôdne vlastnosti aluviálnej lúky <i>Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Ľubica Jančová, Milan Michalec</i>	56
Primárna produkcia a doba využitia d'atelinotravných miešaniek bez hnojenia <i>Jozef Čunderlík</i>	60
Biodiverzita a kvalita trávnych porastov v rôznych environmentálnych podmienkach Slovenska <i>Miriám Kizeková, Ľubica Jančová, Zuzana Dugátová, Jozef Čunderlík, Radoslava Kanianska, Jarmila Makovníková</i>	63
Produkcia a obsah silymarínového komplexu v pestreci mariánskom (<i>Silybum marianum</i> L. Gaertn.) <i>Dana Luščáková, Miroslav Habán, Renáta Kobidová</i>	67
Kvantifikácia sukcesie v opustenom trávnom poraste <i>Norbert Britanák, Ľubomír Hanzes, Iveta Ilavská</i>	72
Využitie Real-Time PCR na autentifikáciu pokrmov z jelenieho mäsa <i>Ľubomír Belej, Alica Bobková, Jozef Golian, Lenka Maršálková,</i>	77
Inklúzia probiotík vo výžive sliepok a ich vplyv na vybrané biochemické parametre krvi <i>Marcela Capcarová, Anna Kalafová, Cyril Hrnčár, Henrieta Arpášová, Peter Haščík</i>	83
Stráviteľnosť mikroprvkov kukuričnej siláže vo výžive mladých koní <i>Branislav Gálik, Iveta Bellová, Daniel Bíro, Marko Halo, Michal Rolinec, Miroslav Juráček, Milan Šimko</i>	89
Vybrané parametre kvality a bezpečnosti vín odrody Rulandské šedé <i>Martina Fikselová, Zuzana Krvavá, Peter Czako</i>	92
Kvalita kukuričných siláží <i>Miroslav Juráček, Daniel Bíro, Milan Šimko, Branislav Gálik, Michal Rolinec, Peter Gajdošík, Martina Valachová</i>	98
Rozdiely medzi pohlaviami po aplikácii kvercetínu na vybrané technologicko-spracovateľské ukazovatele mäsa králikov	103

<i>Anna Kalafova, Jozef Bulla, Jaroslav Kovacik, Ondřej Bučko, Jana Emrichova, Katarina Zbynovska, Peter Petruska, Monika Schneidgenova, Lubica Chrastinova, Lubomír Ondruska, Rastislav Jurcik, Peter Cupka, Martin Mellen, Marcela Capcarova</i>	
Kontrola hygieny výrobného procesu tepelne opracovaných mäsových výrobkov <i>Marek Šnirc, Jozef Golian</i>	107
Vplyv agroekologických podmienok ročníka a biologického materiálu na úrodu a úrodotvorné prvky slnečnice ročnej <i>Ivan Černý, Dávid Ernst</i>	111
Lesy a zver – harmónia alebo nesúlady? <i>Jozef Konôpka, Peter Kaštier, Bohdan Konôpka</i>	116
Vplyv dlhodobej rozdielnej výchovy porastov na kvalitatívnu produkciu buka (<i>Fagus sylvatica</i> L.) <i>Igor Štefančík, Tomáš Klouček</i>	124
Výškové tarify zmiešaných smrekovo-jedľovo-bukových porastov <i>Rudolf Petráš, Julian Mecko, Michal Bošela</i>	130
Úrovně populací podkôrneho hmyzu a prahy odporu smrekových ekosystémov <i>Rastislav Jakuš</i>	136
Výsledky hodnotenia zdravotného stavu drevín v historickom parku Svätý Peter v rokoch 2012 a 2015 <i>Gabriela Juhášová, Dušan Juhás, Marek Kobza, Radovan Ostrovský</i>	139
Dynamika opadu v nudálnom bukovom ekosystéme <i>Katarína Gašová, Margita Kuklová, Ján Kukla</i>	144
Výskyt húb rodu <i>Dothistroma</i> na boroviciach <i>Emília Ondrušková Katarína Adamčíková, Zuzana Hečková</i>	149
Vplyv inulínu na kvalitatívne vlastnosti sušenok <i>Veronika Kuchtová, Zlatica Kohajdová, Lucia Minarovičová, Jolana Karovičová</i>	154
Aplikácia kyslomliečnych baktérií pri príprave ryžových nápojov <i>Michal Magala, Zlatica Kohajdová, Jolana Karovičová</i>	158
Hodnotenie manažérskych systémov bezpečnosti potravín <i>Igor Mráz</i>	162
Sekundárne metabolity rastlín v ochrane včelstiev voči patogénom <i>Katarína Bíliková, Tatiana Krištof-Kraková</i>	166
Aeromonádové infekcie lososovitých rýb <i>Adriána Fečkaninová, Peter Popelka, Jana Koščová, Dagmar Mudroňová</i>	171
Priebeh fyzikálno-chemických zmien v mäse farmových a voľne žijúcich králikov divých <i>Ján Mačanga, Beáta Koréneková, Martina Brenesselová, Slavomír Marcinčák, Jozef Nagy</i>	175
Fermentované krmivo vo výžive brojlerov, vplyv na rastové parametre a jatočnú výťažnosť <i>Slavomír Marcinčák, Milan Čertík, Peter Popelka, Dana Marcinčáková, Ján Mačanga, Martin Bača, Pavol Kovalík, Tatiana Klempová</i>	179
Vplyv humínových kyselín na rastové parametre a jatočnú výťažnosť broilerových kurčiat <i>Dana Marcinčáková, Ján Mačanga, Slavomír Marcinčák, Jozef Nagy, Martin Bača, Peter Popelka, Martin Mellen</i>	182
Stanovenie prítomnosti rezíduí antibiotík v tkanivách brojlerových kurčiat s použitím troch mikrobiálnych inhibičných testov <i>Zuzana Poláková, Ivona Kožárová, Peter Turek</i>	185
Vplyv humínových kyselín na rozkladné zmeny tukov v mäse brojlerových kurčiat <i>Anna Reitznerová, Jozef Nagy, Slavomír Marcinčák</i>	190
Analýza zdrojov alimentárnych ochorení na Slovensku <i>Júlia Toropilová, Pavel Bystrický</i>	194



ISBN 978-80-89408-20-7