

ANALÝZA VYBRANÝCH EKO-PRODUKČNÝCH PARAMETROV A FENOLÓGIA DRUHU *CAREX PILOSA* SCOP. V ROZDIELNYCH FYTOKLIMATICKÝCH PODMIENKACH

Martin KUBOV, Branislav SCHIEBER, Rastislav JANÍK

Ústav ekológie lesa SAV vo Zvolene, Štúrova 2, 960 53 Zvolen
e-mail: kubov@savzv.sk, schieber@savzv.sk, janik@savzv.sk

Abstract: *The paper presents the results of a study of the reaction of Carex pilosa Scop. species to the different ecological conditions in a submountain beech forest. The reaction was investigated through the analysis of selected eco-productive parameters (density, length, dry weight) and phenology of the studied species in areas representing different phytoclimatic conditions that have formed after anthropic intervention with varying intensity. Based on the research results we can conclude that different ecological conditions did not affect the onset and course of spring vegetative phenophases, until the onset of phenophases signaling the termination of the growing cycle (discoloration and plant death) as well as generative phenophases were significantly time-differentiated depending on the site conditions. Selected eco-production parameters almost always reached the highest values in populations growing on the plots without closed stands.*

Key words: *Carex pilosa Scop., phenology, phytometric parameters, submountain beech stand, forest ecosystem*

Úvod

Vegetácia plní v krajine významné a nezastupiteľné funkcie, ktoré sú z hľadiska ekologickej stability krajiny, jej racionálneho využívania a dlhodobého udržateľného rozvoja nenahraditeľné. Predstavuje určitý základný krajnotvorný a ekostabilizačný prvok. V priebehu roka môžeme vo vývoji vegetácie pozorovať určité periody pokoja a rastu (tzv. fenologický, resp. sezónny rytmus rastlín). V našich podmienkach sú letné a zimné obdobia veľmi výrazné, preto rastliny odpovedajú na ročné zmeny svojho prostredia ročnými zmenami svojich fyziologických procesoch. Fenológia ako aplikovaná vedná disciplína skúma prepojenie opakujúcich sa vegetačných a generačných cyklov organizmov, tzv. fenologických fáz a klímy. Fenológia v ostatnej dobe zaznamenáva značný rozvoj, keď púta pozornosť nielen klimatológov, ale celého radu lesníkov, poľnohospodárov a rôznych odborníkov u nás ako aj v zahraničí. Jedným z hlavných dôvod záujmu je poznanie vzájomných vzťahov medzi vývojom klímy a fenologickými prejavmi rastlín. Samotná fenológia totiž opisuje a analyzuje časový nástup a priebeh základných životných prejavov organizmov vo vzťahu k podmienkam vonkajšieho prostredia, najmä k poveternostným a klimatickým vplyvom (Schieber, 2010). Podľa Larchera (1988) nám fenologické opisy poskytujú ekologicky cenné informácie o priemernom trvaní vegetačného obdobia. Vo všeobecnosti však konštatuje, že fenológia

ako veda nie je obmedzená len na opisné datovanie javov, ale pokúša sa aj o objasnenia vplyvov, ktoré tieto javy spôsobujú. Škvareninová (2010) poukazuje, že v súčasnosti existujú viaceré indikátory, podľa ktorých dokážeme posudzovať súčasné klimatické zmeny. Jedným z týchto indikátorov sú aj fenologické prejavy rastlín. Rastliny môžeme považovať za významný sekundárny indikátor klimatických zmien, pretože vo všetkých svojich fenologických fázach sú silne ovplyvňované teplotou. Zvyšujúca teplota umožňuje skorší rast rastlín v jarnom období ako aj dlhšie trvajúcu vegetáciu v jesennom období, teda spôsobí už spomínané predĺženie vegetačného obdobia. Okrem toho aj zmenené podmienky prostredia, napr. prírodnými alebo antropickými disturbáciami, môžu výrazne zasahovať do fenológie rastlín. EES Kremnické vrchy reprezentuje príklad antropického vplyvu do ekosystému lesa s následným štúdiom zmien v ekologických procesoch. Na uvedenej lokalite sa významná pozornosť venuje eko-produkčnému a fenologickému výskumu rôznych rastlinných druhov, medzi inými aj dominantnému druhu *Carex pilosa* Scop. (Kontrišová et al., 1993; Kontrišová et al., 1995; Kontriš et al., 1995a,b; Kováčová et al., 1996; Kováčová et al., 1998(a); Kováčová et al., 1998(b); Kováčová et al., 1999(a); Kováčová et al., 1999(b); Janík, Schieber, 2010; Schieber, Janík, 2012; Pavelka 2009, 2012 a ďalší).

Hlavným cieľom predkladanej práce je analýza vybraných eko-produkčných parametrov a fenológie druhu *Carex pilosa* Scop. v submontánnej bučine na EES Kremnické vrchy v rozdielnych fyto-klimatických podmienkach.

Materiál a metódy

Výskum sa vykonával na Ekologickom experimentálnom stacionári (EES), ktorý sa nachádza v JV časti pohoria Kremnické vrchy v lokalite Suchá dolina (48° 38' SZŠ a 19° 04' VZD). Geomorfologicky je EES tvorený pravidelným svahom, ktorý je miestami mierne konvex-konkávny. Výškovo je relatívne málo diferencovaný (450-520 m n. m.). Mezoreliéf EES má Z až JZ expozíciu so sklonom 5 až 15°.

Výskum prebiehal na 4 plochách, predstavujúcich rozdielne fyto-klimatické podmienky. Plochu „OA“ reprezentuje holina, na ktorej sa v roku 2011 vyskytoval dospelý bukový porast, ktorý bol po vetrovej kalamite odstránený. Plochu „H“ reprezentuje 25 ročná žrdkovina (v roku 1989 tu bola holina – zakmenenie 0.0). Plochu „K“ (kontrolná plocha) reprezentuje pôvodný 115-ročný bukový porast so zakmenením 1.0. Plocha „M“ reprezentuje segment porastu, v ktorom rubný zásah v roku 1989 znížil zakmenenie z pôvodnej hodnoty 0,9 na hodnotu 0,7. V roku 2004 došlo opätovne k zníženiu zakmenenia na hodnotu 0,5 a na jar 2009 sa doťažením materský porast úplne odstránil.

Dominantným druhom na ploche K je *Fagus sylvatica* L., ostatné porastotvorné dreviny sú *Abies alba* Mill., *Quercus dalechampii* Ten., *Carpinus betulus* L. a *Tilia cordata* Mill. Okrem spomínaných drevín sa na prirodzene obnovujúcej mladine (ploche H) vyskytujú aj *Salix caprea* L., *Populus tremula* L., *Betula verrucosa* Roth., *Acer pseudoplatanus* L., *Prunus avium* L. a *Picea abies* L. (Kontriš et al., 1993a; Križová, 1993; Kodrík, 1997; Kuklová et al., 2005; Kellerová, Janík, 2006; Barna, Schieber, 2011; Janík et al., 2011; Schieber, 2014).

Vegetácia územia patrí v rámci Holarktidy do stredoeurópskej časti eurosibírskej floristickej oblasti (Hendrych, 1984). Nachádza sa v oblasti *Caroaticum occidentale*, obvodu *Preacarpaticum occidentale*, okresu Slovenské stredohorie a podokresu Kremnické vrchy (Futák et al., 1966). Cenotaxonomicky sa porasty podhorských bučín zaraďujú do zväzu *Fagion silvaticae* Tx. et Diemond, 1936, segmentov asociácií *Carisi pilosae-Fagetum* a *Dentaria bulbiferae-Fagetum* Zlatník, 1935 a subasociácie *typicum* Hartmann, Jahn, 1967; Kukla et al. (1988) zaraďuje spoločenstvá do 3. lesného vegetačného stupňa, mezotrofného edaficko-ekologického radu B, skupiny lesných typov *Fagetum pauper inferiora* (senzu Zlatník, 1959), lesný typ *Carex pilosa*, *Dentaria bulbifera-nudum* (senzu Hančinský, 1972). Podľa Križovej (1993) je vegetácia tvorená mozaikou lesných typov 3. vegetačného stupňa, živného radu B, skupiny lesných typov *Querceo-Fagetum*. Kontriš et al. (1995b) konštatujú, že vegetačný kryt je reprezentovaný dvoma asociáciami. Asociácia *Carici pilosae-Fagetum* Oberd, 1957, subas. *typicum* je rozšírená na pravidelných svahoch delúvia, hlavne však na aluviálnych plošinách. Prevažne však ide o mozaiku, ktorú tvorí asociácia s asociáciou *Dentario bulbiferae – Fagetum* (Zlatník, 1935), Hartmann 1953, resp. jej typickou subasociáciou.

Fenologické pozorovania prebiehali od začiatku vegetácie na jar 2014 v pravidelných týždenných intervaloch. Metodika pozorovaní vychádzala z Metodického predpisu pre fenologické pozorovanie, štandardne používaného v rámci fenologického monitoringu SHMÚ (Braslavská, Kamenský, 1996). Pri spracovaní fenologických pozorovaní sme vyhodnotili vybrané fenologické fázy pomocou tzv. BBCH stupnice (názov tvoria skratky organizácií, ktoré ju založili).

B - *Biologische Bundesanstalt für Land - und Forstwirtschaft*

B - *Bundessortenamt*

CH - *Chemische Industrie*

BBCH stupnica, je určená k jednotnému kódovaniu fenologických vývinových štádií jednoklíčnolistových a dvojklíčnolistových rastlín. Je to decimálna stupnica, ktorá je rozdelená na makro- a mikroštádiá. Bola vytvorená podľa vzoru Zadoks et al. (1974) na základe fenologickej stupnice obilnín (Chmielewski, 2003). Hlavnou výhodou tejto stupnice je zjednotenie determinácie jednotlivých fenofáz prostredníctvom číselných kódov pre rôzne skupiny rastlinných druhov.

V rámci druhu *Carex pilosa* boli hodnotené fenofázy: BBCH 11 – fáza prvého listu (odnože rozpuknuté), BBCH 13 – fáza tretieho listu (odnože úplne otvorené), BBCH 20 – neodnožená rastlina (odnož vo vnútri pošvy listu), BBCH 21 – začiatok odnožovania (1. viditeľná odnož), BBCH 47 – rozpuknutá pošva listu fertilného výhonka, BBCH 60 – začiatok kvitnutia, BBCH 65 – 50 % nástup kvitnutia, BBCH 69 – koniec kvitnutia, BBCH 90 – začiatok žltnutia a BBCH 97 – rastlina úplne odumretá. Termíny nástupu fenofáz, ktoré sa uvádzajú v texte a grafoch sú vyjadrené ako poradové dni roka počítané od prvého januára.

Pre zistenie vybraných produkčných parametrov *Carex pilosa* Scop. sa použila kombinácia deštruktívnej metódy nepriameho odberu, ktorú uvádza Kubíček (1977) ako aj nedeštruktívnej metódy, ktoré sú založené na analýze rastlinného materiálu priamo na výskumnej ploche. Pre stanovenie priemernej suchej hmotnosti jedinca sme použili vzťah podielu vysušenej hmotnosti celej vzorky k počtu jedincov, ktoré táto obsahovala. V laboratóriu sa materiál vysušil pri teplote 105 °C (48 hodín) a po 30 minútovom stabilizovaní teploty v exsikátore sa stanovila hmotnosť s presnosťou na 0,002 g. Ďalší parameter – dĺžka jedincov bola meraná priamo v teréne, ako aj na vzorkách prinesených do laboratória pre ďalšiu analýzu meracím pásmom s presnosťou 1 mm. Densita populácií bola zisťovaná priamo na trvalých miniplôškach a doplnená bola meraním pomocou mobilného štvorca s rozmermi 1x1 m. Tieto morfometrické parametre sa analyzovali na jedincoch odobraných v čase ich definitívneho ukončenia rastu s tým, že analyzovaný súbor obsahoval minimálne 30 jedincov. Za jedinca bol považovaný výhonok-rameta. Pri danom taxóne sme rozlišovali sterilnú a fertílú populáciu, ale aj juvenilnú a seniornú populáciu. Na základe cenzusu jedincov na miniplôškach s rozmermi 1x1 meter nachádzajúcich sa na každej zo štyroch výskumných plôch sa stanovili ďalšie kvantitatívne charakteristiky populácií skúmaných taxónov.

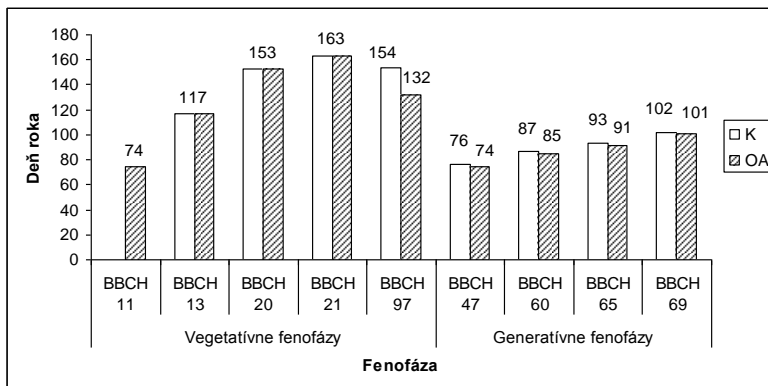
Pri spracovaní údajov sme použili matematicko-štatistické metódy. Pre každý odber a každú lokalitu sme vypočítali priemerné hodnoty (aritmetický priemer), kde sme zaznamenali najmenšiu a najväčšiu hodnotu sledovaného znaku. Následne sme výsledky štatisticky spracovali v programe STATISICA 10 (StatSoft, Inc., 2010), významnosť rozdielov sme posúdili metódou analýzy variancie ANOVA s post-hoc testami (Fisher-ov LSD).

Výsledky

Fenológia

Priebeh jednotlivých fenologických fáz na príklade dvoch najviac rozdielnych plôch (K a OA) je uvedený na obr. 1. Vegetatívne fenofázy sledovaného druhu – BBCH 13, BBCH 20 a BBCH 21 prebehli na porovnávaných plochách súbežne. Výrazný rozdiel bol však zistený v prípade fenofázy úplného odumretia populácie seniorných jedincov (BBCH 97), ktorá nastúpila na ploche OA (open area) o 22 dní skôr v porovnaní s plochou K. Fenologickú fázu BBCH 11 (rozpuknutá listová pošva) u fertílých výhonkov tohto druhu sme zaznamenali len na ploche OA a to na 74. deň roka (15.3.). Kvitnutie pozorované na plochách OA a M prebiehalo súčasne. Na H ploche nebol zaznamenaný ani jeden fertílý jedinec. Začiatok kvitnutia bol pozorovaný na plochách OA a M na 85. deň (26.3). Všeobecné kvitnutie a koniec kvitnutia boli zistené na 91. deň (1.4.), resp. na 101. deň (11.4.). Na ploche K sa uvedené fenofázy oneskorovali o cca 2 dni.

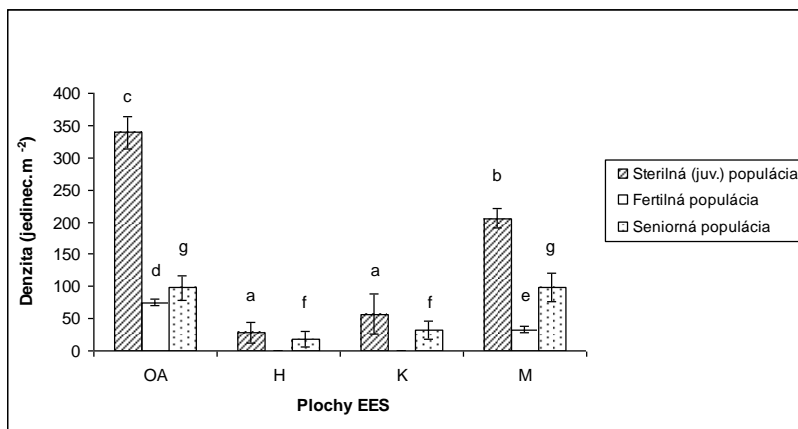
Obr. 1: Fenofázy *Carex pilosa* Scop. na dvoch kontrastných plochách EES (K- kontrola s dospelým materským porastom, OA- plocha bez porastu)



Denzita populácie

Najväčšiu denzitu celej (juvenilnej, fertílnej a seniornej) populácie sledovaného druhu sme zaznamenali na ploche OA (339 jedincov.m⁻²), najnižšiu na ploche H (27,3 jedincov.m⁻²), čo predstavuje štatisticky významný rozdiel. Fertílную populáciu sme na ploche H nezaznamenali. Na ploche OA dosahovala priemerná denzita fertílnej populácie 75 jedincov.m⁻², kým na ploche M bolo zistených 33 jedincov.m⁻², čo predstavovalo rozdiel 56 %, ktorý je štatisticky významný. Na plochách OA a M bola denzita seniornej populácie rovnaká a dosahovala hodnotu 98 jedincov.m⁻². Na ploche K sme zistili 31,55 jedincov.m⁻² a najnižšiu denzitu mala populácia na ploche H (18,2 jedincov.m⁻²). Fisher-ov LSD test nezaznamenal porovnaním (juvenilnej a seniornej) populácií na plochách H a K štatisticky významný rozdiel. Denzita populácie druhu *Carex pilosa* Scop. je uvedená na obr. 2.

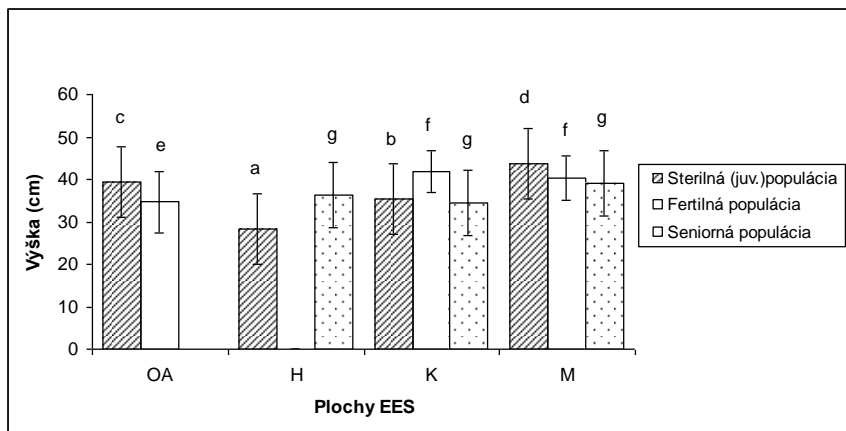
Obr. 2: Denzita populácie druhu *Carex pilosa* Scop. na plochách EES (\pm SD s Fisherovým LSD testom, kde $p \leq 0,05$)



Dĺžka výhonkov

Najvyššiu priemernú dĺžku jedincov juvenilnej populácie druhu *Carex pilosa* Scop (43,79 cm) sme zaznamenali na ploche M. Absolútne maximum dĺžky jedinca na tejto ploche dosahovalo hodnotu 62 cm, čo je o 16 cm viac v porovnaní s najdlhším jedincom na ploche H a uvedený rozdiel predstavoval 35,23 %. Fertilná populácia dosahovala na plochách K a M najvyššie hodnoty priemernej dĺžky. Na ostatných dvoch plochách OA a H, boli fertillné výhonky kratšie o 20 až 25 %. Priemernú dĺžku seniornej populácie *Carex pilosa* Scop. bolo možné zaznamenať na 3 plochách (H, K, M). V rámci týchto plôch bol najdlhší jedinec (55 cm) zaznamenaný na ploche M, kde boli namerané aj najvyššie priemerné dĺžky seniornej populácie (39 cm). Na ploche K boli zistené najnižšie priemerné dĺžky seniornej populácie (34,4 cm). Štatistická významnosť rozdielov v dĺžke výhonka seniornej populácie medzi plochami sa nepotvrdila, naopak, potvrdila sa v rámci juvenilnej populácie medzi všetkými plochami. Hodnoty dĺžky fertillnej populácie na ploche OA sa štatisticky významne odlišovali oproti plochám K a M. Priemerná výška populácie *Carex pilosa* Scop. je uvedená na obr. 3.

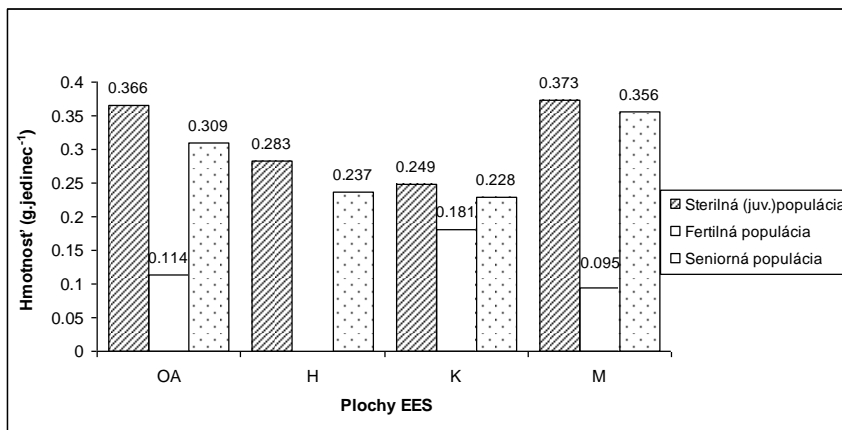
Obr. 3: Priemerná výška populácie *Carex pilosa* Scop. na plochách EES (\pm SD s Fisherovým LSD testom, kde $p \leq 0,05$)



Hmotnosť

Najvyššia hodnota priemernej suchej hmotnosti sterilných (juvenilných) jedincov druhu *Carex pilosa* bola zaznamenaná na plochách M ($0,373 \text{ g.jedinec}^{-1}$) a OA ($0,366 \text{ g.jedinec}^{-1}$). Naopak, najnižšia hmotnosť bola zistená na plochách H ($0,283 \text{ g.jedinec}^{-1}$) a K ($0,249 \text{ g.jedinec}^{-1}$). V prípade fertillnej populácie *Carex pilosa* Scop. možno konštatovať, že najvyššie hodnoty suchej hmotnosti boli pozorované na ploche K ($0,181 \text{ g.jedinec}^{-1}$) a najnižšie na ploche M ($0,095 \text{ g.jedinec}^{-1}$). Rozdiel medzi priemernou hmotnosťou najťažšieho seniorného jedinca ($0,356 \text{ g.jedinec}^{-1}$), ktorý sa vyskytoval na ploche M a priemernou hmotnosťou najľahšieho seniorného jedinca ($0,228 \text{ g.jedinec}^{-1}$), ktorý sa vyskytoval na ploche K predstavoval 35,95 %. Priemerné suché hmotnosti *Carex pilosa* Scop. v rámci plôch EES Kremnické vrchy sú uvedené na obr. 4.

Obr. 4: Priemerná suchá hmotnosť jedinca *Carex pilosa* Scop. na plochách EES



Diskusia

Vegetatívne fenofázy druhu *Carex pilosa* Scop. nastúpili a prebiehali na porovnávaných plochách súčasne. Výnimkou bola fenofáza BBCH 97, ktorá bola pozorovaná na OA o 22 dní skôr ako na ploche K. Na ploche OA došlo ku skoršej nekrotizácii listovej čepele a postupnému usychaniu v porovnaní s jedincami rastúcimi pod ochranou materského porastu buka. Kvitnutie tohto druhu sme zaevidovali len na plochách OA, M a v počte niekoľkých jedincov aj na K ploche, kým na H ploche sa nevyskytovali fertílne jedince. Nástup kvitnutia v roku 2014 sme pozorovali už v poslednej pentáde marca, čo predstavuje veľmi skorý nástup v porovnaní s ostatnými rokmi. Pavelka (2012) zaznamenal nástup kvitnutia v roku 2011 na 111. deň a v roku 2008 až na 115. deň, teda 25. apríla.

Rast je jedným z najcharakteristickejších prejavov života rastlín. Rastom sa ireverzibilne zväčšuje hmota rastlín (Masarovičová et al., 2002). Výška (dĺžka) rastliny predstavuje jeden z morfometrických ukazovateľov vitality daného druhu na určitom stanovišti. Fytometrické parametre – počet, dĺžka a hmotnosť výhonkov, vyprodukovaná nadzemná fytomasa sú ovplyvňované najmä podmienkami prostredia. V prípade denzity sledovaného druhu môžeme konštatovať, že dosahoval najväčšiu denzitu sterilnej a fertílnej populácie nasledovne: plocha OA > plocha M > plocha K > plocha H. Pavelka (2009) uvádza, že v roku 2008 tento druh dosahoval na ploche M najväčšiu denzitu s hodnotami 132 sterilných a 62 fertílnych jedincov.m⁻². O 3 roky neskôr zistil denzitu 311 sterilných a 106 fertílnych jedincov.m⁻² (Pavelka, 2012). V roku 2014 boli hodnoty denzity sterilnej populácie na tej istej ploche asi o tretinu nižšie. Môžeme konštatovať, že denzita populácie *Carex pilosa* Scop. sa na tejto ploche dynamicky mení, čo súvisí so zmenami štruktúry mladého porastu drevinnej zložky. Najvyššie hodnoty dĺžky pozorovaného druhu boli zistené na plochách M a OA. Predpokladáme, že priaznivejšie ekologické podmienky na týchto plochách, predovšetkým dostatok živín (dusíka) z intenzívne sa rozkladajúceho organického materiálu a dostatok vlhky stimulovali na týchto plochách

intenzívnejší rast a tvorbu biomasy. K podobným výsledkom dospeli aj Kováčová et al. (2000). Sledovaný taxón dosahoval najvyššie hodnoty priemernej suchej hmotnosti jedincov na plochách M a OA u sterilnej a seniornej populácie, kým fertílné výhonky boli v priemere najťažšie na K ploche, teda pod materským porastom, na ostatných plochách boli hodnoty suchej hmotnosti relatívne vyrovnané. Priemerná hmotnosť jedinca juvenilnej populácie sa tu zvyšovala dlhšie časové obdobie, čo súvisí so životným cyklom tohto taxónu. V priebehu vegetácie dochádza v populácii k dynamickým zmenám jej štruktúry, predovšetkým z dôvodu postupného úhynu jedincov seniornej populácie a súbežne k rastu juvenilnej populácie (Schieber, Kováčová 2000).

Záver

Výsledky fenologických pozorovaní poukázali na vplyv rozdielnych podmienok prostredia na nástup a priebeh fenologických fáz, predovšetkým generatívnych. Generatívne fenofázy sledovaného druhu *Carex pilosa* Scop. neboli zistené u populácií rastúcich na ploche so zapojeným mladým porastom, kde je značný nedostatok svetla. Na druhej strane vegetatívne fenofázy prebiehali takmer súčasne, okrem fenofázy odumierania nadzemnej biomasy, kedy sa prejavil „ochranný“ vplyv porastu, pretože populácie rastúce pod zápojom porastu odumierali neskôr v porovnaní s populáciami na otvorenej ploche. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že rozdielne podmienky prostredia ovplyvňujú nielen fenológiu ale aj eko-produkčné parametre uvedeného druhu. Najvyššie hodnoty sledovaných parametrov (denzita, dĺžka výhonkov, hmotnosť) sme zaznamenali na plochách OA a M bez zapojeného porastu, na ktorých je v porovnaní s ostatnými plochami väčší príjem slnečného žiarenia a intenzívnejší rozklad organického materiálu. Takmer vyrovnané výsledky z analýzy eko-produkčných parametrov na plochách H a K signalizujú, že tieto plochy si začínajú byť značne podobné, predovšetkým z hľadiska fytoklímy. Prostredie 25-ročnej žrdkoviny (H plocha) resp. pôvodného 115 ročného bukového porastu (K plocha) preukázateľne pôsobí na prízemnú vegetáciu, predovšetkým na druhy náročnejšie na niektoré faktory prostredia, napr. na dostatok svetla. Nepriaznivejšie ekologické podmienky sa potom odzrkadľujú v nižších hodnotách vybraných eko-produkčných parametrov týchto taxónov, ku ktorým *Carex pilosa* Scop. patrí.

PodĎakovanie

Autori ďakujú agentúre VEGA za finančnú podporu pri riešení projektu č. 2/0041/13, v rámci ktorého vznikol prezentovaný príspevok.

Literatúra

- BARNA M., SCHIEBER, B., 2011: Climate response to forest management in beech stands. In: *Folia oecologica*, 38, p. 8 – 15.
- BRASLAVSKÁ, O., KAMENSKÝ, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava, s. 22.
- FUTÁK, J., DOSTÁL, J., NOVÁK, A., 1966: Flóra Slovenska I. Všeobecná časť, SAV Bratislava, s. 604.
- HANČINSKÝ, L., 1972. Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava, s. 307.
- HENDRYCH, R., 1984. Fytogeografie. SPN Praha, s. 224.
- HARTMAN, F., JAHN, G., 1967: Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nordlich der Alpen. Stuttgart, p. 636.
- CHMIELEWSKI, F. M., 2003. Phenology and Agriculture. In: *Agrarmeteorologische Schriften*. [online], Heft 12, [cit. 2014-12-15]. Dostupné na internete: <<http://www.agrar.hu-berlin.de/pflanzenbau/agrarmet/schrift12.pdf>>
- JANÍK, R., SCHIEBER, B., 2010. Effect of stocking densities on the biomass production of *Carex pilosa* L. in sub-mountain beech stands. In: *Beskydy*, 3, 2, p.151 – 158.
- JANÍK, R., SCHIEBER, B., BUBLINEC, E., DUBOVÁ, M., 2011. Content and concentration SO_4^{2-} in soil water and throughfall in submountain beech ecosystems. In: *Beskydy*, 4, p. 9 – 18.
- KELLEROVÁ D., JANÍK R., 2006. Air temperature and ground level ozone concentration in submountain beech forest (Western Carpathians, Slovakia). In: *Polish Journal Ecology*, 54, p. 505 – 509.
- KODRÍK, M., 1997. Height diversity and species biomass on a clear felling site in conditions of a submontane beech forest. In: *Folia dendrologica*, 24, p. 39 – 45.
- KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., GREGOR, J., 1993. Dynamics of the phytocenoses development of the submountain beech forest stands. I. Phytocenoses. In: *Ekológia (Bratislava)*, 1993, 12, p. 417 – 428.
- KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., GREGOR, J., 1995a. Výsledky fytocenologického výskumu v oblasti Kremnické vrchy. In: *Acta Facultatis Ecologiae Zvolen. TU vo Zvolene*, s.153 – 167.
- KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., KOVÁČOVÁ, M., SCHIEBER, B., 1995b. Sekundárna sukcesia na holorube ass. *Carici pilosae-Fagetum* Oberd. 1958 a *Dentario bulbiferae Fagetum* (Zlatník 1935) Hartmann et Jahn 1967. In: Križová, E., Ujházy, K. (eds.): Sekundárna sukcesia. Zborník referátov zo seminára. TU Zvolen, s. 67 – 73.
- KONTRIŠOVÁ, O., KONTRIŠ, J., GREGOR, J., 1993. Dynamics of the phytocenoses development of the submountain beech forest stands. II. Populations. In: *Ekológia (Bratislava)*, 12, p. 429 – 439.

- KONTRIŠOVÁ, O., KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠ, J., SCHIEBER, B., 1995. Produkcia populácie *Carex pilosa* v ekotóne porastovej steny ass. *Carici pilosae-Fagetum*. In: Benčať, T. (ed.): Biomass and Energy. SK – BIOM, TU Zvolen, s. 156 – 159.
- KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠOVÁ, O., KONTRIŠ, J., 1996. Dynamika produkcie populácie *Carex pilosa* v holorubných sukcesných štádiách ass. *Carici pilosae-Fagetum*. In: Acta Facultatis Ecologiae Zvolen, 3: 113 – 120.
- KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., 1998a: Produkčná analýza druhu *Carex pilosa* Scop. v ass. *Carici pilosae-Fagetum* Oberd. 1957 pri zmenenom zakmenení. In: Acta Facultatis Ecologiae Zvolen, č. 5, s. 93 – 101.
- KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., 1998b. Production dynamics of the *Carex pilosa* Scop. population in Sub-mountain beech forest. In: Ekológia (Bratislava), 17, 4, p. 377 – 383.
- KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., 1999a: *Carex pilosa* Scop. Species growth processes within submountain beech forest stand. In: Folia Oecologica, 26, p. 139 – 146.
- KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., 1999b: An analysis of biomass production and energy equivalent of the *Carex pilosa* Scop. population in a clear felling consortium of *Fagus sylvatica* reserve. In: Ekológia (Bratislava), 18, 4, p. 333 – 340.
- KOVÁČOVÁ, M., KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., 2000. Monitoring biometrických parametrov populácie *Dentaria bulbifera* L. v Kremnických vrchoch. In: Kontrišová, O., Bublinc, E. (eds.): Monitorovanie a hodnotenie stavu životného prostredia III. Technická univerzita Zvolen, s. 77 – 83.
- KRIŽOVÁ, E., 1993: Primary production of the aboveground biomass of a herb layer in selected forest types in EES Kováčová (In Slovak). In: Acta Facultatis Forestalis, 35, p. 99 – 107.
- KUBÍČEK, F., 1977: Metódy štúdia produktivity rastlín. In: Acta Ecologica, 4, p. 1 – 30.
- KUKLA, J., KONTRIŠ, J., KONTRIŠOVÁ, O., GREGOR, J., MIHÁLIK, A., 1988: Causes of floristical differentiation of *Dentario bulbiferae-Fagetum* (Zlatník 1935), Hartmann 1935 and *Carici pilosae-Fagetum* Oberd. 1957 associations. In: Ekológia (Bratislava), 17, 2, p. 177 – 187.
- KUKLOVÁ, M., KUKLA, J., SCHIEBER, B., 2005: Individual and population parameters of *Carex pilosa* Scop. (Cyperaceae) in four forest sites in Western Carpathians (Slovakia). In: Polish Journal Ecology, 53, p. 427 – 434.
- LARCHER, W., 1988: Fyziologická ekológia rastlín. Praha: Academia, s. 82 – 105.
- MASAROVIČOVÁ a kol., 2002: Fyziológia rastlín. Univerzita Komenského Bratislava, s. 180.

PAVELKA, M., 2009: Analýza morfolórických a produkčno-energetických parametrov druhov *Carex pilosa* Scop. a *Dentaria bulbifera* L. vo vzťahu k denzite stromového poschodia na EES Kremnické vrchy, Bakalárska práca, TU Zvolen, s. 54.

PAVELKA, M., 2012: Vplyv zmenených ekologických podmienok na vybrané analytické znaky dvoch rastlinných spoločenstiev v podhorskej bučine. Diplomová práca. TU Zvolen.

SCHIEBER, B., 2010: Fenológia kvitnutia vybraných lesných taxónov na vertikálnom gradiente. In: Ekologické štúdie, Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV, Bratislava, 1, p. 151 – 159.

SCHIEBER, B., 2014: Effect of altitude on phenology of selected forest plant species in Slovakia (Western Carpathians). In: Folia oecologica, 41, p. 75 – 81.

SCHIEBER, B., JANÍK, R., 2012: Herb layer response to ecological conditions during succession processes in a beech ecosystem. In: Ekológia (Bratislava), 31, p. 158 – 167.

SCHIEBER, B., KOVÁČOVÁ, M., 2000: Production-ecological study of *Carex pilosa* Scop. during its life cycle. In: Ekológia (Bratislava), 19, p. 263 – 271.

Statsoft, Inc. 2010. STATISTICA (data analysis software system). version 9.0. [online] 2010, [cit. 2014-11-18]. Dostupné na internete: < <http://www.statsoft.com/> >.

ŠKVARENINOVÁ, J., 2010: Priebeh jarných fenologických fáz na generatívnych orgánoch autochtónnych populácií smreka obyčajného (*Picea abies* (L.) Karst.) zo Slovenska. In: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 56, 4, p. 369 – 381.