

POROVNANIE PRIRODZENÝCH A ZMENENÝCH SPOLOČENSTIEV SLT *FAGETUM PAUPER* NA ZÁKLADE EKOLOGICKEJ ANALÝZY

Šimková Ivana, Kubov Martin

Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, Zvolen 960 01, Slovenská Republika,
+421-45-533 0914, e-mail: simkova@savzv.sk; kubov@savzv.sk

Abstrakt

Príspevok prezentuje výsledky štúdia reakcie rastlinných spoločenstiev na zmenené drevinové zloženie prostredníctvom ich ekologickej analýzy zostavenej podľa Ellenberga. Zamerali sme sa na faktory svetlo, teplota, reakcia a dusík. Výskum bol realizovaný v oblasti stredného Slovenska, v orografickom celku Štiavnické vrchy. Študované plochy reprezentovali prirodzené (*Fagus sylvatica*) a zmenené (*Carpinus betulus*) porasty patriace do skupiny lesných typov *Fagetum pauper*. PCA analýza označila svetlo, teplotu a dusík ako najvýraznejšie gradienty podieľajúce sa na zoskupení plôch. Najužšie zoskupenie plôch vytvárajú prirodzené porasty, pričom tesnosť ich zoskupenia so stúpajúcim vekom klesala. Zmenené porasty vykazujú široké zoskupenie plôch už v mladých 21-40 ročných porastoch. Štatistická analýza potvrdila signifikantné rozdiely medzi porastami jednotlivých typov lesa v prípade faktorov svetlo a teplota (vekové štádium 71-90 rokov), kedy v porastoch hraba obyčajného došlo k zvýšeniu zastúpenia a pokrývosti polotieňomilných druhov a druhov indikujúcich ekotopy mierneho tepla.

Kľúčová slova: zmena drevinového zloženia; Ellenberg; PCA analýza; Štiavnické vrchy

Úvod

Dreviny sú základným atribútom lesných spoločenstiev, ktoré ovplyvňujú jednotlivé zložky ekosystému. Okrem abiotických stanovištných faktorov [11] aj zloženie bylinného podrastu, ktoré je v lesoch mierneho pásma prevažne determinované pôdnou úrodnosťou, svetlom a dostupnosťou vody [2]. Zmena hospodárskeho spôsobu, intenzity prebierok a zmena drevinového zloženia vedie postupne k zmenám vlastností lesných pôd, svetla a mikroklimy. V konečnom dôsledku sa to odzrkadlí aj v zmene druhového zloženia bylinnej synúzie [4], ktorá je považovaná za výborný indikátor zmien celého ekosystému a to vďaka väčšiemu počtu druhov s užšou ekologickou amplitúdou [10].

Jedným z najjednoduchších a pomerne efektívnych metód vyhodnocovania zmien v spoločenstvách patrí ekologická analýza podľa ELLENBERGA et al. [1]. Predstavuje hodnotenie podmienok prostredia založených na bioindikačných vlastnostiach rastlinných druhov t.j vyjadrenie vzťahu jednotlivých druhov k vybraným ekologickým faktorom, pričom vychádza z kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov fytocenózy (druhová diverzita, abundancia a dominancia) [6].

Cieľom práce je porovnať výsledky ekologickej analýzy (faktorov: svetlo, teplo, reakcia a dusík) v prirodzených (*Fagus sylvatica*) a zmenených (*Carpinus betulus*) spoločenstvách SLT *Fagetum pauper* na Slovensku, v orografickom celku Štiavnické vrchy.

Materiál a metódy

Lesné spoločenstvá, ktoré boli predmetom tejto práce reprezentujú prirodzené (bukové) a zmenené (hrabové) porasty, rozdelené do 3 vekových štádií (21-40 ročné, 41-70 ročné a 71-90 ročné), v každej po 6 plôch. Z hľadiska lesníckej typológie patria tieto plochy do skupiny lesných typov *Fagetum pauper*. Študované geobiocenózy sa nachádzajú v oblasti stredného Slovenska, v orografickom celku Štiavnické vrchy, v nadmorskej výške v rozpätí 480–540 m (3. lesný vegetačný stupeň). Jedná sa o svahy s priemerným sklonom 15–20° a orientáciou na Z až SZ expozíciu. Horninové podložie je tvorené andezitovými tufovými aglomerátmi, na ktorých sa vytvorili kambizeme modálne, s hodnotou pH v rozmedzí 5–5,5. Ročný úhrn

zrážok (podľa meteorologickej stanice Banská Štiavnica) v rokoch výskumu (2012 a 2013) bol 719 mm, resp. 908 mm a priemerná ročná teplota dosahovala 9,0 °C, resp. 8,7 °C.

Na vyhodnotenie zmien v spoločenstvách bola použitá metóda ekologickej analýzy podľa ELLENBERGA et al. [1], ktorá je založená na základe výskytu rastlinných druhov a ich vzťahu k vybraným ekologickým faktorom. V našom výskume sme sa zamerali na ekologické faktory ako: svetlo (S)- charakterizuje intenzitu osvetlenia, ktorá je pre rastliny počas vegetačného obdobia optimálna, teplota (T)- charakterizuje stredné teploty, ktoré majú rastliny k dispozícii, pôdna reakcia (R)- charakterizuje výskyt druhov v závislosti od pôdnej reakcie a obsah dusíka (N) - charakterizuje výskyt druhov v závislosti od jeho obsahu v pôde počas vegetačnej doby.

Ako vstupné údaje nám slúžili fytoecologické zápisy z plôch s rozmermi 400m² [7]. Tie obsahovali súpis druhov, ktorých názvoslovie je uvádzané podľa MARHOLDA a HINDÁKA [5]. Ich kvantitatívne znaky sme vyjadrili podľa Zlatníkovej kombinovanej stupnice abundancie a dominancie, následne prepočítanej na percentá.

Na potvrdenie významnosti rozdielov Ellenbergových indikačných hodnôt hodnotených faktorov medzi jednotlivými typmi lesa a ich vekovými štádiami sme použili analýzu variancie ANOVA a *post-hoc* Tukeyov test [8]. Na stanovenie ekologickej charakteristiky a určenie rozdielov medzi jednotlivými zhlukmi sme použili analýzu hlavných komponentov (PCA) s dodatočnými premennými prostredia (Ellenbergove indikačné hodnoty) v programe Canoco for Windows 4.5 [9].

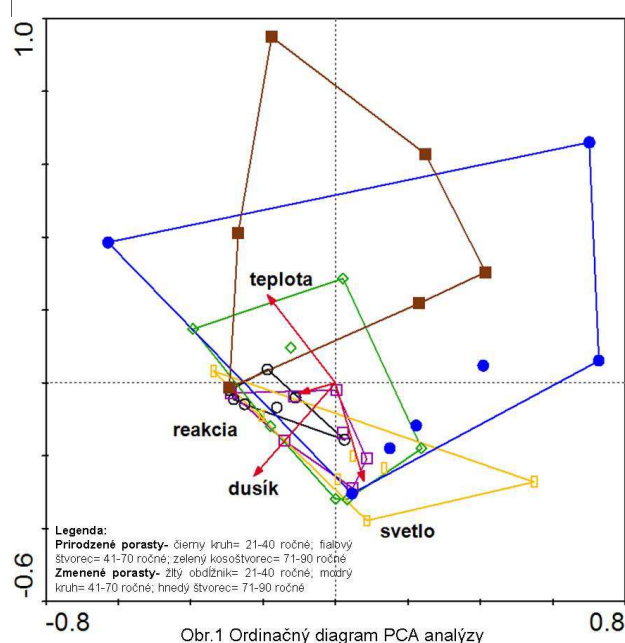
Výsledky a diskuse

Analýza hlavných komponentov (PCA) nám umožnila bližšie popísať ekologickú charakteristiku monitorovaných zhlukov (v našom prípade predstavujú porasty vekových štádií jednotlivých typov lesa) a porovnať ich medzi sebou (obr. 1). Ordinačný diagram označil svetlo, teplotu a dusík ako najvýraznejšie gradienty podieľajúce sa na zoskupení plôch.

Najbližšie pri sebe sú zoskupené plochy prirodzených bukových fytoecénóz, ktoré sú charakteristické relatívne homogénnymi podmienkami sledovaných faktorov. Tesnosť zoskupenia plôch sa so stúpajúcim vekom znižuje, čo možno pripísať zvyšovaniu pokryvnosti a počtu druhov so širším rozsahom nárokov na hodnotené faktory.

V mladých porastoch sa ako určujúce faktory druhového zloženia javia: vyššia reakcia a obsah dusíka. Postupne so stúpajúcim vekom sa vyskytujú byliny s vyššími nárokmi na svetlo. Vo vyspelých fytoecénózach druhové zloženie bylinnej synúzie odpovedá rovnomerným nárokom na všetky faktory.

V zmenených hrabových porastoch sme zaznamenali podobný trend, avšak tu dochádza k širšiemu zoskupeniu plôch už v mladých 21-40 ročných porastoch. Tieto spoločenstvá charakterizujú byliny s vyššími nárokmi na svetlo a dusík. So stúpajúcim vekom porastov sa zvyšujú nároky vyskytujúcich sa bylín na svetlo a teplotu, pričom nároky na reakciu a dusík klesajú. Aj napriek tomu, že niektoré faktory v hodnotených zhlukoch nevystupujú ako určujúce, dosahujú pomerne vysoký index (tab.1).



Obr.1 Ordinačný diagram PCA analýzy

Tabulka 1. Priemerné hodnoty faktorov v jednotlivých typoch lesa rozdelené podľa vekových štádií; a, b významné rozdiely

Vekové štádium/ faktor (ø ekočíslo)	Prirodzený les (<i>Fagus sylvatica</i>)				Zmenený les (<i>Carpinus betulus</i>)			
	21-40 r.	41-70 r.	71-90 r.	Σ rokov	21-40 r.	41-70 r.	71-90 r.	Σ rokov
Svetlo	3,03 ^a	2,76 ^a	2,87 ^a	2,88 ^a	4,11 ^b	3,63 ^a	3,16 ^a	3,66 ^b
Teplota	5,23 ^a	4,87 ^a	4,94 ^a	5,01 ^a	5,24 ^a	4,77 ^a	5,26 ^b	5,08 ^a
Dusík	5,98 ^a	5,47 ^a	5,72 ^a	5,72 ^a	5,93 ^a	6,04 ^a	5,48 ^a	5,83 ^a
Reakcia	6,78 ^a	6,18 ^a	6,22 ^a	6,39 ^a	6,79 ^a	6,51 ^a	6,38 ^a	6,57 ^a

Svetelné spektrum vykazuje ťažisko výskytu druhov v rozpätí hodnôt 2-4, čo indikuje výskyt plnotieňomilných, tieňomilných až polotieňomilných druhov. V priemere vyššie hodnoty ekočísel sú zistené v zmenených porastoch a to vo všetkých vekových štádiách. Práve v týchto porastoch došlo k zvýšeniu zastúpenia a pokryvnosti polotieňomilných druhov ako napríklad: *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande, *Stelaria holostea* L., *Pulmonaria officinalis* L., *Glechoma hederacea* L.. Štatistická analýza preukázala významný rozdiel ekočísel medzi oboma typmi lesa ($F_{(1,39)}=10,97$; $p=0,002$). V prípade rozdelenia do vekových štádií len v porastoch 21-40 ročných ($F_{(1,12)}=10,21$; $p=0,007$).

Pri faktore teplota zaznamenávame v hrabových porastoch výrazné zastúpenie indiferentných druhov (napr. *Ajuga reptans* L., *Dryopteris filix mas* (L.) Scott., *Mercurialis perennis* L., *Polygonatum multiflorum* (L.) All.. Zvyšná časť druhov hrabových porastov a bylinná synúzia bukových porastov má hlavné ťažisko svojho výskytu v rozpätí indexu 4-5, čo prislúcha druhom indikujúcim chladné a mierne ekotopy. Významné rozdiely sa prejavili len v porastoch vekového štádia 71-90 rokov ($F_{(1,11)}=5,52$; $p=0,037$), kedy v dôsledku zmeny drevinového zloženia došlo k zvýšeniu pokryvnosti a zastúpenia druhov indikujúcich mierne teplé stanovišťa ako: *Galium odoratum* (L.) Scop., *Galeobdolon luteum* Huds. emend. Holub a *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce.

Ekologický profil spoločenstiev vo vzťahu k dusíku vykazuje medzi vekovými štádiami vyrovnaný priebeh hodnôt. Ťažisko výskytu druhov je v rozpätí indexov 5 a 6. Jedná sa spravidla o bučinné druhy, ktoré majú svoje zastúpenie na stredne bohatých až bohatých pôdach. Významné rozdiely v zmene ekočísel sa medzi edifikátormi nepotvrdili.

Pri faktore pôdna reakcia priemerná hodnota indexu v oboch typoch lesa so stúpajúcim vekom klesá. Napriek tomu sa ťažisko druhov nachádza na mierne kyslých až neutrálnych pôdach (ekočíslo 6) [1].

IŠTOŇA [3] vo svojej práci opísal ekologickú charakteristiku hospodárskych lesov SLT *Fagetum pauper* pre územia Magura podobne. Spoločenstvá bukových lesov reprezentovali druhy tieňomilné až polotieňomilné, vo vzťahu k teplote rastúce v mierne teplom ekotopu a na pôdach s mierne kyslou až neutrálnou reakciou.

Záver

Výsledky ekologickej analýzy spoločenstiev ukázali, že zmena drevinového zloženia na mieste prirodzeného výskytu buka lesného (*Fagus sylvatica*) v orografickom celku Štiavnické vrchy sa odzrkadlila na zmene Ellenbergových indikačných hodnôt niektorých faktorov. Analýza PCA označila svetlo, teplotu a dusík ako gradienty podieľajúce sa na zoskupení hodnotených plôch. Najbližšie pri sebe sú zoskupené plochy prirodzených bukových fytoocenóz, ktoré sú charakteristické relatívne homogénnymi podmienkami sledovaných faktorov. Tesnosť ich zoskupenia so stúpajúcim vekom klesá. Zmenené porasty vykazovali široké zoskupenie plôch už v mladých 21-40 ročných porastoch. Štatistická analýza potvrdila významné rozdiely medzi porastmi jednotlivých typov lesa v prípade faktorov svetlo a teplota (vekové štádium 71-90 rokov), kedy v dôsledku zmeny drevinovej skladby v prospech hraba obyčajného (*Carpinus*

betulus) došlo k zvýšenému zastúpeniu a pokryvnosti polotieňomilných druhov a druhov indikujúcich mierne teplé stanovištia.

Poděkování

Autori ďakujú agentúre VEGA č. 2/0027/13 a č. 2/0041/13 za finančnú podporu pri riešení projektu, v rámci ktorého vznikol prezentovaný príspevok.

Literatura

- [1.] ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DULL, R., WIRTH, V., WERNER, W. et PAULISSEN, D. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropas*. Scripta Geobotanica, 18, Verlag Erich Goltze KG, Gottingen. 1992. 258 s.
- [2.] HÄRDTLE, W., OHEIMB, VON G. et WESTPHALT, CH. *Relationship between the vegetation and soil conditions in beech and beech-oak forests of northern Germany*. Plant Ecology, 2005, 177, s. 113-124.
- [3.] IŠTOŇA, J. *Fytocenologická charakteristika a zhodnotenie fytodiverzity lesných spoločenstiev modelového územia Magura*. Lesnícky časopis- Forest Journal, 2000, 46 (3), s. 237-255.
- [4.] LESNÁ, J. et KULHAVÝ, J. *Evaluation of humus conditions under different forest stands: beech vs. spruce dominated forest stand*. Ekológia Bratislava, 2003, 22 (3), s. 47-60.
- [5.] MARHOLD, K. et HINDÁK, F. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Veda Bratislava, 1998. 687 s.
- [6.] MERGANIČ, J. et IŠTOŇA, J. *Reakcia druhovej bohatosti a pokryvnosti lesných fytoocenóz na zmenu vlhkostných a teplotných podmienok v smrečinách 6 vegetačného stupňa Stredných Beskyd*. Zborník Beskydy, 2004, 17, s. 65-72.
- [7.] MORAVEC, J. *Fytocenologie*. Academia Praha, 1994. 404 s.
- [8.] STATSOFT, INC. 2010: STATISTICA (data analysis software system). version 9.0. www.statsoft.com.
- [9.] TER BRAAK, C.J.F. et ŠMILAUER, P. 2002: *CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide*. Sftw. For Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- [10.] UJHÁZY, K., KRIŽOVÁ, E. et UJHÁZYOVÁ, M. *Zmeny bylinnej synúzie spoločenstiev bukových lesov Poľany*. In Križová, E. et Ujházy, K. (eds.) *Dynamika, stabilita a diverzita lesných ekosystémov*. Zvolen: TU, 2007, s. 105-113.
- [11.] VAN OIJEN, D., MERKUS, F., PATRICK, H., DEN OUDEN, J. et DE WAAL, R. *Effects of tree species composition on within- forest distribution of understorey species*. Applied Vegetation Science, 2005, 8, s.155-166.

Abstract

The paper presents the results of the study responses of plant communities to changed tree species composition through their ecological analysis prepared by Ellenberg. We focused on the factors light, temperature, reaction and nitrogen. The research was conducted in central Slovakia, in orographic units Štiavnicke Mts. Studied plots represent natural (*Fagus sylvatica*) and changed (*Carpinus betulus*) forest stands belong to the forest types group *Fagetum pauper*. PCA analysis identified light, temperature and nitrogen as the most significant gradients involved in clusters plots. The closest cluster plots create natural forest stands, the tightness of the clusters decreased with increasing age. Changed forest stands show a broad cluster of plots already in the young 21-40 years old stands. Statistical analysis confirmed significant differences between different types of forest stands in the case of factors light and temperature (stage age 71-90 years), when in the hornbeam forests has increased representation and coverage half-sciophilous species and species indicating ecotope of mild heat.