

VPLYV INTENZITY ŽIARENIA NA VÝŠKOVÝ RAST NÁSLEDNÉHO PORASTU DUBA ZIMNÉHO (*QUERCUS PETRAEA* MATTUSCH.)

RESPONSE OF HEIGHT INCREMENT OF SESSILE OAK (*QUERCUS PETRAEA* MATTUSCH) NATURAL REGENERATION TO IRRADIATION INTENSITY

PETER JALOVIAK ✉ - STANISLAV KUCBEL - PAVOL BLAHÚT

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T.G. Masaryka 24, SK - 960 53 Zvolen

✉ e-mail: jaloviar@tuzvo.sk

ABSTRACT

The study analyses (i) the relationship between the density of sessile oak forest stand and relative irradiation in stand interior quantified by site factors (direct – DSF, indirect – ISF and total TSF), and (ii) the relationship between the height growth of sessile oak natural regeneration and quantitative characteristics of relative light under the stand canopy. The correlations between the parameters of stand density (basal area, stem number, canopy cover) and relative irradiation were weak. The highest correlation was found between ISF and stem number ($R^2 = 0.319^*$). Two vegetation periods after the reduction of stand canopy that reaches 20–80% of canopy cover or 20–58% of relative irradiation in 20 sample plots, the change of light conditions was reflected in differently intensive height growth of natural regeneration. The positive influence of more intensive irradiation was already observed in the first vegetation period after the canopy reduction. The positive impact on height growth of natural regeneration was even more significant in the second vegetation period. The value of canopy cover had no influence on the density of natural regeneration (saplings with mean height up to 80 cm).

Kľúčové slová: dub zimný, prirodzená obnova, stupeň clonenia, hemisférická snímka, relatívne osvetlenie

Key words: sessile oak, natural regeneration, canopy cover, hemispherical image, relative irradiation

ÚVOD

Prirodzená obnova dubových porastov je najkomplikovanejšou časťou celého produkčného cyklu. Vzhľadom na hospodársky význam duba zimného (*Quercus petraea* Mattusch.) ako druhej najrozšírenejšej listnatej dreviny na Slovensku (zastúpenie v roku 2012 bolo 10,7%) je potrebné venovať obnove dubových porastov náležitú pozornosť. Chyby, ktoré vzniknú počas realizácie obnovných rubov je možné dodatočne korigovať v procese starostlivosti o nárasty. Výchovné zanedbanie dubových nárastov, najmä zanedbanie úpravy drevinového zloženia a ochrany voči burine, sú vážne a v ďalších rastových fázach ťažko odstrániteľné problémy (RÖHRIG et al. 2006). Nerušený vývoj dubových prírodných lesov vedie takmer vo všetkých prípadoch k výraznej redukcii podielu duba v nastupujúcej generácii (SANIGA et al. 2014).

Možnosť dosiahnutia vysokej východiskovej hustoty dubových náletov je hlavnou potenciálnou výhodou prirodzenej obnovy. PEŇÁZ (1999) upozorňuje, že okrem nesporných výhod je prirodzená obnova v porovnaní s umelou obnovou náročnejšia na správnu voľbu obnovných rubov a na ich časové zosúladenie so semennými úrodami, ako aj nákladnejšia z hľadiska ťažbového procesu. Riziká spojené s prirodzenou obnovou duba, predovšetkým komplikovaný odhad semennej úrody vedú k tomu, že dub je oveľa častejšie ako iné listnate dreviny obnovovaný umelou obnovou (RÖHRIG et al. 2006). SHAW (1968) uvádza, že limitujúcim faktorom pre prirodzenú obnovu duba nie je produkcia a životaschopnosť žaludov, ale v dôsledku biotických škodlivých činiteľov malý podiel (len 0,6–1,5 %) tých žaludov, z ktorých nakoniec vzniknú a prežijú jednoróčné semenáčky.

Pre obnovu duba sú vzhľadom na jeho biologické vlastnosti vhodné také postupy, pri ktorých je využitá clonná obnova. V prípade, že výsledkom semenného rubu je dubový nálet s dostatočne vysokou hustotou, je ďalšia regulácia svetelných pomerov svetla až po úplné odclonenie nárastu absolútne kľúčovou podmienkou pre dopestovanie kvalitných zabezpečených mladých dubových porastov. To, že pre úspešný vývoj dubových náletov je potrebné rýchle znižovanie clony materského porastu, patrí k základným poznatkom pestovania lesa (VYSKOT 1958; KORPEL et al. 1991; BURSCHEL, HUSS 1997; SANIGA, BRUCHÁNIK 2009; SANIGA 2010). Spolu so silnejším presvetlením materského porastu sa síce zvyšuje riziko zaburinenia, ale toto nie je pre odrastanie duba vďaka jeho koreňovému systému natoľko škodlivé ako napríklad pre buk (LÜPKE 1987). Keďže dub zimný často rastie na stanovištiach náchylných na deficit zrážok, je optimalizácia tempa odobrania zásoby materského porastu dôležitá aj z hľadiska vzťahu osvetlenia a dostatku pôdnej vody. Platí zásada, že čím je stanovište suchšie, tým kratšia musí byť doba clonenia – v extrémnych prípadoch žiadna. Dostatočný prikon žiarenia pod materský porast je základným predpokladom pre prirodzenú obnovu všetkých porastov bez ohľadu na výstavbu a drevinové zloženie (VENCURIK 2003, 2004). Absorpčná schopnosť asimilačných orgánov materského porastu je veľmi vysoká. WAGNER et al. (2004) uvádzajú, že bukové listy sú schopné absorbovať cca. 90 % fotosynteticky aktívneho žiarenia (PAR) a približne 30 % infračerveného žiarenia zo spektra blízkeho viditeľnému svetlu.

Napriek rozsiahlym poznatkom o obnovných postupoch vhodných pre dub nie je exaktne určený vzťah medzi štruktúrou materského dubového porastu a osvetlením na povrchu pôdy, resp. presne kvan-

tifikovaným osvetlením a výškovým prírastkom dubových náletov a nárastov. Nepriama kvantifikácia osvetlenia pomocou porastových veličín, najmä pomocou odhadu zápoja (stupňa clonenia) a zakmenenia, je pre svoju jednoduchosť a rýchlosť najpoužívanejšou metódou v lesníckej praxi. Z hľadiska exaktnosti je jej použitie obmedzené jednak pre subjektívnu chybu pozorovateľa, ako aj pre slabú koreláciu medzi skutočnou mierou iradiácie a uvedenými taxačno-dendrometrickými veličinami.

V súčasnosti je pri použití vhodnej techniky možné s dostatočnou presnosťou kvantifikovať množstvo svetla, resp. PAR dopadajúceho pod clonu porastu. Metóda založená na využití hemisférických fotografií (EVANS, COOMBE 1959; CHAZDON, FIELD 1987; DOHRENBUSCH 1994; WAGNER 1994) poskytuje spoľahlivú informáciu o základných parametroch relatívneho osvetlenia vnútri porastu. Jeden z výstupov – nepriame relatívne osvetlenie (indirect site factor – ISF) je podľa ISHIDA, PETERS (1998) lepším prediktorom pre prírastok nadzemnej časti ako priame alebo celkové reálné osvetlenie (direct site factor – DSF a total site factor – TSF), a to aj napriek tomu, že ISF má z hľadiska príkonu iba malý podiel na TSF.

Cieľom tejto práce bolo (i) charakterizovať vzťah medzi relatívnym osvetlením vo vnútri dubového materského porastu a jeho hustotou vyjadrenou rôznym stupňom clonenia, počtom stromov a kruhovou základňou a (ii) stanoviť vplyv rôznej intenzity relatívneho osvetlenia na výškový rast následného porastu duba zimného. Charakteristika vzťahu relatívneho osvetlenia a hustoty porastu je metodickým cieľom, kým analýza vplyvu osvetlenia je zameraná na získanie výsledkov využiteľných v prirodzenej obnove porastov.

MATERIÁL A METODIKA

Miesto výskumu

Výskum sa uskutočnil v dvoch susediacich dielcoch (č. 425 a 426), ktoré sa nachádzajú na území OLZ Revúca, lesná správa Sirk. Obidva dielce sú tvorené dubom zimným – 69 %, bukom lesným (*Fagus sylvatica* L.) – 25 % a hrabom obyčajným (*Carpinus betulus* L.) – 6 %. Dubová zložka porastu má priemerný vek 105 rokov, s nerovnomerným zakmenením 0,72 (priemerná hodnota pre 1. porastovú skupinu), expozícia je juhozápadná, priemerný sklon 30 %. Rubná doba je stanovená na 110 rokov. Dielce patria do dvoch hospodárskych súborov lesných typov: 208 (sprašové bukové dúbavy) a 310 (svieže dubové bučiny). Porasty sú obnovne rozpracované maloplošným skupinovým clonným rubom. Osvetľovací rub bol vykonaný v roku 2010. Skupiny majú vo väčšine prípadov pravidelný kruhový tvar s priemerom do max. 1,5násobku priemernej výšky porastu. Z hľadiska časovej úpravy sa nachádzajú na začiatku celkovej obnovnej doby, ale jednotlivé skupiny majú rôzne vyspelé zmladenie a stupeň clonenia, resp. obnovného rozpracovania. Nezasiahnuté časti materského porastu majú homogénnu štruktúru s vyrovnaným zakmenením s hodnotou okolo

0,85 a stupňom clonenia 80–90 %. Konkrétne dielce sú sprístupnené sieťou približovacích línií.

Metodika meraní

Na meranie porastových charakteristík a osvetlenia bolo v obidvoch dielcoch v roku 2012 založených 20 kruhových výskumných plôch (VP) s polomerom 12,5 m (500 m²). Tieto plochy boli umiestnené v oboch dielcoch vždy tak, aby sa zachytilo zmladenie duba s rozdielnou výškou najvyšších jedincov do 100 cm. Na všetkých sledovaných VP bola vykonaná dočasná stabilizácia označením stredu plochy a očíslovaním stromov materského porastu. Farbou označený stred zároveň predstavoval pozíciu pre vytvorenie hemisférických snímok. Plochy boli umiestňované tak, aby sa v strede plochy nachádzalo len rovnorodé dubové zmladenie bez prímеси sprievodných drevín (buk a hrab), aj keď prímеси týchto dvoch drevín v následnej generácii je častá. V rámci jednotlivých VP sa zisťovali dendrometrické charakteristiky materského porastu (tab. 1), svetelné pomery a dynamika prirodzenej obnovy.

Na stromoch materského porastu sa merali: hrúbka stromov vo výške 1,3 m ($d_{1,3}$), výška stromov, projekcie korún živých stromov (4 polomery priemetov korún x_1-x_4) ako aj zachytená situácia (rozmiestnenie) stojacich stromov materského porastu s presnosťou na 0,1 m, na ploche v polárnych súradniciach (azimut a vzdialenosť od stredu plochy). Na základe týchto charakteristík boli pomocou programu Stand Visualization System vytvorené porastové profily jednotlivých výskumných plôch s následným stanovením stupňa clonenia (C) v %, t. j. podielu plochy prekrytej korunami stromov z celkového povrchu výskumnej plochy (500 m²).

V strede každej VP sa vytýčila kruhová čiastková plocha s výmerou 5 m² a na nej sa zisťoval počet jedincov zmladenia (ks/m²), ich výška v roku 2012 (cm) a výškový prírastok v rokoch 2011 a 2012. Za výšku jedinca sa považovala kolmá vzdialenosť terminálneho púčika dreviny od povrchu zeme. Na meranie sa použilo meracie pásmo s milimetrovou stupnicou.

Relatívne osvetlenie bolo merané pomocou analýzy hemisférických fotografií (WAGNER 1994). Na snímkovanie bol použitý prístroj WinScanopy Mid-O-Mount s fotoaparátom Nikon Coolpix 10 MP. Na vyhodnotenie hemisférických snímok bol použitý program WinScanopy Regular (Régent Instruments CA). Program používa systém pixelovej klasifikácie, t. j. priradí každému bodu snímky informáciu, či sa jedná o oblohu alebo stromami prekrytú časť. Snímka je farebná, preto aj klasifikácia vychádza z porovnania farebných prahov. Výstup pozostáva z informácií o hustote fotónového toku (photosynthetic photon flux density – PPFD) nad a pod clonou vegetácie pre globálne žiarenie a jeho jednotlivé zložky. Z týchto údajov je vypočítaná intenzita relatívneho osvetlenia difúznym svetlom (ISF – indirect site factor), priamym svetlom (DSF – direct site factor), resp. intenzita celkového osvetlenia (TSF – total site factor). Pod relatívnym osvetle-

Tab. 1.

Hodnoty základných taxačno-dendrometrických veličín stredného kmeňa duba a buka v rámci celého súboru skusných plôch s celkovou výmerou 1 ha

Basic dendrometric characteristics of mean stem of oak and beech from the series of research plots with total area of 1 ha

Drevina/ Tree species	Stredná hrúbka/ Mean diameter	Stredná výška/ Mean height	Šírka koruny/ Crown width	Početnosť stromov/ Stem number	Kruhová základňa/ Basal area
	cm	m	m	ks.ha ⁻¹	m ² .ha ⁻¹
Dub/Oak	38,5 (31,6–48,9)*	21,2 (20,3–24,3)*	6,8	113	16,73
Buk/Beech	35,8 (18,1–39,9)*	20,5 (21,0–23,8)*	9,4	19	2,57

*údaje v zátvorkách predstavujú minimálnu a maximálnu hodnotu zistenú v rámci 20 plôch

*data in brackets represent the minimum and maximum value recorded in 20 plots

ním sa rozumie podiel osvetlenia pod porastom z osvetlenia nad porastom, resp. na voľnej ploche. Spolu bolo vytýčených 20 plôch, čo predstavovalo 20 hemisférických snímok. Snímkovanie sa uskutočnilo dňa 18.9.2012 (7:00–11:30 SELČ) v podmienkach rovnomerne zamračenej oblohy.

Na hodnotenie vzťahu parametrov relatívneho osvetlenia a taxačno-dendrometrických charakteristík materského porastu resp. výšky a výškových prírastkov materského porastu sme použili metódu jednoduché a viacnásobnej regresnej a korelačnej analýzy v programe Statistica 6.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzťah porastových veličín a relatívneho osvetlenia

Hustota porastu v roku 2012 vyjadrená jeho kruhovou základňou, početnosťou stromov a stupňom clonenia je vždy záporne korelovaná s jednotlivými charakteristikami osvetlenia. Charakter závislosti je síce rovnaký, ale podstatne rozdielna je miera ovplyvnenia relatívneho osvetlenia jednotlivými charakteristikami, vyjadrená ako R^2 závislostí. Najtesnejší vzťah existuje medzi difúznym žiarením a početnosťou stromov materského porastu (tab. 2). Na druhej strane neexistuje žiaden relevantný vzťah medzi kruhovou základňou a osvetlením. Prekvapujúca je slabá korelácia medzi stupňom clonenia (zápojom porastu) a hodnotami relatívneho osvetlenia, hoci obidve veličiny sú principiálne vypočítané ako pomer začlenenej a nezачlenenej časti oblohy. Minimálna miera ovplyvnenia intenzity relatívneho osvetlenia zápojom vyplýva z dvoch základných rozdielov v metodike ich stanovenia. Zápoj je vypočítaný ako vertikálny priemet kompaktných objektov korún, pričom nezohľadňuje značné individuálne rozdiely v stavbe koruny, ktoré zásadne ovplyvňujú jej priepustnosť pre svetlo. Hemisférická fotografia zachytáva všetky miesta, cez ktoré je z daného bodu viditeľná obloha, t. j. aj tie, ktoré sú prekryté obrysom korún. Druhý rozdiel je v tom, že kým hemisférická snímka zachytáva pohľad na oblohu z určitého bodu, zápoj je kolmý priemet korún na celý povrch skusenej plochy, bez zohľadnenia sklonu plochy, resp. orientácie na svetové strany. Slabá korelácia týchto charakteristík zároveň poukazuje vysokú mieru nepresnosti, ktorou je zaťažený odhad svetelných podmienok pomocou zápoja.

Vzťah denzity porastu a relatívneho difúzneho žiarenia je známy, aj keď nie celkom spoľahlivo vysvetlený. COOMES, GRUBB (2000), ISHIDA, PETERS (1998) a PARENT, MESSIER (1996) uvádzajú, že ISF má najtesnejší vzťah k viacerým porastovým veličinám. Vzťah veličín relatívneho osvetlenia, kruhovej základne a počtu stromov, ako základných ukazovateľov hustoty materského porastu sa analyzoval metódou viacnásobnej lineárnej korelačnej a regresnej analýzy (tab. 3). Hodnotenie neprispelo k výraznému spresneniu odhadu žiadneho parametra osvetlenia, a to aj napriek tomu, že početnosť stromov (N), kruhová základňa (G) a stupeň clonenia (C) nie sú medzi sebou tesne korelované, a hodnoty ich redundancií sú 0,492 (G), 0,309 (N) a 0,433 (C).

Vzťah osvetlenia a výškového rastu následného porastu

Výška následného porastu duba je v rôznej miere ovplyvnená osvetlením, ktoré bolo kvantifikované pomocou hodnôt relatívneho osvetlenia, ale aj stupňa clonenia. (obr. 1). Vzťah výšky odvodené pre rok 2010 a intenzity osvetlenia je náhodný. Intenzita presvetlenia teda nesúvisela s výškovou vyspelosťou existujúceho dubového zmladenia a absolútne rozdiely vo výške na jednotlivých východiskách sú vzhľadom na vek semenáčikov malé. Toto nepriamo poukazuje na vyrovnanú výškovú štruktúru a homogenitu súboru jedincov následnej generácie pred prvým presvetlením. Priemerná výška v roku 2010 sa na jednotlivých skusných plochách pohybovala v rozpätí od 6,4

do 26,9 cm. Za dve vegetačné obdobia, t. j. do roku 2012 sa priemerné výšky zväčšili na 17,9 až 72,7 cm.

Závislosť výškového prírastku od osvetlenia sa prejavila už v prvom vegetačnom období po vykonaní osvetľovacieho rubu. Pozitívna reakcia na vyššiu intenzitu osvetlenia znamená, že dub sa rýchlo – v priebehu jedného vegetačného obdobia – dokáže prispôsobiť zmeneným ekologickým podmienkam a nepotrebuje takmer nijaký čas na aklimatizáciu. Pri porovnateľnej východiskovej výške sa už v roku 2011 zistila významná závislosť výškového prírastku od stupňa clonenia a ISF. V druhom roku po osvetľovacom rube dochádza k najvýraznejšej akcelerácii výškového prírastku na najviac osvetlených plochách (obr. 1). Výškový prírastok je na rozdiel od radiálneho prírastku silne ovplyvnený aj ekologickými podmienkami v predchádzajúcej vegetač-

Tab. 2.

Parametre lineárnej korelácie medzi hustotou porastu, charakterizovanou kruhovou základňou, počtom stromov na 1 hektár a stupňom clonenia a ukazovateľmi relatívneho osvetlenia

Parameters of linear regression between the characteristics of stand density (basal area, stem number and canopy cover) and relative irradiation

Nezávislá veličina/ Independent variable	Parametre korelácie/ Regression parameters	DSF	ISF	TSF
Kruhová základňa/ Basal area (G) [m ² .ha ⁻¹]	a	0,387	0,403	0,317
	b	-0,0003	-0,0006	-0,0015
	R ²	0,028	0,139	0,009
Početnosť stromov/ Stem number (N) [ks.ha ⁻¹]	a	0,421	0,436	0,423
	b	-0,0006	-0,0009	-0,0007
	R ²	0,101	0,319*	0,127
Stupeň Clonenia/Canopy cover (C) [%]	a	0,449	0,433	0,447
	b	-0,0022	-0,0022	-0,0022
	R ²	0,179	0,305*	0,204*

Tab. 3.

Základné parametre viacnásobnej lineárnej regresie medzi relatívnym žiarením a základnými dendrometrickými veličinami materského porastu

Basic parameters of multiple regression between relative irradiation and basic dendrometric characteristics of parent stand

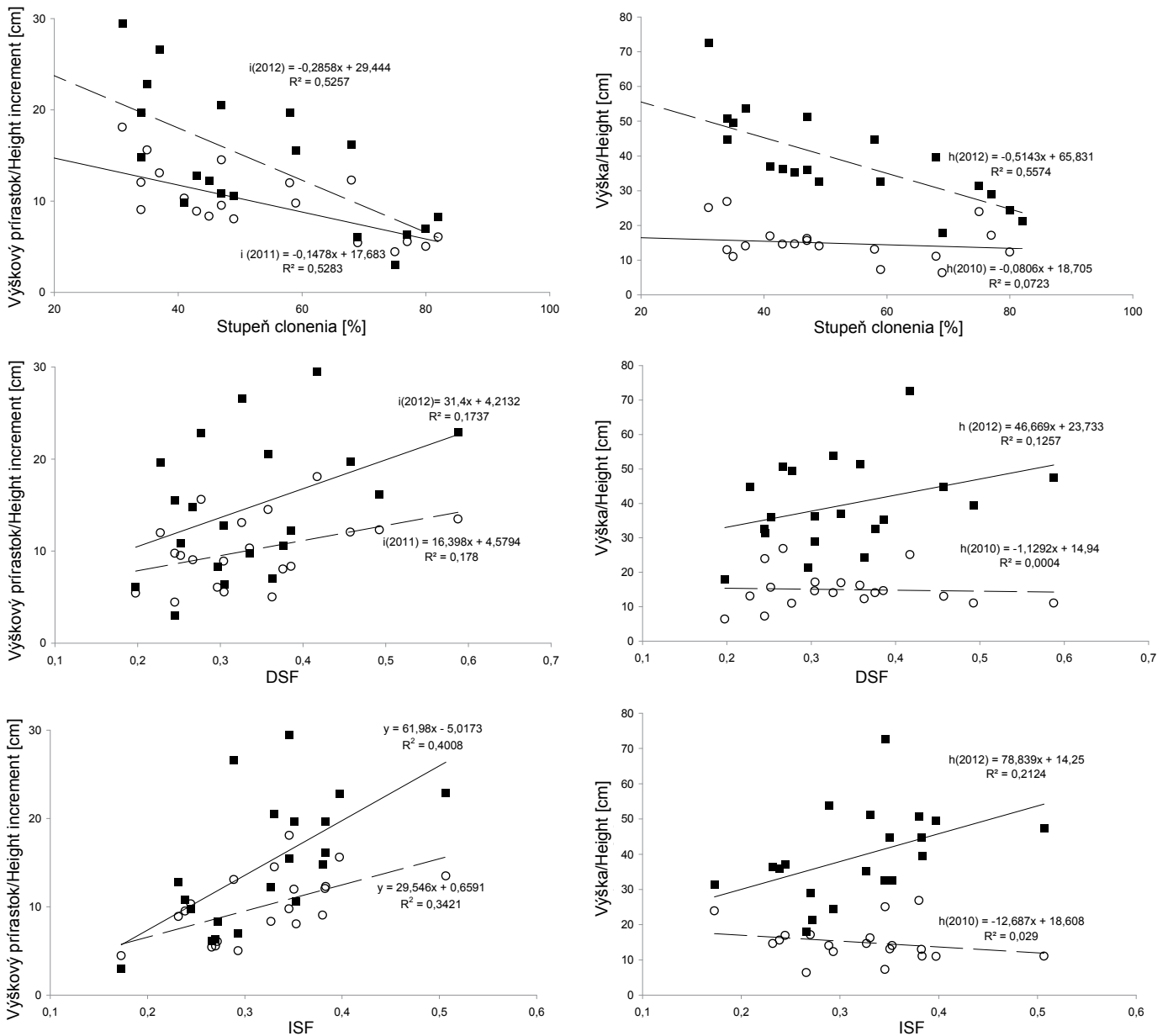
Parametre korelácie/ Regression parameters	TSF	ISF	DSF
a	0,462*	0,467*	0,461*
b1 (G)	-0,0001*	-0,0005*	0,0016*
b2 (N)	-0,0007	-0,0008	-0,0007
b3 (C)	-0,0033*	-0,0020*	-0,0035*
R ²	0,331*	0,432*	0,303

nej sezóne (OLIVER, LARSON 1996), pretože terminálny púčik, ktorého veľkosť determinuje následne veľkosť prírastku je zakladaný v predchádzajúcej sezóne. Z tohto hľadiska je potom pochopiteľná aj silnejšia akcelerácia výškového prírastku v roku 2012 na plochách s intenzívnym osvetlením.

Rozdiely vyplývajúce z rôznej dynamiky výškového rastu korešpondujú so skúsenosťami z obnovovaných dubových porastov. RÖHRIG et al. (2006) uvádzajú, že pri redukcii osvetlenia na 25 % osvetlenia voľnej plochy dochádza k redukcii výškového prírastku na približne polovicu v porovnaní s jedincami rastúcimi na voľnej ploche. V oveľa väčšej miere je ovplyvnená celková biomasa, vrátane biomasy koreňov. Na roz-

diel od zaužívaných postupov, ktoré vyžadujú síce rýchle, ale postupné znižovanie clony materského porastu sa zistilo, že následný dubový porast veľmi dobre reaguje aj na včasné a radikálne zníženie stupňa clonenia (obr. 1), a to až na úroveň 10–20 %. K podobnému záveru dospeli BŘEZINA, DOBROVOLNÝ (2011), ktorí uvádzajú, že hodnoty výškového a hrúbkového prírastku duba stúpajú priamo úmerne s intenzitou osvetlenia a najvyššie hodnoty prírastkov zistili na plochách bez clony materského porastu.

Závislosť výšky a výškového prírastku od jednotlivých charakteristík osvetlenia je pomerne voľná. Potvrdilo sa, že výškový prírastok je spomedzi všetkých charakteristík relatívneho osvetlenia najtesnejšie ko-



Obr. 1.

Lineárne korelácie medzi výškovým prírastkom (ľavý stĺpec), resp. výškou (pravý stĺpec) následného porastu duba zimného a stupňom clonenia (horný riadok), DSF (stredný riadok a ISF (dolný riadok); plná čiara zobrazuje lineárnu závislosť pre rok 2012, bodkovaná pre rok 2011 (v prípade výšky pre rok 2010)

Fig. 1.

Linear correlations between height increment (left column) or height (right column) of natural regeneration of sessile oak and canopy cover (first row), DSF (second row) and ISF (third row); solid line represents linear relationship for 2012, dotted line for 2011 (in case of height for 2010)

relovaný s relatívnym difúznym osvetlením. Napriek tomu, že priame žiarenie je z kvantitatívneho hľadiska podstatne väčšou zložkou globálneho žiarenia, je relatívne priame osvetlenie zvyčajne len slabokorelované s rastovými parametrami následného porastu. Na druhej strane dosahuje korelácia stupňa clonenia a výškového prírastku v obidvoch rokoch ako aj výšky v roku 2012 porovnateľnú úroveň ako závislosť týchto veličín od ISF, a to aj napriek tomu, že ISF a stupeň clonenia sú navzájom iba slabokorelované.

Aktuálna hustota dubového náletu, resp. nárastu nemá nijaký vzťah k intenzite relatívneho osvetlenia. Počty jedincov sa pohybovali v rozptáí od 4 do 15 ks.m⁻² bez ohľadu na hustotu materského porastu. Početnosť dubových náletov závisí v prvom rade od bohatosti semennej úrody a následného počtu semenáčikov, ktoré vyklíčia a prežijú prvé vegetačné obdobie. V prípade skúmaných porastov sa ešte neprejavila autoredukcia, pretože zapájanie bolo v roku 2012 pozorované len vo výškovo najvyšších častiach následnej generácie.

ZÁVER

Vývoj prirodzenej obnovy duba zimného je významne ovplyvnený svetelnými podmienkami po prvom osvetľovacom rube. Zistilo sa, že už v prvom vegetačnom období nasledujúcom po znížení clony materského porastu reagujú semenáčky duba na zvýšenie kvantity osvetlenia zrýchlením výškového rastu. Zároveň sa zistilo, že rýchla a výrazná redukcia clony materského porastu neohrozuje proces prirodzenej obnovy a naopak, významne zrýchľuje jej výškový rast. Vyššia sila osvetľovacích rubov tak môže významne prispieť k eliminácii zaburinenia, prípadne k zvýšeniu konkurenčnej schopnosti duba vo vzťahu k sprievodným drevinám, v tomto prípade k buku.

Podakovanie:

Práca vznikla vďaka podpore projektu VEGA V-1/0381/12 „Disturbancný režim, štruktúra vybraných pralesov západných Karpát a výskum pestovných technológií zameraných na trvaloudržateľný rozvoj lesov Slovenska“.

LITERATÚRA

- BŘEZINA I., DOBROVOLNÝ L. 2011. Natural regeneration of sessile oak under different light condition. *Journal of Forest Science*, 57: 359–368.
- BURSCHEL P., HUSS J. 1997. *Grundriß des Waldbaues*. Berlin, Parey: 487 s.
- COOMES D.A., GRUBB P.J. 2000. Impacts of root competition in forests and woodlands: A theoretical framework and review of experiments. *Ecological Monographs*, 70: 171–207.
- DOHRENBUSCH A. 1994. Überlegungen zur Optimierung der Strahlungsmessungen im Wald. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 166: 109–114.
- EVANS G.C., COOMBE D.E. 1959. Hemispherical and woodland canopy photography and the light climate. *Journal of Ecology*, 47 (1): 103–113.
- CHAZDON R.L., FIELD C.B. 1987. Photographic estimation of photosynthetically active radiation: evaluation of a computerized technique. *Oecologia*, 73: 525–532.
- ISHIDA M., PETERS R. 1998. Effects of potential PAR on shoot extension in juveniles of main tree species in a Japanese temperate forest. *Ecological Research*, 13 (2): 171–182.
- KORPEŠ. et al. 1991. *Pestovanie lesa*. Bratislava, Príroda: 465 s.
- LÜPKE B. von 1987. Einflüsse von Altholzüberschirmung und Bodenvegetation auf das Wachstum junger Buchen und Traubeneichen. *Forstarchiv*, 58: 18–24.
- OLIVER CH.D., LARSON B.C. 1996. *Forest stand dynamics*. New York, John Wiley: 520 s.
- PARENT S., MESSIER CH. 1996. A simple and efficient method to estimate a microsite light availability under a forest canopy. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: 151–154.
- PEŇÁZ J. 1999. Přirozená obnova dubu. *Lesnická práce*, 78: 407–409.
- RÖHRIG E. et al. 2006. *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. Stuttgart, Ulmer : 479 s.
- SANIGA M., BRUCHÁNIK R. 2009. *Prírode blízke obhospodarovanie lesa*. Zvolen, NLC: 104 s.
- SANIGA M. 2010. *Pestovanie lesa*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 327 s.
- SANIGA M., BALANDA M., KUCBEL S., PITTNER J. 2014. Four decades of forest succession in the oak-dominated forest reserves in Slovakia. *iForest (early view): e1-e9* [online] [cit. 2014-04-17]. Dostupné na World WideWeb: <http://www.sisef.it/forest/contents/?id=ifor0996-007>
- SHAW M.W. 1968. Factors affecting the natural regeneration of sessile oak (*Quercus Petraea*) in North Wales. II. A preliminary study of acorn production, viability and losses. *Journal of Ecology*, 56 (2): 565–583.
- VENCURIK J. 2003. Regeneračné procesy výberkového lesa v oblasti Oravských Beskýd. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 45: 199–212.
- VENCURIK J. 2004. Vplyv clonenia strednej a hornej vrstvy výberkového lesa na štruktúru a dynamiku jeho prirodzenej obnovy. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 46: 117–129.
- VYSKOT M. 1958. *Pěstění dubu*. Praha, Československá akademie zemědělských věd: 284 s.
- WAGNER S. 1994. *Strahlenschätzung in Wäldern durch hemisphärische Fotos, Methode und Anwendung*. Göttingen, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades: 166 s.
- WAGNER S., KÜSSNER R., AMMER CH., DOHRENBUSCH A. 2004. Hinweise zur Erfassung von Strahlung und Kronenraumstruktur in Waldbeständen im Rahmen waldbaulicher Untersuchungen. *Forstarchiv*, 75: 110–121

RESPONSE OF HEIGHT INCREMENT OF SESSILE OAK (*QUERCUS PETRAEA* MATTUSCH) NATURAL REGENERATION TO IRRADIATION INTENSITY

SUMMARY

The shelterwood regeneration is the main type of regeneration and the basis for the forming of high quality oak forest stands. In order to quantify the relationship between relative irradiation and the density of forest stand expressed by stem number (N), basal area (G) and canopy cover (C), we established 20 circular research plots (RP) with the radius of 12.5 m (500 m²). Variable density of forest stand in particular research plots is the result of secondary fellings with different intervention severity. In each research plot we assessed the values of stem number, basal area and canopy cover and on the central point a hemispherical image was taken using the system WinScanopy Mid-O-Mount 10MP to quantify the relative irradiation (ISF, DSF and TSF). In the centre of each research plot, we established a circular subplot of 5 m², where the heights and height increments for years 2011 and 2012 as well as the density of oak natural regeneration were registered. The relationships between characteristics of stand density and relative irradiation were in general weak (Tab. 2). Significant correlations were found only between ISF and both stem number ($R^2 = 0.319^*$) and canopy cover ($R^2 = 0.305^*$) as well as between TSF and canopy cover ($R^2 = 0.204^*$).

Natural regeneration is very sensitive to the changes of light conditions. While at the end of vegetation period 2010 the initial height of saplings in all research plots was equal, already in 2011 (i.e. in the first vegetation period after the secondary felling) we recorded a higher height increment in the plots with lower canopy cover and thus with a higher radiation intensity (Fig. 1). In 2012 the influence of higher light intensity was even more significant. The difference between the height increment in the plots with the lowest (approx. 20%) and the highest (approx. 80%) canopy cover was more than fivefold. The relationships between canopy cover or ISF and height increments or the height in 2012 were medium strong ($R^2 > 0.5$). On the other hand, we recorded only weak correlations between the height increments and direct radiation (DSF). The results suggest that oak natural regeneration needs almost no time for the adaptation, even after strong interventions in parent stand. Fast reduction of growing stock does not represent any risk for the growth of oak saplings. On the contrary, it is advantageous as the acceleration of height increment largely eliminates the danger of weed infestation or competition of accompanying tree species (i.e. beech or hornbeam).