



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady
Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně
Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze



PĚSTEBNÍ POSTUPY PŘI ZAVÁDĚNÍ DOUGLASKY DO POROSTNÍCH SMĚSÍ V PODMÍNKÁCH ČR

*Silvicultural approaches for introduction of Douglas-fir
into the forest mixed stands
in conditions of the Czech Republic*

Zpracovali:

MARIAN SLODIČÁK, JIŘÍ NOVÁK,
OLDŘICH MAUER, VILÉM PODRÁZSKÝ
a kolektiv

Spolupracovali:

David Dušek, Kateřina Houšková, Dušan Kacálek,
Petr Kantor, Jiří Kubeček, Ivo Kupka, Karel Matějka,
Martina Paduchová, Karel Pulkrab, Hana Prknová,
Jiří Remeš, Roman Sloup, František Šach,
Ladislav Šimerda, Petr Vaněk, Jiří Viewegh,



10.

VLIV DOUGLASKY NA STAV LESNÍCH FYTOCENÓZ

EFFECT OF DOUGLAS-FIR ON FOREST PLANT COMMUNITIES

KAREL MATĚJKA, VILÉM PODRÁZSKÝ, JIŘÍ VIEWEGH

Abstract

Different types of plant communities thrive under planted Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*/Mirb./Franco) stands, differentiated mainly according to soil features. Biogeography also plays a role. There is a need for new knowledge comparing ground vegetation composition and productivity in Douglas-fir stands with that in stands of native tree species, as well as in stands of native, but off-site, Norway spruce. The analysis was performed within parallel pairs of plots of Douglas-fir and other species: European beech (*Fagus sylvatica* L.), oaks (*Quercus petraea* agg. and *Q. robur*) and Norway spruce (*Picea abies*) growing in comparable site conditions. Older stands with a fully developed ground vegetation layer were selected for comparison. The dominant tree species is a principal driver of herb-layer species composition, but other woody species are a very important influence, too. Results indicated an increased species richness and diversity of ground vegetation in the Douglas-fir stands, along with an increase in the share of nitrophilous and early-successional species. These herbaceous species form communities that may not be desirable in stands of autochthonous tree species. In contrast, considerable revitalisation of the natural character of plant communities was observed in the allochthonous spruce stands based on measures of species composition. The higher proportion of nitrophilous species in the ground vegetation in the Douglas-fir stands suggests nitrification processes at work.

Keywords: Douglas-fir, ground vegetation, herb layer, species richness, species diversity

ÚVOD

Vliv jednotlivých dřevin na jednotlivé složky životního prostředí a na biodiverzitu lesních společenstev je jedním z důležitých aspektů posouzení jejich vhodnosti na daném stanovišti. U introdukovaných dřevin pak přistupuje ještě hledisko směru a stupně změny charakteru prostředí a struktury jednotlivých cenóz. Předpokládané výrazné změny přirozených společenstev přízemní vegetace, edafonu i dalších složek lesních ekosystémů jsou velmi často uváděny jako argument proti zavádění nepůvodních dřevin, a to i když nejsou k dispozici konkrétní poznatky. Douglaska tisolista (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./





Franco) je přitom jednou z komerčně nejvýznamnějších dřevin jak v areálu původního rozšíření, tak i jako introdukovaná dřevina především v evropských zemích. Její prvotní introdukce do Evropy je uváděna v rozmezích let 1826–1830, cílem byly v prvním období především parky a exteriéry šlechtických sídel (<http://www.monumentaltrees.com/en/europe-coastdouglasfir/>). Nobilita v daném čase velmi často podporovala vědy a umění a podle současných představ upravovala i okolí svých sídel. Přitom se snažila osázet své parky a zahrady, později i vlastní lesní porosty tehdy módními exotickými dřevinami. Dá se předpokládat, že na našem území se tato dřevina objevila kolem roku 1842 a roste dodnes v tzv. Americké zahradě v Chudenicích, založené hrabětem Černínem. V současnosti se pro tento exemplář uvádějí výšky od 34 do 37 m (podle různých zdrojů) a obvod kmene 572 cm. (Jen pro zajímavost: nejstarším a dosud rostoucím exemplářem v Evropě je douglaska tisolistá v Eggesford forest – Velká Británie, s výškou 41 m a obvodem kmene 780 cm).

Od této doby se ale douglaska tisolistá také začala vysazovat do lesních porostů. U nás prof. Kantor (Kantor et al. 2002) uvádí první porostní výsadby kolem r. 1844 na území dnešního ŠLP Křtiny, třebaže dnes již tento porost fyzicky neexistuje. Jinak je douglaska v hospodářských lesích ČR spíše méně se vyskytující dřevinou, protože z celé rozlohy lesů zaujímá pouhých 0,22 %, a to přes značný zájem lesníků o její pěstování (Podrázský et al. 2011, Remeš et al. 2011).

Z hlediska botanického je douglaska naturalizovaným neofytem (Daníhelka et al. 2012).

Většina lesnického výzkumu pro potřeby provozu v oblastech původního rozšíření douglasky tisolisté se zaměřuje spíše na otázky živinových cyklů na jednotlivých stanovištích, především nitrátů, hlavně v mladých porostech a při pěstování sazenic (Thiel, Perakis 2009). Velmi populární je zde i otázka hnojení případně přihnojování močovinou. Většinou se však jedná o lokality po požárech, na nichž dochází k velkým ztrátám živin, především dusíku, a k jejich následnému intenzivnímu vyplavování, a proto je zřejmě nutné a vysoce ekonomické jej dodávat uměle. Tento problém u nás příliš aktuální není, ale zajímavé jsou pro nás poznatky ukazující na odolnost douglasky tisolisté k přísuškům v mladších porostech a dlouhodobějšímu suchu v porostech dospělých (Nadezhdina et al. 2014, Urban et al. 2009, Urban et al. 2011).

V evropských podmínkách je nejvyšší podíl douglasky tisolisté ve Francii a vyšší podíl této dřeviny mají i v hospodářských lesích v Německu a Itálii (Schmid et al. 2014). Růstem a produkčními možnostmi douglasky tisolisté se u nás zabývají obě lesnické fakulty i VÚLHM. Vzhledem k tomu, že douglaska tisolistá je u nás introdukovanou dřevinou, vyvstává poměrně naléhavě otázka jejího vlivu na naše lesní ekosystémy. Je všeobecně známo, že vegetace poměrně rychle a názorně odráží změněné podmínky stanoviště včetně závažných změn fyzikálních složek prostředí a půdy – ostatně na tomto principu je založena velká většina klasifikací vegetace. Lesní dřeviny vytvářejí charakteristický zápoj definovaný svojí intenzitou, dále svým opadem, nadzemním i podzemním, vý-

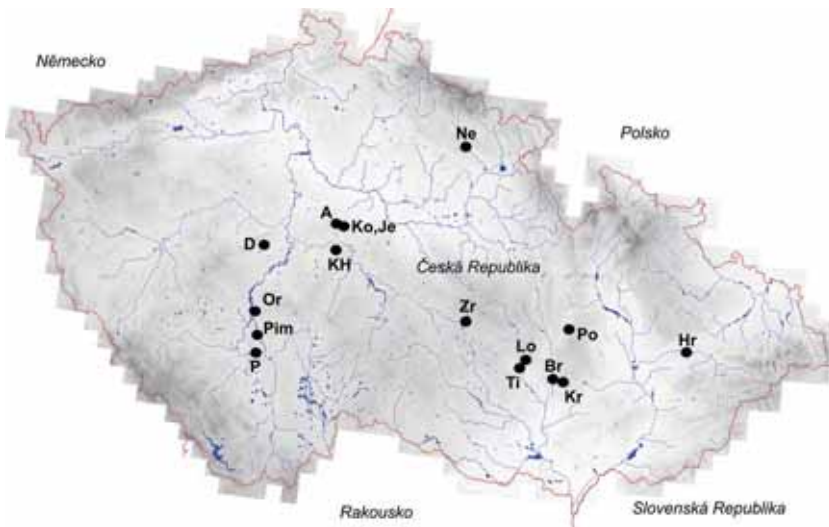




razně a poměrně rychle mění charakter humusových forem a obecně stav půd. Tyto trendy odráží bylinná etáž velice rychle a umožňuje tak posoudit vliv jednotlivých dřevin na své růstové prostředí. Právě taková bioindikace byla použita k tomu, aby ukázala vliv douglasky tisolisté na přízemní vegetaci, z čehož se dá nepřímou usuzovat na případné změny chemizmu humusu a svrchní části půdy (Podrázský et al. 2011). Dále lze předpokládat, že přízemní vegetace, její opad a vzájemný synergismus, ovlivní významně i další společenstva, především hmyzu a půdních organismů. Cílem této etapy výzkumu douglasky v českých podmínkách proto bylo zhodnocení jejího vlivu na rostlinná společenstva v lesních porostech.

METODIKA

Pro naše šetření byly vyhledávány porosty, v nichž by douglaska tisolistá tvořila souvislé skupiny čisté nebo s podílem alespoň 60 % a přitom aby tyto porosty byly starší 60 let (nejlépe 80 let a více), s již plně vyvinutou přízemní vegetací. Pro ni by v těchto porostech měly být již vhodné podmínky, především světelné, a vysoký podíl douglasky tisolisté by měl dostatečně zajistit její dominantní vliv v přízemní vrstvě, ve vrstvě nadložního humusu a alespoň v nejsvrchnější vrstvě minerální půdy. Pro srovnání byly v blízkosti těchto douglaskových po-



Obr. 10.1: Lokality sběru dat: Ko, Je, A: Školní lesní podnik ČZU v Praze; KH: LČR Komorní Hrádek; D: Lesy Collaredo-Mansfeld Dobříš; Or: Lesy Schwarzenberg, Orlík; Pim: Městské lesy Písek; P: Školní polesí Hůrky Písek; Ne: LČR Nemojov; Zr: Lesy Kinský, Žďár nad Sázavou; Ti, Lo: LČR Tišnov; Kr, Br: Školní lesní podnik Masarykův les, Mendelu v Brně; Po: LČR Prostějov; Hr: Školní polesí Hranice
Localities of the data collection: Ko, Je, A: School Training Forest CULS Prague; KH: Forests of the Czech Republic, Komorní Hrádek; D: Forests Collaredo-Mansfeld Dobříš; Or: Forests Schwarzenberg, Orlík; Pim: Municipal Forest Písek; P: School Forest Hůrky, Písek; Ne: Forests of the Czech Republic, Nemojov; Zr: Forests Kinský, Žďár nad Sázavou; Ti, Lo: Forests of the Czech Republic, Tišnov; Kr, Br: School Training Forest Masarykův les, Mendelu Brno; Po: Forests of the Czech Republic, Prostějov; Hr: School Forest Hranice





rostů za podmínek stejné expozice, sklonu a SLT, pokud možno i věku, vybraných plochy s dominancí jiných hospodářských dřevin podle výskytu na jednotlivých lokalitách – smrku ztepilého (*Picea abies*), buku lesního (*Fagus sylvatica*) a dubů (*Quercus petraea* agg. a *Q. robur*). Fytoocenologické snímkování proběhlo v letech 2011 až 2014 v několika regionech České republiky (obr. 10.1).

Fytoocenologické snímky (celkem snímky z 278 ploch) byly zapsány do databáze DBreleve (Matějka 2013). Tam byla data transformována tak, aby suma reprezentativnosti (resp. pokryvnosti) všech druhů dané etáže ve snímku odpovídala celkové pokryvnosti této etáže. Další zpracování proběhlo pro bylinou etáž (E_1).

Pro každý snímek byly vypočítány druhová bohatost, celková diversita a vyrovnanost podle E_1 . Jako druhová bohatost se přitom rozumí počet druhů na dané ploše snímku, pod pojmem diversita rozumíme Shannon-Wienerův index H' . Výpočet proběhl v programu DBreleve.

Nomenklatura druhů je uváděna podle Kubát et al. (2002).

Klasifikace společenstev v porostech s douglaskou

Základní variabilita rostlinných společenstev byla popsána pomocí rozdělení příslušných fytoocenologických snímků do klasifikačních skupin. Klasifikace snímků pořízených v douglaskových porostech byla provedena procedurou TWINSpan (Hill 1979).

Vliv druhu dřeviny na strukturu bylinného patra

Další řešenou otázkou byl vliv douglasky tisolisté a dalších dřevin na druhovou strukturu bylinného patra. Odpověď na ni byla hledána prostřednictvím přímé gradientové analýzy, metodou CCA (Lepš et Šmilauer 2003) v programu CANOCO, verze 4.5. Při prvním spuštění procedury CCA se všemi snímky bylo zjištěno, že pět snímků je v ordinačním prostoru příliš vzdálených od hlavního shluku snímků. Proto byly tyto snímky z dalšího zpracování vyloučeny. Dále bylo vyloučeno šest snímků s dominantními dřevinami, které se v rámci celého souboru neopakovaly. Celkově bylo procedurou CCA zpracováno 122 snímků zaznamenaných do roku 2012, které obsahovaly 164 druhů bylinného patra. Nejednalo se tedy o celou databázi, ale pouze o její výběr.

Párové porovnání fytoocenologických snímků

Celkem bylo vyhodnoceno 153 fytoocenologických snímků. Z nich byly vytvořeny 3 skupiny paralelních ploch (67 párů): douglaska tisolistá – smrk ztepilý, douglaska tisolistá – buk lesní a douglaska tisolistá – duby (*Q. petraea* agg. a *Q. robur*).

Dále byly vytvořeny bioindikační skupiny rostlin: acidofilní, mezofilní, nitrofilní, nitrofilní až ruderalní a indiferentní (Podrázský et al. 2014). Data byla dále zpracována tak, aby poskytla údaje o rozdílu frekvencí vyskytujících se druhů (chyba pravděpodobnosti byla testována t-testem – $p < 5\%$), druhové bohatosti, diversitě a vyrovnanosti ve výše uváděných 3 skupinách paralelních ploch. Podrobná metodika a výsledky byly rozebrány v práci Podrázský et al. (2014).





VÝSLEDKY A DISKUSE

Druhové složení rostlinných společenstev lesů s douglaskou

Celkem bylo zapsáno 108 fytoecnologických snímků v porostech s douglaskou. Jejich klasifikace (obr. 10.2) ukazuje, že největší variabilita je zaznamenána

*0	<i>Impatiens parviflora</i> 2 <i>Galium odoratum</i> 1
*00	<i>Galium odoratum</i> 1 <i>Malva uniflora</i> 1 <i>Carpinus betulus</i> 1 <i>Impatiens parviflora</i> 3
*000	<i>Poa nemoralis</i> 1 <i>Pulmonaria obscura</i> 1 <i>Tilia cordata</i> 1
*0000	<i>Rubus fruticosus</i> agg. 1 <i>Acer pseudoplatanus</i> 1
*00000	
*00001	<i>Galium odoratum</i> 1
*0001	
*00010	<i>Acer platanoides</i> 1
*00011	
*001	<i>Oxalis acetosella</i> 1 <i>Sambucus nigra</i> 1 <i>Impatiens parviflora</i> 3
*0010	<i>Asarum europaeum</i> 1 <i>Galeobdolon luteum</i> 1 <i>Mercurialis perennis</i> 1
*00100	<i>Asarum europaeum</i> 2
*00101	<i>Carpinus betulus</i> 1 <i>Convolvulus arvensis</i> 1
*0011	<i>Senecio ovatus</i> 1 <i>Sorbus aucuparia</i> 1
*00110	
*00111	<i>Harquetia eppectis</i> 1
*01	<i>Pseudotsuga menziesii</i> 1
*010	<i>Rubus fruticosus</i> agg. 1 <i>Luzula luzuoides</i> 1
*0100	<i>Myosotis sylvatica</i> 1
*01000	
*01001	<i>Brachypodium sylvaticum</i> 1
*0101	<i>Senecio ovatus</i> 2 <i>Carex pilulifera</i> 1 <i>Viola reichenbachiana</i> 1
*01010	<i>Dryopteris filix-mas</i> 2 <i>Circaea lutetiana</i> 1 <i>Viola reichenbachiana</i> 1
*01011	<i>Pseudotsuga menziesii</i> 1
*011	<i>Fragaria vesca</i> 1 <i>Rubus idaeus</i> 2 <i>Mycelis muralis</i> 2 <i>Urtica dioica</i> 1 <i>Quercus petraea</i> agg. 1
*0110	
*01100	<i>Senecio ovatus</i> 1 <i>Stellaria media</i> 1 <i>Rubus idaeus</i> 2
*01101	
*0111	<i>Sambucus nigra</i> 2
*01110	
*01111	<i>Calamagrostis arundinacea</i> 1
*1	<i>Vaccinium myrtillus</i> 1 <i>Avenella flexuosa</i> 1 <i>Picea abies</i> 1
*10	<i>Oxalis acetosella</i> 1 <i>Viola reichenbachiana</i> 1 <i>Mycelis muralis</i> 1 <i>Senecio ovatus</i> 1 <i>Festuca gigantea</i> 1
*100	<i>Senecio ovatus</i> 1 <i>Festuca gigantea</i> 1 <i>Athyrium filix-femina</i> 1 <i>Fagus sylvatica</i> 1
*1000	<i>Calamagrostis epixos</i> 1 <i>Pseudotsuga menziesii</i> 2
*10000	<i>Picea abies</i> 1
*10001	
*1001	<i>Avenella flexuosa</i> 1
*10010	<i>Luzula luzuoides</i> 1
*10011	<i>Impatiens parviflora</i> 1 <i>Pseudotsuga menziesii</i> 1
*101	<i>Mycelis muralis</i> 2 <i>Luzula pilosa</i> 1 <i>Calamagrostis arundinacea</i> 1
*1010	
*10100	
*10101	<i>Avenella flexuosa</i> 1
*1011	<i>Carex digitata</i> 1
*11	<i>Vaccinium myrtillus</i> 2 <i>Avenella flexuosa</i> 1
*110	<i>Sorbus aucuparia</i> 1 <i>Avenella flexuosa</i> 2
*1100	<i>Hieracium murorum</i> 1 <i>Luzula luzuoides</i> 1 <i>Fagus sylvatica</i> 1
*11000	<i>Quercus petraea</i> agg. 1
*11001	<i>Vaccinium myrtillus</i> 2 <i>Carex pilulifera</i> 1 <i>Mycelis muralis</i> 1
*1101	<i>Oxalis acetosella</i> 1 <i>Calamagrostis villosa</i> 1
*111	

Obr. 10.2: Klasifikace fytoecnologických snímků s dominancí douglasky ve stromovém patře pomocí procedury TWINSpan. U každé klasifikační skupiny jsou vyznačeny druhy - indikátory a jejich stupně pokryvnosti (tzv. cut-levels užitých procedury; 1 až 5 odpovídají pokryvnostem vyšším než 0,0 - 1,0 - 10,0 - 31,62 - 56,23 %). *The TWINSpan classification of relevés with dominant Douglas-fir in the tree etage. Each class is accompanied by indicator species with cut-level (1 to 5 correspond to coverage 0.0 - 1.0 - 10.0 - 31.62 - 56.23 %) in the procedure.*



mezi společenstvy na živných stanovištích původních květnatých bučin a dubo-bukových lesů (skupina *0) a na oligotrofních stanovištích (skupina *1). Rozlišené čtyři základní klasifikační skupiny lze popsat následovně:

- Skupina *00 (36 snímků) - společenstva pod porosty douglasky v místech květnatých bučin a doubrav v nižších polohách. Jedná se o druhově nejbohatší společenstva (průměrný počet druhů E1 byl 18; tab. 10.1). Nejvyšší pokryvnost dosahují druhy *Impatiens parviflora*, *Oxalis acetosella*, *Galium odoratum* a *Rubus fruticosus* agg. (obr. 10.2). Z dřevin jsou zde významně zastoupeny *Fagus sylvatica* a *Carpinus betulus*. Za zmínku stojí, že právě zde výrazně invaduje *Impatiens parviflora*. Nitrifikaci stanoviště indikuje i vyšší zastoupení *Sambucus nigra*. Těžiště výskytu těchto společenstev je na jižní Moravě.
- Skupina *01 (31 snímků) - společenstva pod porosty douglasky v místech květnatých bučin středních poloh. Nejvýznamnějšími druhy bylinného patra jsou *Oxalis acetosella*, *Impatiens parviflora*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus idaeus* a *R. fruticosus* agg., (obr. 10.2). V těchto společenstvech bylo oproti předchozí skupině zaznamenáno i vyšší zmlazení douglasky tisolisté. Nejvíce příslušných snímků bylo zapsáno ve Středočeské pahorkatině (tab. 10.1).
- Skupina *10 (27 snímků) - společenstva pod porosty douglasky v místech acidofilních doubrav, kde se nejvíce uplatňují druhy *Oxalis acetosella*, zmlazení *Pseudotsuga menziesii*, *Picea abies* a *Rubus fruticosus* agg. (tab. 10.1).



Obr. 10.3: Silné zmlazení douglasky tisolisté v porostu v lokalitě Pohora (Po na obr. 1)
Intensely regenerating Douglas-fir in the stand at the locality Pohora (Po in Fig. 1)





Tab. 10.1: Výskyt v přírodních lesních oblastech (PLO), druhová bohatost (S) a diversita (H) společenstev podle klasifikačních skupin snímků v porostech douglasky rozlišených procedurou TWINSpan (obr. 10. 2). N - počet snímků; min - minimum, avg - aritmetický průměr, max - maximum.

Occurrence within natural forest regions (PLO), species richness (S) and diversity (H') in communities under Douglas-fir according to the TWINSpan classification groups (Fig. 10.2). N - number of relevés; min - minimal value, avg - arithmetical mean, max - maximal value.

Klasifikační skupina/ Classification group	N	PLO	Smin	Savg	Smax	H'min	H'avg	H'max
*0000	3	10,33,37/34	12	17.0	24	1.37	1.44	1.49
*0001	7	30 ₍₆₎ ,10	12	110.0	28	0.59	1.68	2.36
*0010	10	30	10	15.6	20	1.23	2.06	2.65
*0011	16	30 ₍₁₄₎ ,33,37/34	9	18.4	26	1.13	2.17	3.18
*0100	5	10 ₍₂₎ ,10/17 ₍₂₎ ,30	7	15.2	23	1.67	2.12	2.37
*0101	13	10 ₍₁₀₎ ,30,33,37/34	10	18.2	26	1.47	2.12	3.01
*0110	10	10 ₍₈₎ ,10/17 ₍₂₎	9	110.4	30	1.43	2.33	3.29
*0111	3	10	12	14.3	16	1.79	2.24	2.62
*1000	5	10 ₍₄₎ ,30	15	110.4	26	2.36	2.67	2.85
*1001	16	30	10	15.1	20	1.38	2.20	3.10
*1010	4	10 ₍₃₎ ,30	14	16.0	17	1.66	2.44	2.94
*1011	2	10/17	17	18.0	19	2.25	2.29	2.33
*1100	10	30 ₍₇₎ ,23 ₍₂₎ ,10	7	11.8	18	0.59	1.96	3.28
*1101	2	16,10	8	10.5	11	1.30	1.49	1.67
*111	2	10,23	3	8.0	13	1.06	1.07	1.08

PLO: Uvedeno je číslo PLO a případně počet fytoecologických snímků jako spodní index.

It is number code of the natural forest region and number of relevés as a subscript.

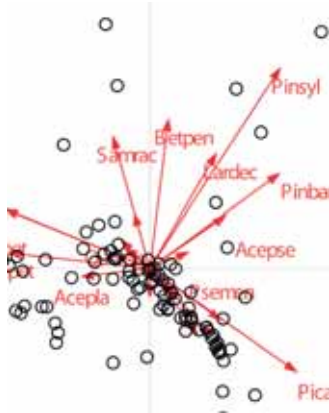
10 - Středočeská pahorkatina; 16 - Českomoravská vrchovina; 17 - Polabí; 23 - Podkrkonoší; 30 - Drahanská vrchovina; 33 - Předhoří Českomoravské vrchoviny; 34 - Hornomoravský úval; 37 - Kelečská pahorkatina

- Skupina *11 (14 snímků) - společenstva s *Vaccinium myrtillus* na silně kyselých půdách. Jedná se o druhově nejchudší společenstva, průměrně s 10 druhy v E1 (tab. 10.1). Typická je vysoká pokryvnost acidofilních druhů *Vaccinium myrtillus* a *Avenella flexuosa*. Silně se zde zmlazují jak *Pseudotsuga menziesii* (obr. 10.3), tak *Picea abies*.

Jednotlivé skupiny mají rovněž specifický geografický výskyt (tab. 10.1), protože se liší zvláště složení sledovaných společenstev v Čechách a na jižní Moravě.

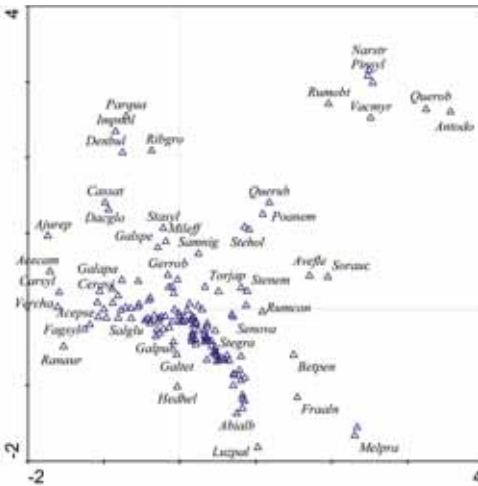
Jednotlivá rostlinná společenstva nejsou přiřazována k žádné sytaxonomické jednotce Curyšsko-Montmelliérského systému. Jednak to není cílem této práce, ale především to za současného stavu poznání není ani možné, protože například aktuálně publikovaný systém (Chytrý 2013) se věnuje především přirozeným lesním společenstvům a opomíjí společenstva kulturních lesů.





Obr. 10.4: První dvě osy CCA s vyznačením polohy snímků (snímky mimo 11 výrazně odlišných). Jako proměnné prostředí bylo užito zastoupení všech dřevin v $E_3 + E_2$. Zkratky jmen dřevin vycházejí z prvních tří písmen rodového a druhového jména v latině.

Two first axis CCA with position of relevés (relevés without 11 most different ones were processed). All woody species in the $E_3 + E_2$ layers were used as environmental variables. The woody species abbreviations are derived from Latin genera and species names.



Obr. 10.5: První dvě osy CCA s vyznačením polohy druhů. Užity snímky mimo 11 výrazně odlišných. Jako proměnné prostředí bylo užito zastoupení všech dřevin v $E_3 + E_2$.

Two first axis CCA with position of species in E_1 (relevés without 11 most different ones were processed). All woody species in the $E_3 + E_2$ layers were used as environmental variables.

Vliv druhu dřeviny na strukturu bylinného patra

CCA analýza (obr. 10.4–5) ukazuje nejvýraznější vliv tří dřevin na strukturu bylinného patra – jedná se o *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica* a *Picea abies*. Vliv *Pseudotsuga menziesii* je zde minimální. Druhé složení bylinného patra je signifikantně ovlivněno zastoupením dřevin (Monte-Carlo test: $p = 3,4 \%$), přičemž dřevinné patro určuje složení bylinného patra z 25,5 %, což vyplývá z podílu sumy vlastních čísel kanonických os k sumě vlastních čísel všech ordinačních os.

Pokud jsou jako environmentální proměnné uvažovány pouze tři druhy – *Fagus sylvatica*, *Pseudotsuga menziesii* a *Picea abies*, pak na základě CCA vychází vliv těchto tří druhů na strukturu bylinného patra vysoce signifikantní ($p = 0,2 \%$). První ordinační osu, tedy nejvýznamnější „environmentální“ faktor lze v tomto případě vysvětlit jako acidifikační vliv pěstovaného smrku ztepilého. Nicméně, již pohled na příslušná vlastní čísla (vlastní čísla pro kanonické osy jsou 0,2926, 0,1364 a 0,1182, přičemž první největší následující vlastní číslo je 0,8127; suma všech vlastních čísel je 10,631, kanonické osy





popisují 5,1 % celkové datové variability) ukazují na fakt, že dominantní dřevina (buk lesní, smrk ztepilý a douglaska tisolistá) není tím nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje strukturu bylinného patra. Při srovnání podílu variability popsané kanonickými osami při této a předcházející analýze vychází, že zastoupení jiných druhů dřevin je významným faktorem ovlivňujícím složení bylinného patra z 20,4 %. Jinými slovy, zastoupení přimíšených dřevin je mnohem významnější nežli to, je-li dominantní dřevinou buk lesní, smrk ztepilý nebo douglaska tisolistá.

Rozdíly v druhové skladbě podrostu mezi douglaskou a srovnávanými dřevinami

Stav společenstev přízemní vegetace byl srovnáván se stavem v porostech domácích dřevin (původních dřevin), tedy duby, bukem lesním a smrkem ztepilým, třebaže ten byl rovněž vysazován na nepůvodních stanovištích, byť v rámci svého přirozeného areálu.

Srovnáním fytoocenóz douglaskových a dubových porostů byl zjištěn nárůst frekvence druhů *Oxalis acetosella*, *Mycelis muralis*, *Senecio ovatus*, *Carex pilulifera*, *Calamagrostis epigejos*, *Rubus fruticosus* agg., *Cardamine impatiens*, *Dactylis glomerata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Dryopteris dilatata*, *Urtica dioica*, *Brachypodium sylvaticum* a *Torilis japonica* na douglaskových lokalitách (při $p = 0,0-5,3$ %). Naopak pokles frekvence výskytu nastal u druhů *Galeopsis pubescens*, *Melica uniflora* a *Impatiens parviflora* (při $p = 1,4-4,3$ %). Zajímavým se jeví pokles invazivního neofytu *Impatiens parviflora* (zahrnovaného mezi nitrofilní až ruderalní druhy) v douglaskových porostech.

Srovnání douglaskových a bukových porostů ukázalo v porostech douglasky tisolisté nárůst frekvencí druhů: *Convolvulus arvensis*, *Glechoma hederacea*, *Asarum europaeum*, *Urtica dioica*, *Dryopteris filix-mas*, *Brachypodium sylvaticum*, *Sambucus nigra*, *Hordelymus europaeus*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Chelidonium majus*, *Oxalis acetosella*, *Carpinus betulus* (zmlazení), *Senecio ovatus*, *Viola reichenbachiana* a *Geranium robertianum* ($p = 0,3-4,9$ %). Naproti tomu výsledky prokázaly pokles u zmlazení *Acer platanoides* a *Quercus petraea* agg. ($p = 2,7$ a $4,2$ %).

Při srovnání douglaskových a obou autochtonních listnatých porostů dochází u douglasky tisolisté spíše k nárůstu počtu druhů než k jejich úbytku. Zvýšený výskyt některých a výskyt nových druhů ukazuje na částečnou ruderalizaci těchto stanovišť. Tento proces je zvýrazněn nárůstem výskytu některých archeofytů (*Convolvulus arvensis* a *Chelidonium majus*). Douglaskové zmlazení je časté pod duby (na 46 % ploch), ale vyskytuje se i pod bukem lesním (17 % ploch).

Při srovnání přízemní vegetace smrčin vysazených na nepůvodním stanovišti a douglaskových porostů jsme zjistili v bylinném patře nárůst frekvence druhů *Stellaria media*, *Fraxinus excelsior* (zmlazení), *Acer platanoides* (zmlazení), *Galium odoratum*, *Milium effusum*, *Circaea lutetiana*, *Dactylis glomerata*, *Juncus*



Tab. 10.2: Páry paralelních ploch podle párových vzdáleností. Významnost jednoduchého ANOVA testu mezi třemi porovnávanými skupinami ploch je označena pravděpodobností (P).
Pairs of parallel plots accordingly to pair-distances. Significance of the one-way ANOVA test among three compared groups of plots is defined by probability (p).

Počet dvojic ploch / Number of the plot pairs	30	18	75	
Paralelní plochy s / Parallel plots with	duby / <i>Quercus</i> sp.	buk lesní / <i>Fagus sylvatica</i>	smrk ztepilý / <i>Picea abies</i>	ANOVA (P)
Euklidovská vzdálenost [%] / Euclidean distance	36.3±15.1	26.2±10.5	32.9±18.8	0.142
Jaccardova vzdálenost [%] / Jaccard's distance	73.6±10.8	67.8±11.5	67.7±14.6	0.115

effusus, *Prenanthes purpurea*, *Impatiens parviflora*, *Urtica dioica*, *Viola reichenbachiana* ($p = 0,1 - 5,8 \%$). Pokles výskytu nastal u zmlazení *Abies alba* a *Quercus petraea* agg., dále u *Maianthemum bifolium* a *Galeopsis pubescens* ($p = 1,4 - 5,1 \%$). Toto ukazuje na vyšší výskyt některých druhů přirozené potenciální vegetace v porostech pěstované douglasky tisolisté ve srovnání se smrkovými kulturami. Nicméně tento pozitivní proces je narušen výskytem tří neofytů.

Statisticky nevýznamné se ukázaly rozdíly mezi třemi skupinami paralelních ploch (DG-SM, DG-BK a DG-DB) vyjádřené Jaccardovou a Euklidovou vzdáleností společenstev vyskytujících se pod srovnávanými dřevinami (tab. 10.2). Největší vzdálenost vykázalo srovnání douglaskových porostů a doubrav. Vzdálenosti fytoocenóz porostů douglasky tisolisté s bučinami a kulturními smrčiny jsou srovnatelné. Je zde třeba podotknout, že smrčiny byly nepříro-

Tab. 10.3: Počet druhů podrostu a jejich průměry frekvence a suma abundancí v bioindikačních skupinách (Podrázský et al. 2014) v párech paralelních ploch
Number of understory species and their averages of frequency and sum of abundances in bioindication groups (Podrázský et al. 2014) in the pairs of parallel plots

A. Paralelní plochy: douglaska tisolistá (N=26) – duby (N=17)
Parallel plots Pseudotsuga menziesii (N=22) and Quercus sp. (N=17)

Bioindikační skupina / Bioindication group	Počet druhů / Number of species		Frekvence [%] / Frequency		Pokryvnost [%] / Cover	
	duby / <i>Quercus</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>	duby / <i>Quercus</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>	duby / <i>Quercus</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>
Acidofilní / <i>Acidophilous</i>	7	14	10	16	1.27	5.10
Mezofilní / <i>Mesophilous</i>	31	36	19	15	15.39	14.98
Nitrofilní / <i>Nitrophilous</i>	16	21	15	12	4.68	5.43
Nitrofilní až ruderalní / <i>Nitrophilous-to-ruderal</i>	17	21	18	20	10.34	15.24
Indiferentní / <i>Indifferent</i>	14	12	19	27	15.94	17.82

N – počet snímků / Number of the relevés.





B. Paralelní plochy: douglaska tisolistá (N=18) – buk lesní (N=18)
Parallel plots *Pseudotsuga menziesii* (N=18) and *Fagus sylvatica* (N=18)

Bioindikační skupina / Bioindication group	Počet druhů / Number of species		Frekvence [%] / Frequency		Pokryvnost [%] / Cover	
	buk lesní / <i>Fagus sylvatica</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>	buk lesní / <i>Fagus sylvatica</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>	buk lesní / <i>Fagus sylvatica</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>
Acidofilní / <i>Acidophilous</i>	9	8	12	17	0.16	0.43
Mezofilní / <i>Mesophilous</i>	25	32	21	21	14.93	10.93
Nitrofilní / <i>Nitrophilous</i>	8	18	18	15	4.99	2.25
Nitrofilní až ruderalní / <i>Nitrophilous-to-ruderal</i>	11	15	24	36	10.77	18.72
Indiferentní / <i>Indifferent</i>	10	9	31	36	10.71	16.73

N – počet snímků / Number of the relevés

C. Paralelní plochy: douglaska tisolistá (N=40) – smrk ztepilý (N=37)
Parallel plots *Pseudotsuga menziesii* (N=40) and *Picea abies* (N=37)

Bioindikační skupina / Bioindication group	Počet druhů / Number of species		Frekvence [%] / Frequency		Pokryvnost [%] / Cover	
	smrk ztepilý / <i>Picea abies</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>	smrk ztepilý / <i>Picea abies</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>	smrk ztepilý / <i>Picea abies</i>	douglaska tisolistá / <i>P. menziesii</i>
Acidofilní / <i>Acidophilous</i>	22	23	16	17	12.46	8.96
Mezofilní / <i>Mesophilous</i>	29	39	7	9	2.00	6.14
Nitrofilní / <i>Nitrophilous</i>	20	23	6	9	0.43	2.38
Nitrofilní až ruderalní / <i>Nitrophilous-to-ruderal</i>	16	22	17	17	11.48	13.80
Indiferentní / <i>Indifferent</i>	17	22	21	17	10.51	18.48

N – počet snímků / Number of the relevés

zené, vysazené v nižších vegetačních stupních (2. – 4. LVS). Navíc se ukazuje, že porosty douglasky tisolisté vysazené v první generaci na stanoviště původních bučin a doubrav zachovávají větší podíl autochtonních bylinných druhů.

Ekologické skupiny druhů

Na všech třech skupinách paralelních ploch v porostech douglasky tisolisté převažuje počet mezofilních, nitrofilních, nitrofilních až ruderalních druhů (tab. 10.3). Tato skutečnost je zřetelná na dvojicích ploch DG-BK (tab. 10.3B), ale průměrné frekvence a sumy pokryvností ukazují pouze na nárůst skupiny druhů nitrofilních až ruderalních. Toto by mohlo být způsobeno i rozdílnými světelnými podmínkami v porostech pod douglaskou tisolistou a bukem lesním. Další, přitom možná významnější příčinou by ale mohly být změněné půdní podmínky, ukazující na vyšší obsah dostupného dusíku pod douglas-



kou tisolistou, což by mohlo být důležitějším faktorem než podmínky světelné. Průměru frekvencí výskytu druhů dokládající převládání rostlin mezofilních, nitrofilních a nitrofilních až ruderalních při porovnání porostů douglasky tisolisté se smrčínami není až tak průkazný, jako výsledky uvádějící sumy pokryvností těchto skupin druhů. Výraznější pokles pokryvností acidofilních druhů a nárůst druhů mezofilních, nitrofilních a nitrofilních až ruderalních ukazuje

Tab. 10.4: Druhová bohatost, diversita a vyrovnanost podrostu (bylinné patro) podle dominantní dřeviny. N – počet typologických zápisů, Min – minimální hodnota, Avg – průměr, Max – maximální hodnota, Std – standardní odchylka
Species richness, diversity and equitability of the understory (herb layer) according to the dominant tree species. N - number of relevés; Min - minimal value, Avg - arithmetical mean, Max - maximal value, Std - standard deviation

Dominantní dřevina / Dominant tree	N	Druhová bohatost / Species richness (S)				Diversita / Diversity (H')				Vyrovnanost / Equitability (e)			
		Min	Avg	Max	Std	Min	Avg	Max	Std	Min	Avg	Max	Std
s pokryvností 60-90% / with cover 60-90%													
douglaska tisolistá	48	9	17.8	28	4.9	1.13	2.13	3.18	0.47	0.31	0.52	0.69	0.10
duby	5	11	16.6	30	7.1	1.62	2.24	2.91	0.49	0.45	0.57	0.71	0.09
buk lesní	7	10	14.9	21	3.4	1.36	2.18	2.77	0.41	0.35	0.57	0.65	0.10
smrk ztepilý	19	4	14.2	27	6.1	0.40	1.98	2.77	0.62	0.12	0.56	1.00	0.20
s pokryvností 90-100% / with cover 90-100%													
douglaska tisolistá	8	11	16.1	19	2.4	1.23	2.06	2.83	0.44	0.35	0.51	0.71	0.10
duby	4	10	13.3	17	2.6	1.59	2.10	2.52	0.41	0.48	0.56	0.66	0.07
buk lesní	5	9	15.4	23	5.1	1.12	2.05	3.09	0.71	0.32	0.52	0.68	0.12
smrk ztepilý	5	7	12.6	17	3.3	1.36	2.03	2.82	0.64	0.39	0.57	0.77	0.17

na vyšší obsah dostupných nitrátů, především ve svrchních půdních horizontech. Výsledky změn v průměrech frekvence a sum pokryvností, porovnávající douglaskové porosty s doubravami nejsou příliš výrazné, ačkoli i zde je vidět jejich slabý nárůst. Může to být důsledkem větší a dlouhodobější přirozenosti doubrav než výsadby douglasek tisolistých většinou první generace.

Druhová diversita

Druhová bohatost na jednotlivých plochách se pohybuje mezi 3 až 30 druhy ve fytoocenologickém snímku. Celková druhová diversita (vyjádřená Shannon-Wienerovým indexem) byla zjištěna v intervalu 0,33–3,18 a vyrovnanost v intervalu 0,11–1,00 (tab. 10.4). Porosty s dominantní douglaskou tisolistou vykazují nejvyšší diversitu. Naproti tomu ty s dominancí smrku ztepilého



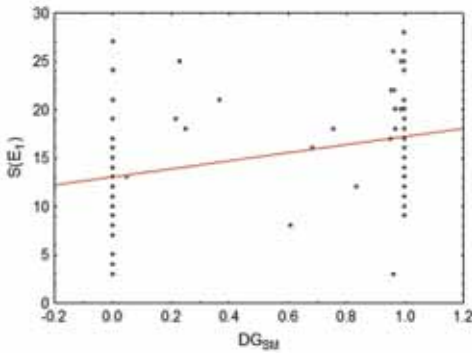


Obr. 10.6: Interiér lesního porostu s douglaskou tisolistou na stanovišti edafické kategorie B v oblasti Orlíku. Příklad druhově bohatého společenstva.
Interior of the stand with Douglas-fir at rich site (category B) in the region Orlík

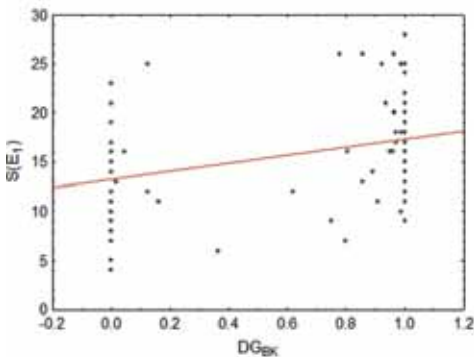


Obr. 10.7: Interiér lesního porostu s dubem (*Quercus petraea*) na stanovišti edafické kategorie B v oblasti Orlíku. Zde je dostatek světla v podrostu.
Interior of the stand with Quercus petraea at rich site (category B) in the region Orlík. Such stands are typical with sufficient sunning in the ground layer.





Obr. 10.8: Relativní podíl douglasky tisolisté ve stromovém zápoji kulturní smrčiny (DG_{SM}) ovlivňuje druhovou bohatost bylinného patra: $S(E_1) = 13,06 + 4,17 DG_{SM}$ ($r = 0,360$; $P = 0,0003$)
Relative share of Pseudotsuga menziesii in the tree canopy of the cultural Norway spruce stands (DG_{SM}) influences species richness in the herb layer: $S(E_1) = 13.06 + 4.17 DG_{SM}$ ($r = 0.360$; $P = 0.0003$)



Obr. 10.9: Relativní podíl douglasky tisolisté ve stromovém zápoji bučiny (DG_{BK}) ovlivňuje druhovou bohatost bylinného patra: $S(E_1) = 13,25 + 4,08 DG_{BK}$ ($r = 0,346$; $P = 0,0017$)
Relative share of Pseudotsuga menziesii in the tree canopy of the stands with beech (DG_{BK}) influences species richness in the herb layer: $S(E_1) = 13.25 + 4.08 DG_{BK}$ ($r = 0.346$; $P = 0.0017$)

těné zvýšení celkového zápoje stromového patra smíšeného porostu douglasky tisolisté a smrku ztepilého srovnávaného s (čistou) smrčinou, může způsobit redukcí průniku světla, což redukuje přítomnost některých druhů bylinného a mechového patra. Redukci celkové pokrývnosti mechového patra (E_0) s nárůstem podílu douglasky tisolisté ve stromovém patře smrku ztepilého ukazuje příslušný korelační koeficient (tab. 10.5).

ho vykázaly diversitu nejnížší. Vyrovnanost je dominantními dřevinami ovlivněna minimálně. Druhová bohatost a diversita je nejvyšší na plochách pod douglasku tisolistou (obr. 10.6) a na plochách pod duby (tam většinou dopadá k bylinné etáži dostatek světla; obr. 10.7) s příměsí jiných dřevin. Změny druhové diversity a bohatosti odráží komplexní rysy celého společenstva, což je výsledkem změn druhové skladby, jak bylo již popsáno v předcházejícím textu.

Přítomnost douglasky tisolisté v porostu zvyšuje druhovou bohatost podrostu (bylinného patra) na plochách původních bučin a kulturních smrčin (tab. 10.5). Zatímco přítomnost douglasky tisolisté v porostech smrku ztepilého lze hodnotit pozitivně (obr. 10.8), protože přítomnost douglasky tisolisté v porostu pěstovaného smrku zvyšuje podobnost stanovištních podmínek s přirozenými stanovišti, zvyšování zastoupení douglasky tisolisté v porostech buku lesního (obr. 10.9) lze hodnotit spíše negativně, protože podporuje ruderalizační procesy, neboť druhy, které se v nich objevují, nepatří do přirozené druhové skladby. Avšak je nutné mít na zřeteli, že zjištěné zvýšení celkového zápoje stromového patra smíšeného porostu douglasky tisolisté a smrku ztepilého srovnávaného s (čistou) smrčinou, může způsobit redukcí průniku světla, což redukuje přítomnost některých druhů bylinného a mechového patra. Redukci celkové pokrývnosti mechového patra (E_0) s nárůstem podílu douglasky tisolisté ve stromovém patře smrku ztepilého ukazuje příslušný korelační koeficient (tab. 10.5).





Tab. 10.5: Statisticky významná korelace (Pearsonův korelační koeficient) mezi různými parametry sledovaných společenstev (hladina významnosti $\alpha = 5\%$)
Statistically significant correlations (Pearson's correlation coefficient) between different parameters of observed communities (significant at level of $\alpha = 5\%$)

Parametr 1 / Parameter 1	Parametr 2 / Parameter 2	r
celková pokryvnost E_0 / Total cover of E_0	celková pokryvnost E_3 / Total cover of E_3	-0,476
	DG _{SM}	-0,330
celková pokryvnost E_1 / Total cover of E_1	druhá bohatost E_1 (S) / Species richness E_1	0,363
	pokryvnost smrku ztepilého ve E_3 / <i>Picea abies</i> cover in E_3	-0,306
	DG _{SM}	0,276
celková pokryvnost E_3 / Total cover of E_3	pokryvnost buku lesního v E_3 / <i>Fagus sylvatica</i> cover in E_3	0,356
	DG _{SM}	0,351
druhá bohatost E_1 (S) / Species richness E_1	pokryvnost douglasky tisolisté v E_3 / <i>Pseudotsuga menziesii</i> cover in E_3	0,323
	DG _{SM}	0,360
	DG _{BK}	0,346
celková diversita E_1 (H') / Total diversity in E_1	pokryvnost buku lesního v E_3 / <i>Fagus sylvatica</i> cover in E_3	0,090

ZÁVĚR

Jak bylo doloženo, porosty douglasky tisolisté ovlivňují poměrně zřetelně stanoviště svého výskytu, což je jednoznačně indikováno druhy rostoucími v podrostu. Kvantifikace tohoto vlivu byla provedena přímou gradientovou analýzou. Nové druhy rostoucí ve společenstvech pod douglaskou tisolistou zvyšují druhovou diversitu bylinného patra, ale některé původní druhy naopak snižují svoji pokryvnost. Nejvýrazněji to lze vidět při srovnání porostů douglasky tisolisté s kulturními smrččinami nižších poloh. Proces zvyšování diversity je mnohem méně zřetelný, pokud srovnáváme porosty douglasky tisolisté s bučinami a doubravami, tedy s porosty dřevin, které odpovídají stanovištním podmínkám. Nicméně i zde se významně rozšiřují nitrofilní druhy jako např. *Geranium robertianum*, *Urtica dioica* a *Galium aparine*. To indikuje nápadný nárůst obsahu dostupných nitrátů v humusu a svrchní vrstvě půdy (v humusových horizontech). Přímá gradientová analýza ukazuje, že nejvýznamnější vliv na složení bylinného patra má pěstovaný smrk ztepilý. Vliv douglasky je sice statisticky signifikantní, ale na strukturu bylinného patra má zvláště vliv přítomnost dalších přimíšených dřevin.

Při pěstování douglasky tisolisté je potřebné věnovat pozornost její přirozené obnově, protože ta je na některých stanovištích (hlavně na oligotrofních pů-



dách) velmi silná a v dalších generacích lesního porostu by tento druh mohl zcela převládnout na úkor dřevin přirozené druhové skladby, což by se projeвило i na výraznější změně struktury bylinného patra.

Zjištěné výsledky bude třeba konfrontovat s výsledky z ostatních evropských zemí, v nichž je douglaska tisolistá více rozšířena, (Leitl 2001, Augusto et al. 2002, Budde 2006) a zároveň dále výrazně rozšířit domácí srovnávací bázi.

SUMMARY

The potential negative effects of introduced tree species on the biodiversity of native communities are among the uncertainties when considering the cultivation of nonnative with allochthonous trees in forest management. Although Douglas-fir is the most widely introduced tree species in Europe, very little has been published about its effects on ground vegetation. The aim of this chapter is to summarize the latest knowledge on this topic.

*Our study was performed on 278 phytocoenological relevés, with Douglas-fir found on 108 of them. Stands of other species – European beech (*Fagus sylvatica*), oaks (*Quercus petraea* agg. and *Q. robur*) and Norway spruce (*Picea abies*) were sampled on parallel plots in comparable site conditions. Samples in the relevés were recorded by species and their occurrence in individual vegetation layers (tree [E_3], shrub [E_2], herb [E_1] and moss [E_0]) was evaluated by using an abundance-dominance scale. The study was conducted in areas where older (at least 60 years) Douglas-fir stands were found along with other species of comparable age on sites with a fully developed ground vegetation layer. Locations of study sites are displayed in Fig. 10.1. Results confirmed clear and significant effects of Douglas-fir on the composition and dynamics of the ground vegetation layer. Comparing Douglas-fir and both broad-leaved species (beech and oak), we found increased species richness. This result suggests a slight trend toward an early-successional community on the site, likely caused by the effects of Douglas-fir on the soil and more light penetration in the pure stands. In the Norway spruce stands, we found some revitalisation of the ground vegetation, with re-occurrence of species already present on the natural site. The most prominent differences were found between Douglas-fir and oak stands (Tab. 10.2). The classification of the forest floor vegetation communities in the Douglas-fir stands is between that of European beech and Norway spruce stands. Increased occurrence of mesophilous, nitrophilous and ruderal species in Douglas-fir stands suggests higher soil content of nitrates in the soil and points to some incompletely understood effects of Douglas-fir on the soil (Tab. 10.3). Comparison of species diversity and evenness in particular groups of plots is displayed in Tab. 10.4. Species richness and diversity were the highest in the Douglas-fir stands, followed by the oaks (with admixture of other species). These characteristics were the lowest in the Norway spruce stands. The presence of Douglas-fir increases species richness and diversity of the ground vegetation layer compared to plots with Norway spruce and European beech stands (Tab. 10.5). For Norway spruce, this outcome can be viewed as positive (Fig. 10.8), because this species enabled the re-introduction of many species of the native herb*





community. On the other hand, it appears that European beech stands encourage the establishment of ruderals (Fig. 10.9). Douglas-fir changes and visibly influences the ground vegetation characteristics and these effects must be considered when discussing its introduction on more extended areas. Most of the negative impacts could be expected to diminish over time if managers cultivate this species in proper stand mixtures. Of course, the cultivation of any introduced tree species is prohibited on all sites under special nature conservation regulations.

DEDIKACE

Práce vznikla v rámci řešení projektu NAZV QI 112A172, Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR.

Literatura

- AUGUSTO L., RANGER J., BINKLEY D., ROTHE A., 2002: Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59: 233–253
- BUDDE S., 2006: Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Bodenvegetation im nordwestdeutschen Tiefland. Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, Georg-August-Universität Göttingen, Cuvillier Verlag, Göttingen, 146 p.
- DANIHELKA J., CHRTEK J. JR., KAPLAN Z., 2012: Checklist of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia*, 84: 647–811
- HILL M.O., 1979: Twinspan - A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes. Cornell Univ., Ithaca(NY)
- CHYTRÝ M. [ed.], 2013: Vegetace České republiky. 4. Lesní a křovinná vegetace. Academia, Praha, 551p.
- KANTOR P., MARTINÍK A., SEDLÁČEK T., 2002: Douglaska tisolistá na školním lesním podniku. *Lesnická práce*, 81: 210-212
- KUBÁT K., HROUDA J., CHRETEK J. JR., KAPLAN Z., KIRCHNER J., ŠTĚPÁNEK J. (eds.), 2002: Klíč ke květeně České republiky. Praha, Academia, 927p.
- LEITL R., 2001: Artenvielfalt und Bestandesform am Beispiel der Bodenvegetation. *LWF-Bericht*, 33: 9–13
- LEPŠ J., ŠMILAUER P. (2003): Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.
- MATĚJKA K., 2013: Náповěda k programu DBreleve. Available at http://www.infodatasy.cz/software/hlp_dbreleve/dbreleve.htm





- NADEZHINA N., URBAN J., ČERMÁK J., NADEZHIN V., KANTOR P., 2014: Comparative study of long-term water uptake of Norway spruce and Douglas-fir in Moravian upland. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 62: 1–6
- PODRÁZSKÝ V., VIEWEGH J., MATĚJKA K., 2011: Vliv douglasky na rostlinná společenstva lesů ve srovnání s jinými dřevinami. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (Special Issue): 44–51
- PODRÁZSKÝ V., MARTINÍK A., MATĚJKA K., VIEWEGH J., 2014: Effects of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) on understorey layer species diversity in managed forests. *Journal of Forest Science*, 60: 263–271
- REMEŠ J., PULKRAB K., TAUCHMAN P., 2011: Produkce a ekonomický potenciál douglasky tisolisté na některých plochách ŠLP Kostelec n. Č.l. In: *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice. Sborník referátů konference v Kostelci n. Č.l. 21. 10. 2011*, ČZU, Praha, pp. 68–69
- SCHMID M., PAUTASSO M., HOLDENRIEDER O., 2014: Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. *European Journal of Forest Research*, 133: 13–29
- THIEL A.L., PERAKIS S.S., 2009: Nitrogen dynamics across silvicultural canopy gaps in young forests of western Oregon. *Forest Ecology and Management*, 258: 273–287
- URBAN J., ČERMÁK J., NADYEZHINA N., KANTOR P., 2009: Growth and transpiration of the Norway spruce and Douglas fir at two contrasting sites. W: *Water issues in dryland forestry*. 1st ed. Sede Boqer, Israel: Ben Gurion University, 47 p.
- URBAN J., ČERMÁK J., KANTOR P., 2011: Srovnání radiálního přírůstu a transpirace douglasky tisolisté a smrku ztepilého. In: *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice. Sborník referátů konference v Kostelci n. Č. l. 21. 10. 2011*. ČZU, Praha, pp. 77–81

