

Ondřej Ivanek* - Petr Novotný* - Miloš Karous** - Richard Gürtler**;

* Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. - Strnady, **GEONIKA, s. r. o., Praha

POROVNÁNÍ GENETICKÉ STRUKTURY POROSTNÍCH SKUPIN SMRKU ZTEPILÉHO V CHKO SLAVKOVSKÝ LES NA STANOVIŠTÍCH ODLIŠNÝCH Z HLEDISKA PŘÍTOMNOSTI TEKTONICKÝCH PORUCH V PODLOŽÍ

Genetic structure of Norway spruce stands in Protected Landscape Area Slavkovský les on sites with tectonic faults in parent rock

Abstract

Genetic differences among three Norway spruce stands in PLA Slavkovský les, near territory of Kladské rašeliny (peatbog) reserve, were investigated by using isozyme analysis of samples from 315 trees, in conditions of diversified geological structure, where tectonic faults were found by method of resistance profiling. Using one-dimensional horizontal electrophoresis, G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A, LAP-B and AAT-C isozymic loci were studied. Relatively high degree of heterozygosity was found for G-6-PDH, SDH-A, LAP-B and AAT-C loci in the stands out of territory of Kladské rašeliny reserve where heterozygosity was low for most of studied loci (G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A, LAP-B, e.g.). For the stand in the Kladské rašeliny reserve, very low genetic diversity was found. Geophysical survey performed in framework of this genetic study, showed presence of remarkable tectonic faults. For polymorphic loci G-6-PDH, SDH-A, LAP-B and AAT-C, increased heterozygosity and minor allele's distribution, indicating increased genetic diversity, were found for parts of stands situated near the tectonic faults.

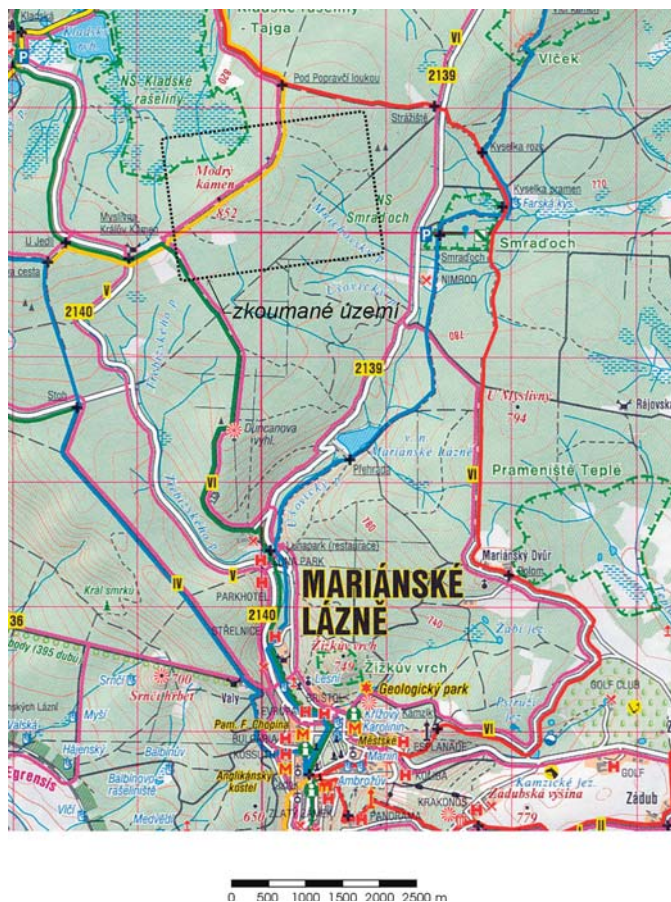
Klíčová slova: smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ KARSTEN), analýza isoenzymů, tektonické poruchy, CHKO Slavkovský les, genetická struktura porostů
Key words: Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARSTEN), isozyme analyse, tectonic faults, PLA Slavkovský les, genetic structure of stands

ÚVOD

Isoenzymová analýza představuje metodu, která poskytuje informace o genetické struktuře a variabilitě lesních dřevin na molekulární úrovni. Ta je významně ovlivněna zejména genotypovou skladbou porostu, stanovištními faktory a mezidruhovou či vnitrodruhovou selekcí (IVANEK, KRČMÁŘ 2004). Jedním z významných stanovištních faktorů je geologická charakteristika stanoviště. Cílem této práce je porovnat (v rámci vybrané oblasti) výsledky izoenzymových analýz na lokalitách lišících se z hlediska výskytu tektonických poruch. Ty jsou indikovány jako geochemické nehomogenity (KRČMÁŘ 2003) s vyšší elektrickou vodivostí a vyšším obsahem porézní vody (GÜRTLER, KAROUS 2004), jež mohou determinovat transport vody a rozpustěných látek mezi podložím, půdním profilem a kořenovým systémem dřevin. Tektonické poruchy jsou preferenčními cestami pohybu podzemních vod (DAVIS, DE WIEST 1966, HYNIE 1961, ŠILAR 1975) a zároveň výstupovými cestami roztoků a plynů z velkých hloubek. Díky zvýšenému obsahu porézní vody a roztoků se geologické poruchy projevují jako výrazné elektrické vodiče se sníženou rezistivitou (KAROUS 1989).

METODIKA

Na zájmových plochách byla provedena geologická charakterizace stanoviště. Z hlediska zaměření této práce byly sledovány tektonické poruchy (viz níže) a horninové typy. Pro jejich zmapování bylo použito metody dipólového odporového profilování (KAROUS, MAREŠ 1988), jímž se měří rezistivita (měrný odpor) hornin do hloubek několika desítek metrů na vytyčených profilech. Na základě přehledu výskytu stanovišť s přirozeným výskytem smrku ztepilého v rámci ČR (NEUHÄUSLOVÁ 1998) byl proveden výběr zájmové oblasti v CHKO Slavkovský les, PLO 3 – Karlovarská vrchovina, v oblasti ležící jv od národní přírodní rezervace Kladské rašeliny (dále též rašeliniště).



Obr. 1.
Vymezení zájmové oblasti
Area of interest

Tab. 1.
Charakteristika sledovaných tří porostních skupin smrku ztepilého
Characteristic of three observed stand groups of Norway spruce

Označení skupiny/ Group	Zdůvodnění výběru porostní skupiny/ Reason for selection of stand group	Označení podskupin podle přítomnosti poruchy/ Subgroups according to fault presence	Počet stromů/ Number of trees	
Skupina 1/ Group 1	Předpokládaná přítomnost tektonické poruchy/ Supposed tectonic fault	1A: Mimo tektonickou poruchu/ Outside tectonic fault 1B: Na prokázané tektonické poruše/ On proven tectonic fault	1A: 122 1B: 43	165
Skupina 2/ Group 2	Srovnávací měření/ Comparative measurement	----	50	
Skupina 3/ Group 3	Lokalizace na jižním okraji národní přírodní rezervace Kladské rašeliny/ Located on southern margin of national nature reserve Kladské rašeliny	----	100	

Pro danou oblast byly zjištěny výsledky historického průzkumu (MINISTR 1961). Lokalizace porostních skupin smrku ztepilého byla provedena s přihlédnutím k udávané poloze hlavní lokální tektonické poruchy, procházející přibližně jižní částí Kladského rybníka sledující směr sz-jv (CICHA, OPLETAL, TONIKA 1998) a dále s ohledem na polohu vůči rašeliništi. Takto byly vybrány tři porostní skupiny smrku ztepilého o rozloze 3,5; 2,5; 1,5 ha, jež jsou v dalším textu označeny jako skupiny 1, 2, 3 (tab. 1, obr. 1, 3). Skupiny č. 1 a 2 byly vybrány v lokalitách mimo oblast rezervace Kladské rašeliny, skupina č. 3 odpovídá jižnímu okraji této rezervace, tj. je lokalizována přímo v oblasti rašeliniště. Skupina č. 1 byla vybrána v oblasti předpokládané tektonické poruchy a byla dále rozdělena na podskupiny č. 1A a 1B na základě výsledků metody dipólového odporového profilování postupem, který je blíže popsán ve výsledkové části. Skupina č. 2 byla vybrána jako srovnávací. Ze všech porostních skupin byly náhodným výběrem zvoleni jedinci smrku ztepilého v celkovém počtu 315 stromů, z jejichž korun byly v březnu r. 2004 odebrány vzorky větví (tab. 1, obr. 1, 3). Ze vzorků větví byly získány dormantní pupeny, které byly homogenizovány a analyzovány po rozdělení jednorozměrnou horizontální elektroforézou na škrobovém gelu v Tris-citrátovém pufracím systému (PASTEUR et al. 1988, IVANEK 2006), s použitím aparatury Multiphor II fy Pharmacia Biotech. Izoenzymovými analýzami pak bylo sledováno a vyhodnoceno 6 polymorfních lokusů (tab. 2). U sledovaných lokusů byly vyhodnoceny alelické frekvence a hodnoty heterozygotnosti. Na zájmových plochách byla provedena geologická charakterizace stanoviště. V rámci zaměření této práce byly sledovány tektonické poruchy (viz níže) a horninové typy.

VÝSLEDKY A DISKUSE

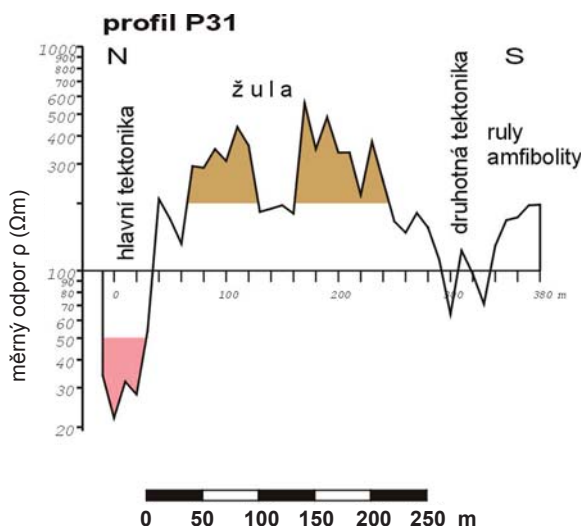
a) Geofyzikální měření

Situace zájmového území je v širším topografickém kontextu zobrazena ve výseku turistické mapy na obrázku 1. Na obrázku 3 je zakresleno všech 16 vytyčených profilů P16 až P670 a dále průběh interpretovaných tektonických linií a vyznačena oblast různých typů hornin (granity, ruly). Zastoupené horniny (MÍŠAŘ et al. 1983) se liší rezistivitami: granity sasko-durynské oblasti krušnohorského plutonu mají rezistivitu 250 - 1 000 Ω m, amfibolity a ruly mariánsko-lázeňského bazického komplexu jen 100 - 200 Ω m. Příklad průběhu rezistivity podél vybraného profilu P31 a způsobu určení tektonických poruch (jako lokálních minim na křivce rezistivity) je uveden na obrázku 2.

Tento průběh je charakteristický pro celou měřenou oblast. I v ostatních profilech měření ukázala, že střední a zároveň nejdelší tektonická porucha se od ostatních odlišuje výskytem nízkých hodnot rezistivity. Usuzujeme, že značně odlišné odporové hladiny v okolí jednotlivých tektonických poruch jsou zejména důsledkem proměnné mocnosti zvětralého pokryvu a eluvia (viz níže).

Pokud se týká složení hornin geologického podloží sledovaných porostních skupin, skupina č. 1 se nachází na rozhraní dvou typů podložních hornin (obr. 3). Severovýchodní část skupiny na východ od Mnichovského potoka se nachází v metamorfovaných horninách krušnohorského krystalinika, převážně se jedná o granatické amfibolity paleozoického stáří (karbon - devon). Západně od Mnichovského potoka se nachází středně zrnitý hlubinný magmatický granit kladského typu s albitem, Li-muskovitem a topazem. Skupiny č. 2 a 3 jsou situovány dále k západu od Mnichovského potoka, takže leží na granitech. Amfibolity jsou součástí mariánsko-lázeňského bazického komplexu a granity náleží sasko-durynské oblasti krušnohorského plutonu.

Oproti udávanému sz-jv směru hlavní lokální tektonické poruchové linie (CICHA, OPLETAL, TONIKA 1998) bylo zjištěno, že tato linie má zhruba zsv-vjv směr a byla věrohodně zachycena na všech profilech (na obrázku 3 dvojitou přerušovanou červenou čarou). Kromě této hlavní linie se projevuje severně od ní ještě jedna vodivá linie méně výrazná. Je vyznačena jednoduchou přerušovanou čarou. Jedná se o doprovodnou poruchu. Nutno přitom zdůraznit, že zjištěné tektonické poruchy vytvářejí nikoli úzce omezenou linii, ale jsou doprovázeny sérií paralelních, různě intenzivních puklin a puklinových systémů různé šířky od několika metrů až po desítku metrů. Skupiny stromů č. 1 a 2 leží na tektonických poruchových liniích, resp. poruchovém pásmu, zatímco skupina č. 3 se nachází celkově mimo toto pásmo. V okolí skupiny stromů č. 2 je možné sledovat další vodivou linii odlišného směru jz-z-vsv. Podle přítomnosti tektonických poruch byly v rámci porostní skupiny č. 1 vylišeny dvě dílčí podskupiny 1A a 1B, a to na základě měření rezistivity podloží. Do podskupiny 1B byli zařazeni jedinci, kteří se nacházeli na tektonické poruše (podloží charakterizováno rezistivitou do 120 - 140 Ω m). Jedinci, kteří se nacházeli mimo tektonickou poruchu (rezistivita vyšší než uvedená mez), byli zařazeni do podskupiny 1A (tab. 1, obr. 3). Z tabulky 1 vyplývá, že počet jedinců v podskupině 1B je nižší než v podskupině 1A, je však srovnatelný se srovnávací skupinou 2.

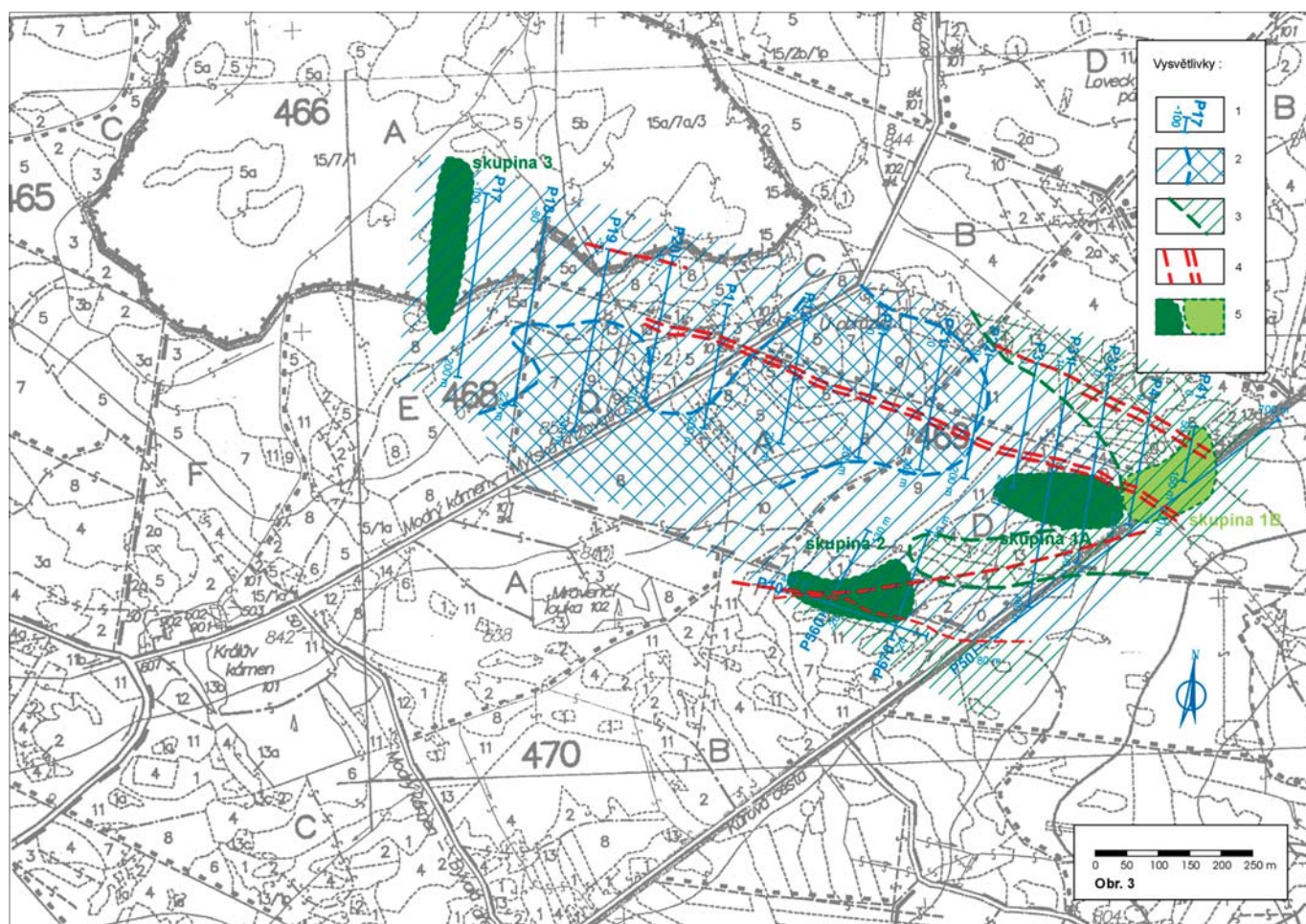


Obr. 2.
Příklad odporové křivky, mapující tektoniku a různé typy hornin
Example of resistivity curve mapping tectonic and various types of rock

b) Historický průzkum

Pokud se týká historického průzkumu zájmových porostních skupin, uveďme výňatek pro porost ve sledované oblasti (MINISTR 1961). V době založení porostu tento spadl pod panství Kynžvart. V záznamech, odpovídajících posledním dvěma dekadám 19. století, je uvedeno, že ačkoli „...přes velké polomy v lesích (z větší části SM, pozn.) bylo hospodařeno konzervativně, lesy chráněny, těžební zásahy přizpůsobeny lesní estetice, ponechávány byly staré stromy.... roční paseky se ihned zalesňují sazenicemi z vlastních školek...”. Tento způsob hospodaření zřejmě vycházel z dlouhodobé koncepce majitele Kladské, který zde uplatňoval přírodě blízké metody lesnictví. Kromě uvedených údajů (vycházejících z popisu nalezeného v kynžvartském zámku v r. 1930) veškeré archiválie, převzaté později ředitelstvem vojenských lesů v Kynžvartu, beze zbytku shořely koncem 50. let minulého století.

Z výše uvedeného vyvozujeme, že v případě skupin č. 1 a 2 se jedná o porosty z hlediska přirozené druhové skladby nepůvodní, avšak založené pravděpodobně s využitím reprodukčního materiálu místního původu, jmenovitě spadajícího pod území bývalého panství Kynžvart. Skupina č. 3, odpovídající jižnímu okraji rezervace Kladské rašeliny představuje pravděpodobně porost původní (srov. NEUHÄUSLOVÁ et al. 1998).



Obr. 3.
Interpretovaná geologická mapa a polohy skupin stromů: 1 - geofyzikální profily, 2 - granity, 3 - ruly, 4 - tektonika, 5 - porostní skupiny; tmavě zelená: mimo tektoniku, světle zelená: na tektonice
Interpreted geologic map and location of trees: 1 - geophysical profiles, 2 - granites, 3 - gneisses, 4 - tectonics, 5 - stand groups; dark green: outside tectonic, light green: on tectonics

Tab. 2.
Sledované enzymatické systémy a lokusy
Observed enzymatic systems and loci

Enzym – lokus	Zkratka/Abbr.
Glukózo-6-fosfátdehydrogenáza	G-6-PDH
Glutamátdehydrogenáza	GDH
Šikimátdehydrogenáza - A	SDH-A
Fosfoglukomutáza - A	PGM-A
Leucinaminopeptidáza - B	LAP-B
Aspartátaminotransferáza	AAT-C

c) Analýzy izoenzymů

Pro sledované tři skupiny smrku ztepilého bylo zjištěno, že lokusy AAT-C a LAP-B vykazují nejvyšší heterozygotnost, zatímco lokusy GDH a PGM-A nejnižší. Hodnoty heterozygotnosti a podíl zastoupení minoritních alel, jež je mírou polymorfismu, přibližně stoupají v řadě izoenzymových lokusů PGM-A, GDH, G-6-PDH, SDH-A, LAP-B, AAT-C. Zatímco u AAT-C byl vysoký polymorfismus, typický pro naprostou většinu smrkových populací (KONNERT 1995, IVANEK 2000), zjištěn u všech sledovaných porostních skupin, u LAP-B je možno konstatovat zvýšení polymorfismu a heterozygotnosti ve skupině č. 2 a zejména 1B. U lokusu SDH-A lze pozorovat výrazně nízkou heterozygotnost u skupiny č. 3, přibližně vyrovnané hodnoty u skupin č. 1 a 2 a nejvyšší hodnotu u podskupiny 1B. Enzymatický systém G-6-PDH se vyznačuje nejvyšší hodnotou heterozygotnosti u skupiny č. 2, GDH u skupiny č. 1, resp. č. 1A. Heterozygotnost lokusu PGM-A nabývá nulových hodnot u porostních skupin č. 1B, 2 a 3 a velmi nízké hodnoty u podskupiny 1A. Hodnoty heterozygotnosti jsou spolu s alelickými frekvencemi uvedených lokusů znázorněny v tabulkách 3 a 4. Ze shrnutí těchto výsledků vyplývá, že zatímco porostní skupiny č. 1 a 2 jsou z hlediska heterozygotnosti přibližně vyrovnané, skupina č. 3 vykazuje u všech sledovaných lokusů nejnižší hodnoty této veličiny, což představuje příklad snížení genetické diverzity porostů, pravděpodobně původních, na území rezervace Kladské rašeliny (srov. tab. 1).

Tab. 3.
Heterozygotnost sledovaných tří porostních skupin smrku ztepilého
Heterozygosity of three observed Norway spruce stand groups

Enzym/ Enzyme	Heterozygotnost porostních skupin/Heterozygosity of stand groups:				
	1		2		3
	celkem/sum	1A	1B	celkem/sum	celkem/sum
G-6-PDH	0,076	0,068	0,100	0,150	0,062
GDH	0,038	0,043	0,025	0,000	0,000
SDH-A	0,077	0,051	0,150	0,076	0,030
PGM-A	0,007	0,009	0,000	0,000	0,000
LAP-B	0,270	0,232	0,375	0,339	0,226
AAT-C	0,543	0,470	0,750	0,566	0,505

Ve srovnání s výsledky izoenzymových analýz smrkových porostů, prováděných na plochách ICP Forests (IVANEK 2006), lze konstatovat, že u enzymatických systémů, resp. lokusů sledovaných v obou studiích (tj. u G-6-PDH, SDH-A a PGM-A), je genetická diverzita sledovaných porostních skupin č. 1 a 2 srovnatelná nebo vyšší než např. u nedaleké lokality Q521 – Lazy ze stejné PLO (Karlovarská vrchovina) (IVANEK 2002). U porostních podskupin č. 1A a 1B, vylišených podle přítomnosti tektonických poruch, bylo zjištěno, že heterozygotnost a zastoupení minoritních alel polymorfních lokusů G-6-PDH, SDH-A, LAP-B a AAT-C je vyšší v podskupině č. 1B (tj. v přítomnosti tektonických poruch), zatímco u lokusů s nízkým nebo zanedbatelným polymorfismem GDH a PGM-A je tomu obráceně (tab. 3, 4). Tento výsledek odpovídá zvýšení genetické diverzity polymorfních lokusů u smrkových porostů na tektonických poruchách. Představuje zároveň rozšíření prvních výsledků dřívějších měření na plochách ICP Forests v oblasti Karlovarské vrchoviny (IVANEK, KRČMÁŘ 2004).

ZÁVĚR

Ve sledované oblasti byl proveden geofyzikální výzkum odporovým profilováním (DOP), které prokázalo přítomnost významných tektonických poruch v podloží sledovaných porostů. Na základě historického průzkumu bylo zjištěno, že sledované porostní skupiny smrku ztepilého v zájmové části CHKO Slavkovský les jsou (v oblastech mimo území rezervace Kladské rašeliny) pravděpodobně založeny s využitím reprodukčního materiálu z místního regionu, tj. území bývalého panství Kynžvart. Izoenzymové analýzy populací, reprezentovaných těmito porostními skupinami, ukázaly, že se jedná o populace s poměrně vysokou heterozygotností, resp. genetickou diverzitou, zejména u lokusů LAP-B a SDH-A. U porostní skupiny na území rezervace Kladské rašeliny byla naopak zjištěna značně nízká genetická diverzita u většiny měřených lokusů, tj. u G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A a LAP-B. V souvislosti s anomáliemi geologického podloží bylo zjištěno, že heterozygotnost a zastoupení minoritních alel, které jsou měřítkem genetické diverzity, je v případě polymorfních lokusů vyšší u těch částí porostů, které se nacházejí v oblasti tektonických poruch. Rozdíly mezi skupinami podle příslušnosti k různým horninám geologického podloží nebyly vyhodnocovány vzhledem ke značné heterogenitě horninového prostředí.

Tab. 4.
Alelické frekvence sledovaných tří porostních skupin smrku ztepilého
Allelic frequencies of three observed Norway spruce stand groups

Enzym/ Enzyme	Alely/ Allels	Alelické frekvence porostních skupin/Allelic frequencies of stand groups				
		1		2		3
		celkem/sum	1A	1B	celkem/sum	celkem/sum
G-6-PDH	1	0,038	0,034	0,050	0,075	0,031
	2	0,962	0,966	0,950	0,925	0,969
GDH	1	0,019	0,021	0,012	0,000	0,000
	2	0,981	0,979	0,988	1,000	1,000
SDH-A	2	0,028	0,021	0,050	0,028	0,005
	3	0,962	0,975	0,925	0,963	0,985
	4	0,010	0,004	0,025	0,009	0,010
PGM-A	1	0,003	0,004	0,000	0,000	0,000
	2	0,997	0,996	1,000	1,000	1,000
LAP-B	1	0,010	0,004	0,025	0,000	0,000
	2	0,821	0,859	0,713	0,783	0,876
	3	0,153	0,133	0,212	0,179	0,119
	4	0,016	0,004	0,050	0,038	0,005
AAT-C	1	0,007	0,009	0,000	0,000	0,000
	2	0,546	0,545	0,550	0,623	0,593
	3	0,431	0,425	0,450	0,377	0,407
	4	0,016	0,021	0,000	0,000	0,000

Poděkování:

Príspevek vznikl v rámci podpory výzkumného záměru MZE č. 0002070202, tematický okruh DZ 05.01 a grantu MZe QD 1428 Genetická identifikace lesních dřevin v různých stanovištních podmínkách pomocí isoenzymových analýz, za přispění spolupracovníků K. Matějky, J. Kubce a J. Mannové.

LITERATURA

- CICHA, I., OPLETAL, M., TONIKA, J.: Geologická mapa ČR. List 11-41 Mariánské Lázně: Český geologický ústav, 1998.
- DAVIS, S. N., DE WIEST, R. J.: Hydrogeology. New York: Wiley & Sons, 1966.
- GÜRTLER, R., KAROUS, M.: Vyhodnocení atmochemických měření v rámci projektu ICP Forests - monitoringu lesních ekosystémů na třech plochách ve Slavkovském lese, IV. etapa. Geofyzikální průzkum. Praha: Geonika a VÚLHM, 2004.
- HYNIE, O.: Hydrogeologie ČSR. Díl I. Prosté vody. Praha: Nakl. ČSAV, 1961.
- IVANEK, O.: Genetic study of Norway spruce from the Northern part of Czech Republic with isoenzyme analyses. Commun. Inst. For. Boh./Práce VÚLHM, 2000, s. 15-23.
- IVANEK, O.: Isoenzymové analýzy smrku ztepilého na plochách ICP Forests v PLO Karlovarská vrchovina. In Slodičák, M., Novák, J. (eds.) 2001: Results of Forestry Research in the Ore Mts. in 2001. 2002. s. 155-160.
- IVANEK, O.: Výsledky isoenzymových analýz populací smrku ztepilého na plochách s různými stanovištními podmínkami. Zprávy lesn. výzkumu, 2006, roč. 51, č. 1, s. 32-37.
- IVANEK, O., KRČMÁŘ, B.: Genetické srovnání dvou populací smrku z PLO Karlovarská vrchovina s dalšími populacemi této dřeviny v rámci vybraných ploch ICP Forests. In Novák, J., Slodičák, M. (eds.) 2003: Results of Forestry Research in the Ore Mts. in 2003. 2004, s. 245-251.
- KAROUS, M.: Geoelektrické metody průzkumu. Praha: SNTL, 1989. Amsterdam: Alfa/practice. Elsevier
- KAROUS, M., MAREŠ, S.: Geophysical methods in studying fracture aquifers. Prague: Charles University Press, 1988.
- KONNERT, M.: Isoenzymuntersuchungen bei Fichte (*Picea abies* (L.) KARST.) und Weisstanne (*Abies alba* MILL.). Anleitung zur Trennmethode und Auswertung der Zymogramme, Teisendorf: 1995.
- KRČMÁŘ, B.: Vyhodnocení atmochemických měření v rámci programu ICP Forests - monitoringu lesních ekosystémů. III. etapa. Mapování koncentračních polí prvků emitovaných geologickými strukturami v neodfiltrované formě. Praha: AGEX, 2003.
- MINISTR, J.: Historický výzkum lesů jednotlivých hospodářských celků: Kynžvart I. a II. ÚHÚL ve Zvoleni, pobočka Plzeň, 1961.
- MÍSAŘ, Z. et al.: Geologie ČSSR I. Český masív. Praha: SPN, 1983.
- NEUHÄUSLOVÁ, Z. et al.: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha: Academia, 1998.
- PASTEUR, N. et al.: Practical Isogyne Genetics. Ellis Horwood series in gene technology. New York: Wiley & Sons, 1988.
- ŠILAR, J.: Základy hydrogeologie a inženýrské geologie. Učební text PGS. Praha: PpF UK, 1975.

Genetic structure of Norway spruce stands in Protected Landscape Area Slavkovský les on sites with tectonic faults in parent rock

Summary

Genetic differences among three Norway spruce stands in PLA Slavkovský les in area southeastern from Kladské rašeliny (peatbog) national nature reserve were investigated by using isozyme analysis of samples from 315 trees, for diversified geological conditions. There was found, according to historical survey, that the investigated Norway spruce stands in PLA Slavkovský les were regenerated with utilization of reproductive material of local origin, from area of former lordship Kynžvart (with except of territory of Kladské rašeliny national nature reserve itself). In framework of geophysical survey, marked tectonic faults were found by method of resistance profiling. Measuring isozymic loci G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A, LAP-B and AAT-C by using one-dimensional horizontal electrophoresis on starch gel, relatively high degree of heterozygosity was found for AAT-C, LAP-B, SDH-A and G-6-PDH isozymic loci, with exception of the peatbog area. For the stand in the Kladské rašeliny national nature reserve, very low genetic diversity was found for most of the measured loci, G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A and LAP-B, e.g. For polymorphic loci G-6-PDH, SDH-A, LAP-B and AAT-C, increased heterozygosity and minor allele's distribution (indicating increased genetic diversity) were found for parts of stands situated near the tectonic faults.

Recenzováno