

K PROBLEMATICE GENETICKÝCH ZMĚN V POPULACÍCH LESNÍCH DŘEVIN V DŮSLEDKU NARUŠOVÁNÍ LESŮ ŠKODLIVÝMI VLIVY PROSTŘEDÍ

TOWARDS GENETIC PROCESSES IN FOREST TREE SPECIES POPULATIONS IN CONSEQUENCE OF HARMFUL ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING FOREST

JIŘÍ ŠINDELÁŘ - JOSEF FRÝDL

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

Forest ecosystems condition and course of inner processes, in addition to their composition, are partly influenced by ecological and site conditions, together with management interventions. Harmful factors and their sets affecting forest are of specific character and importance impacting structural and ecological processes, including genetic changes in forest tree species populations. Regarding general current deteriorated health condition of forest, especially in Central Europe, caused to a great extent by human factor, genetic changes in forest tree species populations are registered, as well. This paper presents synthetically summarized disposable research results having been received in populations of Norway spruce, Scots pine, silver fir, European beech, including populations of sessile and pedunculate oaks. These research results have become a base for recommended treatments aimed at preservation and reproduction of threatened forest tree species populations. Research of forest stands regeneration and reforestation also comprises principles ensuring adequate variability inside populations of individual species.

Klíčová slova: populace lesních dřevin, škodlivé vlivy prostředí, genetické změny, adaptace

Key words: populations of forest tree species, harmful influences of environment, genetic processes, adaptation.

ÚVOD

Stav lesních ekosystémů a procesy v nich probíhající jsou, vedle jejich složení, do značné míry ovlivňovány ekologickými podmínkami, proměnlivými vlivy prostředí a hospodářskými zásahy do porostů. Specifický charakter a význam mají škodlivé faktory a jejich soubory působící na les.

Lesy jako soubory specifických organismů a prostředí jsou obecně v menší či větší míře narušovány, poškozovány a v extrémních případech, pokud jde o lesní porosty a jejich soubory, dočasně likvidovány škodlivými vlivy prostředí. Jde především o řadu faktorů abiotické povahy, zejména o činitele vyplývající z proměnlivosti povětrnostních a klimatických vlivů a faktory biotické povahy původu rostlinného i živočišného. V současné době se výrazně, v řadě oblastí převažujícím způsobem, na zhoršení zdravotního stavu podílejí vlivy antropogenní, zejména znečištění ovzduší průmyslovými imisemi, depozice škodlivých látek v povrchových půdních vrstvách, aj. Stav lesů v České republice je v současné době významně narušen a ve srovnání se situací v dalších evropských zemích, mimo jiné i v zemích sousedících s Českou republikou, patří k nejméně uspokojivým.

Vedle registrace škod působených jednotlivými škodlivými činiteli se v ČR realizuje v rámci mezinárodní spolupráce (program Evropské hospodářské komise při OSN označovaný jako ICP Forests) monitoring zdravotního stavu lesů. Uskutečňuje se jednak cestou pozemního šetření na monitoračních plochách a dálkovým průzkumem na základě družicových snímků (UHLÍŘOVÁ 2000, aj.).

Zdravotní stav lesů je v rámci pozemního šetření charakterizován především stupněm defoliace jako relativní ztrátou asimilačního aparátu v koruně stromů, která je porovnávána se zdravým stromem rostoucím ve stejných stanovištních a porostních podmínkách.

Jde vesměs o poškození, které je zejména důsledkem dlouhodobého a nadměrného znečištění ovzduší různými škodlivými látkami (SO₂, NO₂, F, Cl, O₃, těžké kovy, prachové částice, aj.). Kromě defoliace se na některých plochách sledují i změny zbarvení asimilačního aparátu, dále se vyhodnocují listové analýzy, sledují se depozice v půdě, tloušťkový přírůst dřevin analýzou letokruhů, změny vegetačního krytu a procesy probíhající v lesních půdách (FABIÁNEK 2003, UHLÍŘOVÁ 2000, aj.).

METODIKA

Na monitorační práce navazují ve specifických případech aktivity, které sledují genetické důsledky stresu vyvolávaného komplexem faktorů působících v interakci, především však průmyslovými a dalšími imisemi.

Metody ekologicko–genetického výzkumu spočívají na základech genetiky populací. Analytickou metodu představují v současnosti isoenzymy, jejichž využitím lze po genetické stránce charakterizovat důsledky stresových situací působících na populace lesních dřevin. Jako kritérium pro analýzu se používá zejména posouzení variability alelických a genotypových frekvencí, genetické diverzity, stupně heterozygotnosti v populacích, zastoupení vzácněji se vysky-

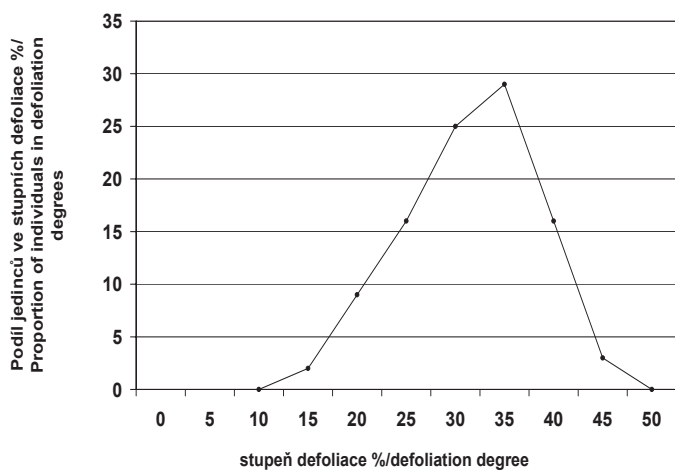
tujících alel, aj. V menší míře a rozsahu se pro výzkum předemtné problematiky geneticky podmíněné proměnlivosti dílčích populací lesních dřevin s různými projevy stresu použila analýza DNA (DEGAN, SCHOLZ 2001). Pokud jde o rozsah prací, jde zejména o Spolkovou republiku Německo, kde se analýzy z hlediska zátěže stresovými faktory uskutečnily až dosud na více než 10 000 jedincích. Nemalý rozsah prací se realizuje i v České republice a na Slovensku (IVANEK 2001, aj.). Práce se až dosud orientovaly zejména na tuto konkrétní problematiku:

- Posouzení genetické skladby různých dílčích populací lesních dřevin s diferencovanými stupni zátěže (silněji ovlivňované populace a populace méně poškozené)
- Analýza geneticky podmíněné skladby mezi senzitivními soubory a jedinci v rámci populace a tolerantními soubory a jedinci téže populace
- Sledování a posouzení různých ontogenetických stadií téže populace (např. adultní jedinci, semenáčky, sazenice, nálety, nárosty, aj.)
- V rámci některých prací byla věnována pozornost posouzení skutečného stavu dílčí populace pod vlivem stresu s teoretickou genetickou strukturou (např. posouzení četnosti jedinců genotypů a četností při teoretickém náhodném srašování/křížení)
- Další specifickou metodickou kategorií výzkumu představují práce na rostlinách rostoucích v kontrolovaných podmínkách. Jedná se zejména o analýzy rostlin vystavených v komorách působení SO₂, O₃, HF, aj. Mimo jiné se zkoumá vliv těchto látek na pyl, na jeho životaschopnost a další charakteristiky. V rámci těchto prací mohou být sledovány i případné kombinace jednotlivých faktorů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

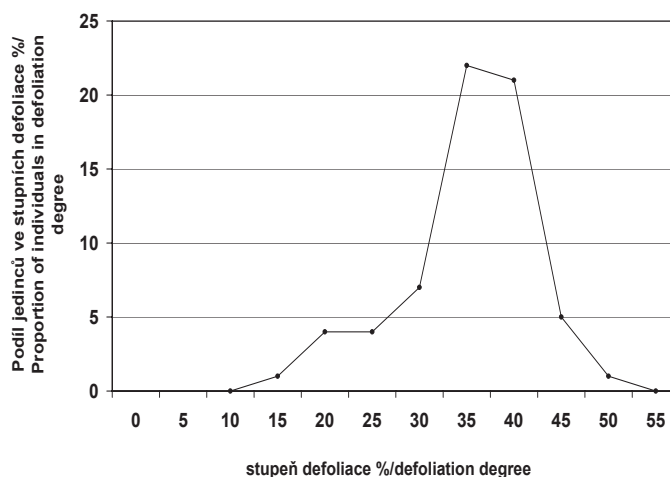
Disponibilní výsledky prací, realizovaných až dosud pouze na některých druzích lesních dřevin (smrk ztepilý, jedle bělokorá, borovice lesní, buk lesní, dub letní a zimní), lze velmi stručně zobecnit takto:

- Proměnlivost u lesních dřevin je spojena s různými formami fyziologických reakcí na měnící se podmínky prostředí. Větší či menší citlivost či tolerance ke stresu vyvolávaného souborným vlivem škodlivých faktorů prostředí je podmíněna geneticky.
- Stres vede v extrémních případech ke stupňování mortality v populacích. V případech, kdy tím dochází k silné redukci populace, může nastat zřetelná genová eroze jako důsledek genetického driftu.
- V porostech, které se v důsledku stresové situace prosvětlují, může docházet k postupné reprodukční izolaci jednotlivých stromů. Podíl samoopylení stoupá a tím se zvyšuje nebezpečí produkce osiva se značným podílem projevů příbuzenského křížení (inbreedingu). V případech, kdy je stresová zátěž prostorově proměnlivá, může v populacích docházet k různým adaptacím. V nepříznivých podmínkách mohou tyto situace vést k reprodukčním izolacím jednotlivých porostů (DEGEN, SCHOLZ 2001). V souvislosti s tím může docházet k redukci toků genů mezi jednotlivými porosty v rámci omezení přenosů pylu a osiva.
- Stres, zejména znečištění ovzduší, mění intenzitu fruktifikace v lesních porostech. Snížení celkového počtu partnerů a zejména intenzity plodnosti vede k redukci velikosti populace, která je efektivní z hlediska reprodukce. Čím menší je populace z hlediska reprodukční efektivnosti, tím bývá větší, pokud jde o gene-



Obr. 1.

Distribuce kategorií stupňů defoliace. Monitorační plocha B 150 - Harrachov. KRNP, por. 524 A8, PLO 22 - Krkonoše, VLS 8, nadm. výška 1 030 m, SLT 8 S1. Smrk ztepilý, věk 82 let
Categories distribution of defoliation degrees. Monitoring plot B 150 - Harrachov. KRNP, stand 524 A8, PLO 22 - Krkonoše Mts., vegetation forest zone 8, elevation 1,030 m, SLT 8 S1. Norway spruce, age 82 years



Obr. 2.

Distribuce kategorií stupňů defoliace. Monitorační plocha B 160 - Pec pod Sněžkou. KRNP, por. 220 B11, PLO 22 - Krkonoše, VLS 7, nadm. výška 900 m, SLT 7 N4. Smrk ztepilý, věk 120 let, bonita 22, zakmenění 10
Categories distribution of defoliation degrees. Monitoring plot B 160 - Pec pod Sněžkou. KRNP, stand 220 B11, PLO 22 - Krkonoše Mts., vegetation forest zone 7, elevation 900 m, SLT 7 N4. Norway spruce, age 120 years, yield class 22, stand density 10

tické složení, diferenciaci mezi mateřskými stromy a osivem. Zvyšuje se tak riziko ztrát genetických informací o populacích.

- Znečištění ovzduší, specificky imisemi, může indukovat mutace. Tím se sice zvyšuje geneticky podmíněná proměnlivost, avšak ve značném podílu obvykle vznikají letální nebo semiletální mutanti, kteří představují genetickou zátěž.
- Určitý podíl redukce v populaci během vývoje porostu je vyvoláván biotickými faktory (hmyz, houby, zvěř, aj.). Na základě těchto vlivů mohou probíhat, podobně jako v souvislosti se zmíněnými obecnými stresovými situacemi, selekční pochody, které vedou k změnám genetického složení populací. Práce tohoto zaměření jsou ve výzkumu zatím zcela ojedinělé. Jako příklad lze uvést důkaz geneticky podmíněné diferenciaci u buků napadených červcem bukovým (*Cryptococcus fagisuga*) prokázané na základě analýzy isoenzymových lokusů (GORE et al. 1994). Výzkum tohoto zaměření, orientovaný na vlivy abiotické (vítr, sníh, mráz, aj.) a biotické povahy, je se zřetelem na poznání genetické podmíněnosti škod a jejich důsledků aktuální a tyto vlivy by měly být ve výzkumných programech brány v úvahu.

SOUHRN A ZÁVĚR

Zcela obecně lze, jako výsledek dosavadního výzkumu, konstatovat, že stresové situace jsou spojeny s negativními genetickými důsledky pro populace lesních dřevin. Dochází především k zužování geneticky podmíněné proměnlivosti a tím k snižování adaptační schopnosti lesních dřevin. Tyto skutečnosti by měly být respektovány v adekvátních formách v lesnické praxi (např. při volbě reprodukčního materiálu) a v lesnickém výzkumu. Jako opatření mohou přicházet v úvahu zejména tyto náměty:

- Postupné redukce zátěže prostředí, vyvolávané antropogenními faktory
- Se zřetelem na současný stav lesů patří k základním opatřením záchrana a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin. Známé postupy směřující k tomuto cíli se postupně realizují. Specifickou pozornost je třeba věnovat identifikaci, charakteristice, udržení a reprodukci porostů autochtonních, u nichž lze předpokládat, vedle obvykle pozitivních hodnotových ukazatelů, žádoucí adaptační schopnost na podmínky prostředí.
- Je žádoucí, aby známé nebo předpokládané morfologické adaptace a jiné variabilní charakteristiky (např. tvar kmene, tvar koruny, doba rašení, aj.) dosud sledované jen na fenotypové úrovni, významné mimo jiné i z hlediska stability lesních ekosystémů, byly v rámci geneticko-šlechtitelského výzkumu ověřovány. Jde zejména o využívání vhodných genetických markerů. V souladu s výsledky výzkumu by pak měly být vhodné varianty se žádoucími geneticky podmíněnými charakteristikami využívány v rámci pěstebního výběru a ve šlechtitelských programech.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného záměru č. MZE0002070202.

LITERATURA

- DEGAN, B., SCHOLZ, F. Wirkungen auf die genetische Struktur von Arten. Handbuch der Umweltveränderungen und Ökotoxikologie. Band 2A. Berlin: Heidelberg, Springer Verlag, 2001, s. 317-330.
- FABIÁNEK, P. Vybrané informační podklady z evidence monitoračních ploch. Rukopis. Jiloviště–Strnady: VÚLHM, 2003. 22 s.
- FABIÁNEK, P., UHLÍŘOVÁ, H. (ed.) Monitoring zdravotního stavu lesů v České republice. Jiloviště–Strnady: VÚLHM, 2000. 92 s.
- GORE, V., STARKE, B., ZIEHE, M., KÖNIG, J., MÜLLER-STARCK, G., LUNDERSTADT, J. Influence of genetic structures and silvicultural treatments in a beech stand (*Fagus sylvatica*) on the population dynamics of beech scale (*Cryptococcus fagisuga*). For. Gen., 1994, vol. 1, no. 3, s. 157-164.
- IVÁNEK, O. Výsledky isoenzymových analýz porostů smrku a jilmu v Krušných horách. In Sborník ze semináře Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách, Teplice 2001. Jiloviště–Strnady: VÚLHM, 2001, s. 11-14.
- MÜLLER-STARCK, G. Genetic differences between "tolerant" and "sensitive" beeches *Fagus sylvatica* L. in an environmentally stressed forest stand. Silvae Genetica, 1985, vol. 34, no. 6, s. 241-247.
- ZAHRADNÍK, P. et al. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 1999 a jejich očekávaný stav v roce 2000. Jiloviště–Strnady: VÚLHM-Lesní ochranná služba, 2000. 45 s., přílohy.

TOWARDS GENETIC PROCESSES IN FOREST TREE SPECIES POPULATIONS IN CONSEQUENCE OF HARMFUL ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING FOREST

SUMMARY

As results of current research indicate, stressful situation used to be connected with negative genetic consequences for populations of forest tree species. Especially, it concludes in narrowing of genetically conditioned variability together with following decreasing of adaptability of forest tree species. These matters of fact should be respected in adequate forms both in forestry practice (e. g. in cases of reproductive material selection) and in forestry research, too. Practical treatments could be taken into account, as following themes, especially:

- Sequential reductions of environmental stress having been inducted by anthropogenic factors
- Preservation and reproduction of forest tree species gene resources, as basic treatments regarding to current state of forests. Necessary treatments used to already be realized progressively. It is necessary to pay especial attention to identification, characterization, preservation and reproduction of autochthonous forest stands, where it is possible to assume, among other positive characteristics, desirable adaptability towards environment conditions.
- Known or assumed morphological adaptations (e. g. stem form, crown shape, phenology characteristics, etc.), which also are considerable from viewpoint of forest ecosystems stability and having been for a while investigated just on phenotype level, need to be further verified, in frame of genetic improvement research. Especially, methods of molecular biology (isozymes and DNA analyses), should be used. Conformable with results of research, convenient variants with genetically conditioned desirable characteristics should be used in frame both of silvicultural treatments and of breeding programs.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Josef Frýdl, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 271; e-mail: frydl@vulhm.cz