

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin

Testování hybridních potomstev rodu *Abies*

Disertační práce

Autor: **Ing. Jan Typta**

Školitel: **prof. Ing. Milan Lstibůrek, MSc., Ph.D.**

2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „**Testování hybridních jedinců rodu *Abies***“ vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací a doporučení školitele.

Souhlasím se zveřejněním disertační práce dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Chotěticích dne 28. 4. 2015

Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří jakkoli přispěli k realizaci terénních činností a k sepsání disertační práce. Za metodické vedení a poskytnutí potřebné literatury ke zpracování disertační práce děkuji svým školitelům, prof. Ing. Jaroslavu Koblihovi, CSc., a prof. Ing. Milanu Lstibůrkovi, MSc., Ph.D. Za pomoc při měření, stabilizaci parcel a zpracování dat děkuji Ing. Janu Stejskalovi, Ph.D., a Ing. Petru Škorpíkovi, za obětavou pomoc při psaní práce pak Ing. et Ing. Petru Novotnému, Ph.D. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům Milanu Typtovi a Janě Typtové za neúnavné pobízení ke studiu.

Ing. Jan Typta

Testování hybridních potomstev rodu *Abies*

Testing of hybrid progenies within genus *Abies*

Abstrakt

Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) byla v minulosti na území dnešní České republiky jednou z nejvýznamnějších dřevin, která se na přirozené dřevinné skladbě lesů podílela z 19 %. Ke zvýšení zastoupení jedle v ČR může dojít introdukcí zahraničního reprodukčního materiálu této dřeviny nebo cizokrajných druhů adaptovaných na podobné klimatické podmínky nebo křížením jedlí různých druhů. Význam mezidruhového křížení jedle je dán existencí velkého počtu možných hybridů v rámci rodu *Abies*. Z množství zástupců tohoto typu lze uvést hlavně mezidruhové hybridy druhů *A. concolor* × *A. grandis*, *A. veitchii* × *A. alba* a *A. concolor* × *A. cephalonica*, které vynikají nejen heterózním efektem, ale též zvýšenou odolností vůči chorobám a zhoršeným klimatickým faktorům, jakými jsou například imise a další.

Hlavním cílem práce je otestování vlastností spontánních hybridů na ověřovacích výsadbách v Lesích města Prostějova, dále otestování hybridních jedinců, klonů a různých druhů rodu *Abies* na srovnávacích výsadbách v Kostelci nad Černými lesy a ověření potenciálu jednotlivých hybridních jedinců pro potřeby lesního hospodářství a pěstování vánočních stromků.

Na plochách ŠLP Kostelec nad Černými lesy bylo hodnoceno šest ploch se zastoupením tří spontánních hybridů (*A. cephalonica* × ?, *A. cilicica* × ?, *A. numidica* × ?), dále klonů *A. alba* × *A. alba*, *A. alba* × *A. nordmanniana*, *A. alba* × *A. cilicica*, *A. nordmanniana* × *A. nordmanniana*, *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (vystavených různé dávce RTG záření) a 12 druhů jedlí (*A. alba*, *A. nordmanniana*, *A. balsamea*, *A. grandis*, *A. procera*, *A. concolor*, *A. gracilis*, *A. cephalonica*, *A. lowiana*, *A. pinsapo*, *A. holophylla*, *A. veitchii*). Celkem bylo na plochách ŠLP hodnoceno 3 769 jedinců. Dále byly hodnoceny dvě pokusné plochy v lesích města Prostějova. V porostu 720 D1 šlo o hodnocení dvou spontánních hybridů *A. cephalonica* × *A. cilicica* a srovnávacích potomstev *A. alba* a *A. grandis* v celkovém počtu 1 500 jedinců. V porostu 726 B8 byli testováni spontánní hybridy *A. cephalonica* a *A. numidica* v souhrnném počtu 1 150 jedinců. Celkem bylo na výzkumných plochách v Lesích města Prostějova hodnoceno 2 650 jedinců.

Z výsledků je zřejmý rozdíl v mortalitě, kdy se hybridní původ ukázal jako faktor snižující úmrtnost v porovnání s jedinci čistých druhů. V kvantitativních znacích dosahovali hybridní jedinci vyšších hodnot.

Získané poznatky mohou být využity při řešení otázek souvisejících s problematikou záchrany a reprodukce genetických zdrojů jedle bělokoré v měnících se podmínkách prostředí, dále otázek zajištění reprodukčního materiálu v případě jeho nedostatku z klasických zdrojů a rozhodování o případném dovozu reprodukčního materiálu jiných druhů rodu *Abies* pro jeho využívání v ČR.

Klíčová slova: jedle, *Abies*, spontánní hybrid, testování, kvantitativní znaky, ověřování potomstev

Abstract

Silver fir (*Abies alba* Mill.) was one of our most important tree species of the past, native to the species composition of forests in the Czech Republic accounting for 19 %.

Due to the high speed of changes that are prominent in nature, we cannot rely solely on the gradual adaptation of indigenous genetic resources of silver fir from population genetic perspective. To increase the representation of fir trees in our forests introductions of exotic fir species adapted to similar climatic conditions or crossing different species of fir could be a solution. The importance of interspecific crosses of fir is based on the existence of a large number of well-known hybrids within the genus *Abies*. Of the many examples of this type mainly interspecific hybrids of species *A. concolor* × *A. grandis*, *A. veitchii* × *A. alba* a *A. concolor* × *A. cephalonica* are more common. They not only excel as hybrids, but also bear increased resistance to disease and impaired climatic factors such as air pollution etc. The main objective is to test the properties of spontaneous hybrids in plantations of the forests of Prostějov; to test the hybrid individuals, clones and various species of the genus *Abies* comparative plantations of spontaneous hybrids in Kostelec and verify potential of hybrid individuals for the needs of forestry and plantations of Christmas trees.

In Kostelec total of six areas with the representation of three spontaneous hybrids (*A. cephalonica* × ?, *A. cilicica* × ?, *A. numidica* × ?); clones of *A. alba* × *A. alba*, *A. alba* × *A. nordmanniana*, *A. alba* × *A. cilicica*, *A. nordmanniana* × *A. nordmanniana*, *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (with different levels of X-ray) and 12 kinds (*A. alba*, *A.*

nordmanniana, *A. balsamea*, *A. grandis*, *A. procera*, *A. concolor*, *A. gracilis*, *A. cephalonica*, *A. lowiana*, *A. pinsapo*, *A. holophylla* a *A. veitchii* were tested. In total on all of the areas 3 769 individuals were evaluated. In Forests of Prostějov two experimental sites in the stand 720 D1 with two spontaneous hybrids: *A. cephalonica*, *A. cilicica* and comparative offspring *A. alba* and *A. grandis* in a total of 1 500 individuals were tested. The stand 726 B8 we tested spontaneous hybrids *A. cephalonica* and *A. numidica* - 1 150 individuals. In total there were research plots in Forests of Prostějova with 2 650 evaluated individuals.

The results of mortality evaluation indicate an obvious difference among the evaluated individuals, which showed hybridization as a factor reducing the mortality of individuals' hybrid versus pure individuals. In the case of quantitative traits, hybrid individuals often showed higher values.

The knowledge gained can be used to address issues related to preservation and reproduction of genetic resources of silver fir in changing environmental conditions. Furthermore, to ensure reproductive material and deciding about the possible replacement or import of reproductive material of other species of the genus *Abies* in the Czech Republic.

Key words: fir, *Abies*, spontaneous hybrid, testing, quantitative characteristics, progeny verifying

OBSAH

PROHLÁŠENÍ	2
PODĚKOVÁNÍ	3
ABSTRAKT	4
ABSTRACT	5
1. ÚVOD	9
2. CÍLE PRÁCE	12
3. ROZBOR PROBLEMATIKY	13
3.1 CHARAKTERISTIKA RODU <i>ABIES</i>	13
FYLOGENEZE:	16
3.2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHŮ RODU <i>ABIES</i>	19
3.2.1 Jedle bělokorá (<i>Abies alba</i> Mill.).....	19
3.2.2 Jedle řecká (<i>Abies cephalonica</i> Loud.).....	24
3.2.3 Jedle kavkazská (<i>Abies nordmanniana</i> /Steven/ Spach).....	27
3.2.4 Jedle balzámová (<i>Abies balsamea</i> Michx.).....	28
3.2.5 Jedle obrovská (<i>Abies grandis</i> /Douglas ex D. Don/ Lindl.).....	30
3.2.6 Jedle vznešená (<i>Abies procera</i> Rehd.).....	33
3.2.7 Jedle ojíňená (<i>Abies concolor</i> /Gord./ Hopes.).....	35
3.2.8 Jedle sachalinská (<i>Abies sachalinensis</i> Kom.).....	36
3.2.9 Jedle španělská (<i>Abies pinsapo</i> Boiss.).....	37
3.2.10 Jedle jehlicovitá (<i>Abies holophylla</i> Maxim.).....	38
3.2.11 Jedle Veitchova (<i>Abies veitchii</i> Lindl.).....	39
3.3 DŮVODY ODUMÍRÁNÍ JEDLE BĚLOKORÉ VE STŘEDNÍ EVROPĚ.....	40
3.4 MOŽNOSTI ŘEŠENÍ ÚSTUPU JEDLE BĚLOKORÉ V ČR.....	43
3.5 HYBRIDIZACE V RÁMCI RODU <i>ABIES</i>	47
4. MATERIÁL A METODIKA	54
4.1 MATERIÁL	54
4.1.1 Srovnávací výsadby v <i>Kostelci nad Černými lesy (K01–K02)</i>	56
4.1.1.1 Výzkumná plocha K01 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů	56
4.1.1.2 Výzkumná plocha K02 – srovnávací výsadba různých druhů rodu <i>Abies</i>	56
4.1.2 Klonální výsadby řízkovanců na ŠLP v <i>Kostelci nad Černými lesy (K03–K06)</i>	57
4.1.2.1 Výzkumná plocha K03 – klonální výsadba řízkovanců hybridních kombinací (1993)	57
4.1.2.2 Výzkumná plocha K04 – klonová výsadba řízkovanců hybridních kombinací (1995).....	58
4.1.2.3 Výzkumná plocha K05 – multiklonální směs hybridů generace F2 (1996).....	58
4.1.2.4 Výzkumná plocha K06 – multiklonální směs hybridů generace F2 (2000).....	59
4.1.3 Srovnávací výsadby v <i>Lesích města Prostějova (P07–P08)</i>	59
4.1.3.1 Výzkumná plocha P07 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů (1996).....	59
4.1.3.2 Výzkumná plocha P08 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů (1997).....	60
4.2 METODIKA	60
5. VÝSLEDKY	64
5.1 VÝZKUMNÁ PLOCHA K01 – SROVNÁVACÍ VÝSADBA POTOMSTEV SPONTÁNNÍCH HYBRIDŮ	64
5.2 VÝZKUMNÁ PLOCHA K02 – SROVNÁVACÍ VÝSADBA RŮZNÝCH DRUHŮ RODU <i>ABIES</i>	75
5.3 VÝZKUMNÁ PLOCHA K03 – KLONÁLNÍ VÝSADBA ŘÍZKOVANCŮ HYBRIDNÍCH KOMBINACÍ (1993)....	80
5.4 VÝZKUMNÁ PLOCHA K04 – KLONÁLNÍ VÝSADBA ŘÍZKOVANCŮ HYBRIDNÍCH KOMBINACÍ (1995)....	87
5.5 VÝZKUMNÁ PLOCHA K05 – MULTIKLONÁLNÍ SMĚS HYBRIDŮ GENERACE F2 (1996)	92

5.6 VÝZKUMNÁ PLOCHA K06 – VÝSADBA MULTIKLONÁLNÍ SMĚSI HYBRIDŮ – ŠLP GENERACE F2 (2000)	92
5.7 VÝZKUMNÁ PLOCHA P07 – SROVNÁVACÍ VÝSADBA POTOMSTEV SPONTÁNNÍCH HYBRIDŮ (1996) ...	93
5.8 VÝZKUMNÁ PLOCHA P08 – SROVNÁVACÍ VÝSADBA POTOMSTEV SPONTÁNNÍCH HYBRIDŮ (1997) ...	98
6. DISKUZE	99
6.1 MORTALITA NA HODNOCENÝCH PLOCHÁCH	100
6.2 RŮSTOVÉ CHARAKTERISTIKY JEDNOTLIVÝCH POTOMSTEV SPONTÁNNÍCH HYBRIDŮ Z VOLNÉHO OPYLENÍ A RŮZNÝCH DRUHŮ RODU <i>ABIES</i>	103
6.3 RŮSTOVÉ CHARAKTERISTIKY KLONOVÝCH VÝSADEB.....	106
7. ZÁVĚR	108
8. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	109
9. SEZNAM PŘÍLOH	130

1. Úvod

Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) byla v minulosti jednou z našich nejvýznamnějších dřevin, která se na přirozeném složení dřevinné skladby v lesích na území dnešní České republiky podílela z 19,8 %. Pod vlivem měnících se podmínek prostředí však její zastoupení do dnešní doby pokleslo na pouhých 1,1 %. V poslední době se objevuje snaha o zvýšení podílu jedle v druhové skladbě lesních porostů. V letech 2000 až 2013 došlo ke zvýšení plochy porostní půdy z 23 138 ha na současných 27 509 ha, tedy téměř o 19 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013).

Uvedený nárůst však nelze považovat za dostatečný. Z 27 hospodářských souborů (HS) je jedle zařazena mezi meliorační a zpevňující dřeviny ve 24 (s výjimkou HS 29, 02 a 03), na vodou ovlivněných stanovištích (zejména v HS 47, 57 a 59) by dokonce mělo její zastoupení dosáhnout až 15 % (INDRA 2002). Zastoupení jedle v lesích ČR je nutné zvýšit rovněž vzhledem k jejím produkčním schopnostem a příznivému působení opadu jehličí na půdu. V současnosti nabírá většího rozsahu pěstování jedle pro účely produkce vánočních stromků.

Vzhledem k velké rychlosti změn podmínek (JONARD et al. 2012) se nelze z populačně genetického hlediska spoléhat pouze na postupnou adaptaci domácích genetických zdrojů jedle bělokoré. Při náhlých změnách trvá genetické přizpůsobení na bázi selekčních a mutačních procesů minimálně 10 generací, ale i mnohem déle (WHITE et al. 2007). Ke zvýšení zastoupení jedle v lesích ČR může dojít introdukcí reprodukčního materiálu zahraničního původu, introdukcí cizokrajných druhů adaptovaných na podobné klimatické podmínky anebo křížením jedlí různých druhů. Význam mezidruhového křížení jedle je dán výskytem přirozených kříženců v rámci rodu. U rodu *Abies* je známo 40–50 druhů (přičemž jeden se nachází pouze v arboretech) a přibližně 126 mezidruhových hybridů (LIU 1971; SCHÜTT 1994a; GREGUSS 1995; FARJON 2008, 2010; ECKENWALDER 2009; FARJON et FILER 2013). Z množství hybridů tohoto typu lze uvést hlavně mezidruhové hybridy *A. concolor* × *A. grandis* (LARSEN 1934), *A. veitchii* × *A. alba* a *A. concolor* × *A. cephalonica* (ROHMEDER 1961a; ROHMEDER et EISENHUT 1961), které vynikají nejen heterózním efektem, ale i zvýšenou odolností vůči chorobám a horším klimatickým faktorům (např. imise aj.).

Testováním některých hybridů se zabývali na území ČR KOBLIHA (1988, 1989b), resp. KOBLIHA a JANEČEK (2005). Vynikající výsledky vykazala potomstva *Abies cephalonica* z vnitrodruhového křížení, mj. s použitím pylu vystaveného γ záření. Všechny vnitrodruhové i mezidruhové hybridní kombinace s genetickým zastoupením *Abies alba* předstihly kontrolu *Abies alba* z volného opylení (KOBLIHA 1989b, 1992a, 1992b, 1993a, 1993b; KOBLIHA et POKORNÝ 1990; SNÁŠELOVÁ et KOBLIHA 1990; KOBLIHA et SNÁŠELOVÁ 1991; KOBLIHA et KRÁLÍK 1992).

Na Slovensku se zabývali hybridizací jedle GREGUSS (1992, 1995) a KORMUŤÁK et al. (2013). Podle výsledků jedle bělokorá proti hybridům výrazně zaostává a současně narůstá i diferenciace mezi hybridními potomstvy a potomstvy jednotlivých druhů z volného opylení.

Největší ekonomický zájem na šlechtění v rámci rodu *Abies* je však patrný v USA, přičemž se týká především druhu *Abies fraseri* (Pursh). Hlavní význam jedle Fraserovy v oblasti jejího původního výskytu totiž spočívá v plantážové produkci vánočních stromků. Je oceňována pro svůj velmi hustý a pravidelný habitus, nádherné intenzivně vonící lesklé jehličí a nadprůměrnou retenční schopnost jehlic po těžbě. Jedle Fraserova se rovněž používá jako okrasná dřevina. Hybridizace je zaměřena na získání jedinců odolných ke kořenové hnilobě působené houbou rodu *Phytophthora* (FRAMPTON et BENSON 2012, FRAMPTON et al. 2013). Také v ČR stoupá zájem o pěstování různých druhů jedlí na plantážích vánočních stromků, kdy pěstitelé kladou podobně jako v USA důraz zejména na odolnost a estetické vlastnosti hybridních jedinců. V rámci šlechtění jedle probíhá mezi USA a Českou republikou intenzivní mezinárodní spolupráce, která byla podpořena programem MŠMT ČR KONTAKT. Na projektu spolupracují ČZU v Praze (prof. J. Kobliha, prof. M. Lstibůrek) a NCSU Raleigh (prof. J. Frampton). V Severní Americe se výzkum zabývá i jinými druhy jedlí, např. *Abies cephalonica*, *A. firma*, *A. homolepis* aj. (MERGEN et GREGOIRE 1988; CLAIR et CRITCHFIELD 1988).

Evropského významu dosáhlo šlechtění rodu *Abies* zaměřené na pěstování vánočních stromků především v Dánsku (HANSEN et MCKINNKY 2010).

V ČR aktuálně probíhá testování hybridních potomstev vysazených na pokusných srovnávacích výsadbách v Kostelci nad Černými lesy a v Lesích města Prostějova. Při hodnocení potenciálu dalších druhů z rodu *Abies* či hybridů v rámci tohoto rodu jsou sledovány především (1) míra resistance k abiotickým a biotickým činitelům, (2) vyšší

růstový potenciál a (3) identifikace druhů vhodných pro pěstování na plantážích vánočních stromků.

Formální úprava disertační práce vychází z platné směrnice děkana FLD ČZU v Praze¹.

¹ *Směrnice děkana č. 5/2013. Pravidla pro zpracování tezí disertační práce, autoreferátu a disertační práce uplatňované na FLD od 1. 8. 2013.* Praha, FLD ČZU v Praze: 24 s.

2. Cíle práce

Hlavním cílem této práce je ověření vlivu heterózního efektu na základě dosavadních poznatků o mezidruhovém křížení v rámci rodu *Abies*. Očekávaný vliv heterózního efektu na růst ověřovaných hybridů, přičemž u kombinací geograficky vzdálenějších druhů (jedinců) by měla být jeho exprese výraznější.

Interpretace dosažených výsledků se zaměřením na zjištění míry genetického vlivu a vlivu vnějšího prostředí (stanoviště) na sledované ukazatele u experimentálních jednotek různého původu. Zjištění potenciálu konkrétních hybridních jedinců a kombinací pro možnost jejich využití v lesním hospodářství a za účelem produkce vánočních stromků v podmínkách ČR a v zahraničí.

3. Rozbor problematiky

3.1 Charakteristika rodu *Abies*

Taxonomie:

Rod *Abies* náleží do čeledi *Pinaceae*, přičemž je druhým největším rodem této čeledi. V systému patří do oddělení *Spermatophyta*, pododdělení *Gymnospermatophyta*, třídy *Pinopsida*. Jednotliví autoři se však v klasifikačním pojetí rodu různí, a to přes skutečnost, že patří k nejprozkoumanějším. Taxonomie se opírá především o morfologické znaky a geografické rozšíření druhů (SPACH 1842; GORDON 1858; KENT 1900; FRANCO 1950; HARLOW et HARRAR 1958; MATZENKO 1968; LIU 1971; ENGELMANN 1978; MAYR 1980; FARJON et RUSHFORTH 1989; VIDAKOVIĆ 1991; WILLIS et McELWAIN 2002; FARJON 2008, 2010; ECKENWALDER 2009; FARJON et FILER 2013).

Celkem je známo 40 až 50 druhů jedlí (HIEKE 2008, FARJON et FILER 2013). Počet jednotlivých druhů se liší dle jednotlivých autorů. Např. SCHÜTT (1994a) popsal 48 druhů, SARGENT (1926) 32 druhů, jiní autoři až 52 druhů a 12 variet (VIGUÉ et GAUSSEN 1928, 1929). V současnosti dochází k ustálení taxonomické klasifikace a jsou akceptovány dvě koncepce členění rodu. KRÜSSMANN (1983) dělí rod na dva podrody, šest sekcí a 43 druhů. Tato klasifikace se liší od klasifikace LIU (1971), který rozlišuje 49 druhů patřících do 15 sekcí (tab. 1). V rámci 49 druhů popsal uvedený autor 27 variet (GREGUSS et PAULE 1988). Velkou variabilitu v počtu druhů lze přisoudit mezidruhové hybridizaci v zónách, kde se některé druhy setkávají a dávají vznik intermediárním formám. LIU (1971) takto vysvětluje vznik málo četných druhů regionálního významu.

Z Evropy uvádí pět základních druhů jedlí – *A. alba*, *A. cephalonica*, *A. nebrodensis*, *A. pinsapo* a *A. sibirica* (vyskytující se sporadicky v evropské části Ruska) a dva spontánní hybridy (*A. × borisii-regis*, *A. × vasconcellosiana*).

Morfologie:

Rod zahrnuje jednodomé, vždyzelené jehličnaté stromy středně vysokého až vysokého vzrůstu (30–60, v extrémních případech 10–90 m). Jedná se o dřeviny dlouhověké (až 700–800 roků), do vysokého věku s výrazně monopodiálním vzpřímeným růstem (ECKENWALDER 2009). Větve vyrůstají obvykle z kmene

v přeslenech po čtyřech nebo šesti. Na spodní části kmene, hlavně u jedinců v hustých porostech, většinou zůstávají malé odumřelé větévky (LIU 1971).

Pupeny jsou vejcovité až kulovité a často zasmolené. Kůra je v mládí hladká až mírně rozpraskaná. Jehlice jsou zploštělé se spirálním uspořádáním, někdy hřebenovitě ve dvou řadách. Z líčové strany jsou zbarveny do zelena, na spodní straně se dvěma bílými proužky. Na bázi jsou stopkatě zakončeny a přisedají rozšířenou bází. Po opadu jehlic zůstávají na prýtech okrouhlé jizvy (WILLIS et MCELWAIN 2002; KOBLÍŽEK 2006).

Samčí strobily jsou zbarveny žlutočerveně. Vyskytují se především na loňských prýtech a na bázi mají blanité šupiny. Na pylových zrnech se nacházejí dva vzdušné vaky (WILLIS et MCELWAIN 2002; ECKENWALDER 2009). Samičí strobily jsou zelené, později nafialovělé, vzpřímeného tvaru. Dosahují velikosti od 3 cm (*A. gracilis*, *A. veitchii*) po 39 cm (*A. cilicica*). Jsou složeny ze semenných a podpůrných šupin se střechovitým uspořádáním; dozrávají a rozpadají se koncem léta téhož roku. Vřetena zůstávají na stromech několik let. Na okrouhlých semenných šupinách se nacházejí dvě trojhranná pryskyřičnatá semena s velkým křídlem. Křídlo na semenech při luštění zůstává (FARJON et FILER 2013).

Tab. 1: Taxonomické členění rodu *Abies* podle morfologických znaků (HARLOW et HARRAR 1958; PILÁT 1964; FARJON et RUSHFORTH 1989; LIU 1971)

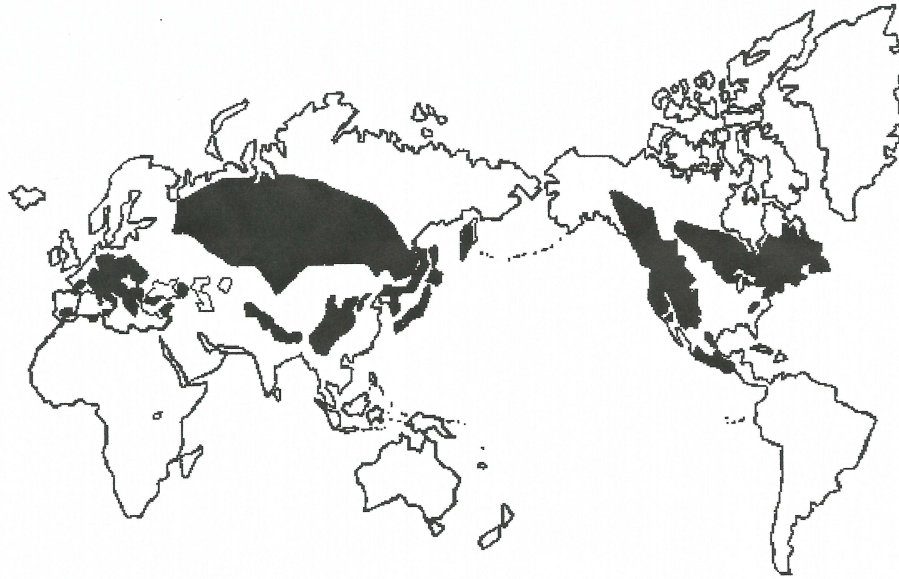
Podrod	Sekce	Druh (latinsky)	Druh (česky)	Přirozené rozšíření	
<i>Pseudotsuga</i>	<i>Bracteatae</i>	<i>A. bracteata</i>	j. kalifornská	západ Severní Ameriky	
<i>Abies</i>	<i>Momi</i>	<i>A. firma</i>	j. japonská (tuhá)	jižní a střední Japonsko	
		<i>A. homolepis</i>	j. nikkoská (nikko)	Japonsko, ostrov Honšú	
	<i>A. holophylla</i>	<i>A. holophylla</i>	j. jehlicovitá	Rusko, Severní Korea	
		<i>A. mariesii</i>	j. Mariesova	Japonsko	
		<i>A. kawakamii</i>	j. Kawakamiova	Čína, Taiwan	
		<i>A. chensiensis</i>	<i>A. chensiensis</i>	j. šen-sijská	Čína
	<i>Elateopsis</i>	<i>A. delavayi</i>	<i>A. delavayi</i>	j. Delavayiova	Čína
		<i>A. fargesii</i>	<i>A. fargesii</i>	j. Fargesova	Čína
		<i>A. recurvata</i>	<i>A. recurvata</i>	j. křivolistá	Čína
		<i>A. squamata</i>	<i>A. squamata</i>	j. šupinatá	západní Čína
	<i>Elate</i>	<i>A. nephrolepis</i>	<i>A. nephrolepis</i>	j. mandžuská	Rusko, Korea
		<i>A. koreana</i>	<i>A. koreana</i>	j. korejská	jižní Korea
<i>A. sachalinensis</i>		<i>A. sachalinensis</i>	j. sachalinská	Rusko, Japonsko	
		<i>A. veitchii</i>	j. Veitchova	Japonsko	

<i>Pichta</i>	<i>A. sibirica</i>	j. sibiřská	Rusko, Mongolsko, Kazachstán
<i>Pindrau</i>	<i>A. spectabilis</i>	j. himálajská	Afghánistán, Himálaje
	<i>A. pindrow</i>	j. západohimálajská	západní Himálaje
<i>Abies</i>	<i>A. alba</i>	j. bělokorá	jižní a střední Evropa, kromě izolovaných populací na severu a východě
	<i>A. nebrodensis</i>	j. sicilská	Sicílie
	<i>A. nordmanniana</i>	j. kavkazská	Rusko, Turecko
	<i>A. cephalonica</i>	j. řecká	Řecko
	<i>A. pardei</i>	j. Pardeova	původ neznámý
<i>Piceaster</i>	<i>A. pinsapo</i>	j. španělská	jižní Španělsko
	<i>A. numidica</i>	j. numidská	Alžírsko
	<i>A. cilicica</i>	j. cilicijská	Malá Asie, Sýrie, Libanon
<i>Nobiles</i>	<i>A. procera</i>	j. vznešená	západ Severní Ameriky
	<i>A. magnifica</i>	j. nádherná	západ Severní Ameriky
<i>Oyamel</i>	<i>A. religiosa</i>	j. mexická	Mexiko, severní Guatemala
	<i>A. hickeli</i>	-	-
<i>Vejarianae</i>	<i>A. vejari</i>	-	Mexiko
<i>Grandes</i>	<i>A. grandis</i>	j. obrovská	západ Severní Ameriky
	<i>A. guatemalensis</i>	j. guatemalská	Guatemala
	<i>A. amabilis</i>	j. líbezná	západ Severní Ameriky
	<i>A. durangensis</i>	-	-
	<i>A. concolor</i>	j. ojíněná	západ Severní Ameriky
<i>Balsamea</i>	<i>A. balsamea</i>	j. balzámová	Severní Amerika
	<i>A. lasiocarpa</i>	j. plstnatoplodá	Severní Amerika

Pozn.: **tučně** označené druhy jsou zastoupeny na pokusných plochách

Rozšíření:

Hlavní geografické rozšíření (obr. 1) na severní polokouli je ve východní Asii, a v Severní Americe a ve střední a západní Evropě. Některé druhy (převážně horské) dále zasahují do severní Afriky, Himálaje a do Jižní Ameriky (Guatemala). Nejvíce druhů se vyskytuje v Číně, Japonsku a na západě Severní Ameriky (HARLOW et HARRAR 1958; PILÁT 1964; LIU 1971; FARJON et RUSHFORTH 1989; GREGUSS et PAULE 1988; VIDA KOVIĆ 1991; FARJON 2008, 2010; FARJON et FILER 2013; XIANG et al. 2009).

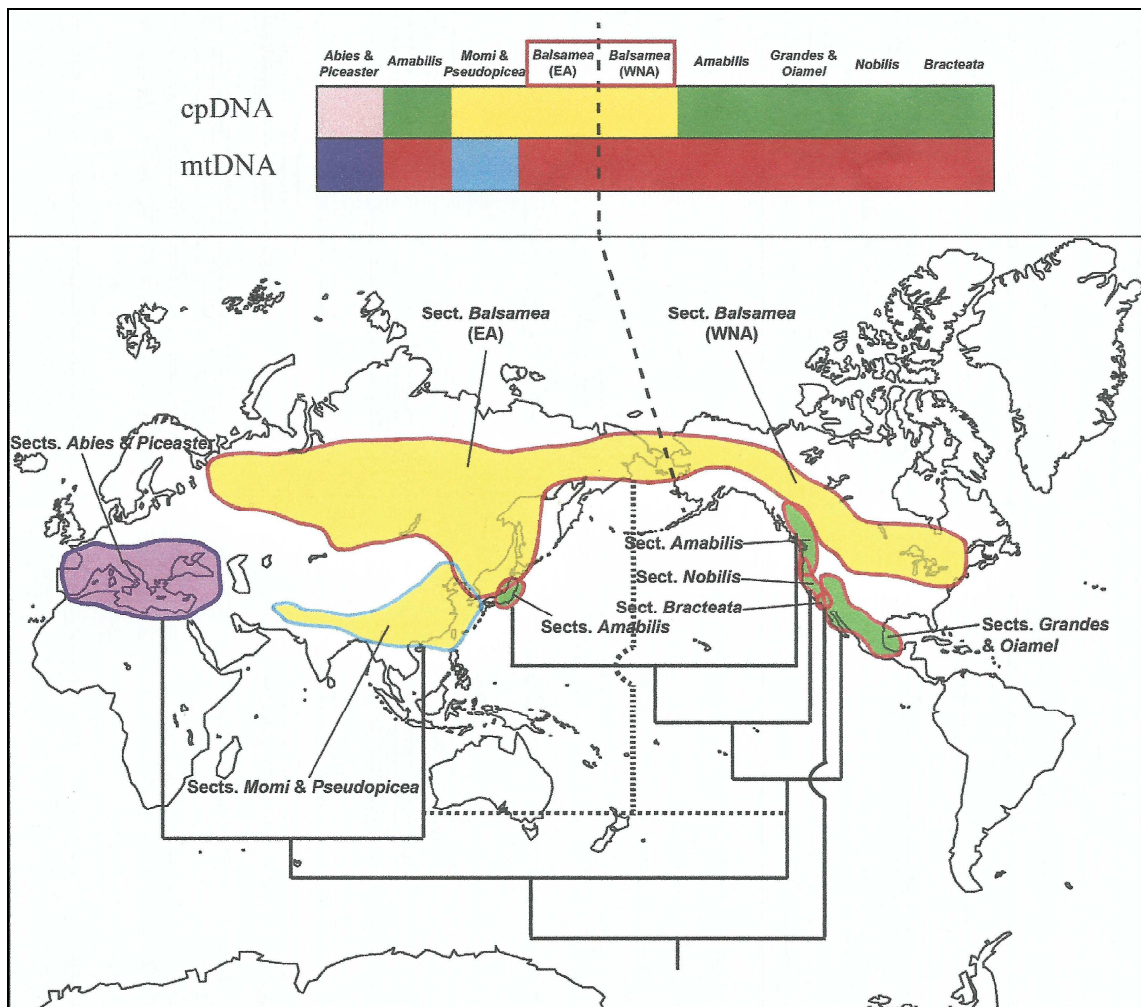


Obr. 1: Rozšíření rodu *Abies* (FARJON et RUSHFORTH 1989)

Fylogeneze:

K diferenciaci v rámci rodu *Abies* došlo pravděpodobně již v období starších třetihor v pozdním eocénu. XIANG et al. (2015) uvádí období 46 Ma (před současností) v intervalu spolehlivosti 34,4 – 61,4 Ma. Tato studie je do značné míry v souladu s předcházejícími studiemi např. pro *Pinaceae* (HE et al. 2012). Tento odhad je v souladu s nálezy makrozkamenělin, které byly také datovány do eocénu, ale do mladšího období (LIU 1971; AXELROD 1998).

Molekulární datování a biogeografická rekonstrukce ve studii XIANGA et al. (2015) předpokládá vznik rodu *Abies* s hlavním centrem pravděpodobně ve východní Asii (označení EA) a na západě Severní Ameriky (označení WNA), a to z důvodu velké koncentrace druhů v těchto oblastech (viz. obr. 2). Výše jmenovaná centra vývoje rodu *Abies* byla v minulosti spojena přes Beringovu úžinu, která v eocénu nebyla zatopena vodou (TIFFNEY et MANCHESTER 2001).



Obrázek 2: Schematická ilustrace hybridních hypotéz pro jednotlivé sekce rodu *Abies* na základě analýzy mitochondriální a chloroplastové DNA (XIANGA et al. 2015).

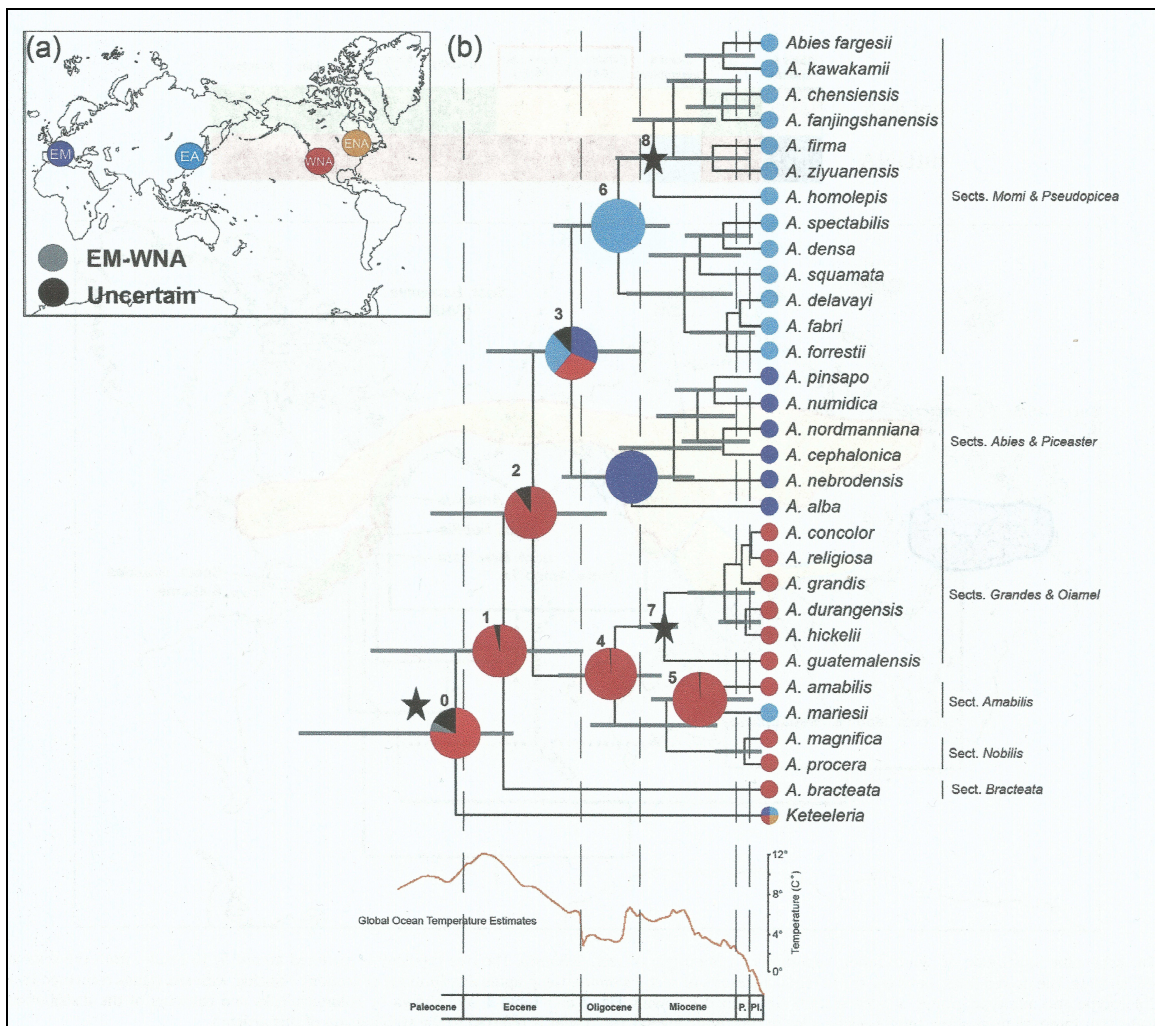
Z fosilních nálezů se usuzuje, že jehličnaté lesy v období eocénu obsazovali nejsevernější zeměpisné šířky v diverzifikovaných oblastech kolem Pacifiku. Osídlení severních oblastí je podpořeno nálezy fosilizovaného pylu a makro fosílií jedlí (AXELROD 1998, XIANG et al. 2007).

Během oligocénu a neogénu, došlo ke klimatickému ochlazení (ZACHOS et al. 2001). V důsledku klimatických změn došlo v nepříznivých oblastech k zániku a ke stěhování jedle přes severní polokouli, což mělo za následek rozdělení na oblast euro-mediterránní a východní Asii v průběhu pozdního eocénu. (35,9 Ma). V tomto období také vznikla Turgajská brána, která pravděpodobně sloužila jako bariéra pro migraci jedle mezi Evropou a Asií (TIFFNEY et MANCHESTERU 2001). Během migrace jedle jižním směrem nastala globální změna klimatu v podobě výrazného ochlazení (ZACHOS et al. 2001). Dramatická změna klimatu měla za následek vznik kontinentálních aridních

oblastí, které jsou z hlediska výskytu jedle nevhodné, tento jev pravděpodobně způsobil izolaci evropského a asijského areálu (TIFFNEY et MANCHESTER 2001).

Migrace pře Beringovu úžinu byla dostatečně zdokumentována, ale migrační směry jsou v této oblasti stále diskutovány (např. LEPAGE et BASINGER 1995, WEN et JANSEN 1995, SCHNABEL et WENDEL 1998, XIANG et al. 1998, WEN 1999, MILNE 2004, LO et al. 2009, WEI et ZHANG 2014).

XIANG et al. (2015) potvrzuje ve své studii migraci ve směru ven z oblasti Ameriky, kterou již nedávno navrhovali jako odděleně vytvořenou migrační cestu mezi oblastí východní Asie a západní částí Severní Ameriky někteří autoři (RAN et al. 2006, WEN et al. 2010).



Obrázek 3: Výsledky molekulárního datování a biogeografické (BBM) analýzy. (a) Mapa zobrazující čtyři biogeografické oblasti, jak jsou definovány ve studii XIANGA et al. (2015): EA (jihovýchodní Asie), EM (Euro-mediteránní region včetně jižní a střední Evropy, jihozápadní Asie a severní Afriky), ENA (východ Severní Ameriky) a WNA (západ Severní Ameriky, včetně Mexika a Guatemaly). Barvy jsou použity v případě druhu nebo jeho předchůdce vyskytujícího se ve více než jedné oblasti. (b)

Schematický chronogram je výsledkem BEAST analýzy na základě údajů Matrix I, a ukazuje biogeografické analýzy získané z BBM v RASP (barevné koláčové grafy). Čísla odkazují na zajímavé uzly uvedené v tabulce 2. Tmavě šedé pruhy ukazují 95 % věrohodných intervalů pro každý uzel. Zkratky v geologické časové ose: P. – pliocén, Pl. - pleistocén. Přerušované čáry označují hranice mezi jednotlivými epochami. Globální odhad teploty je upraven na základě ZACHOS et al. (2001).

Tabulka 2: Výsledky odhadu věku a biogeografické analýzy jedlí. Zobrazení rodových oblastí s nejvyššími hodnotami pravděpodobnosti a nejvyššími hodnotami pravděpodobnosti mezi alternativami rodových oblastí podle Lagranga. V případech, kdy jsou dva rozsahy odděleny proužkem, první oblast dědí horní větev na obr. 3 a druhá oblast dědí dolní větev.

Uzel	Odhad stáří		Lagrang				
	Medián (Ma)	95% HPD (Ma)	Rozptyl	Vyhynutí	Rozdělení	- ln L	R. p.
0	57,5	46,7-86,8	0,002757	4,285e-9	[WNA EA-EM-ENA- WNA]	22,27	0,115
1	48,6	33,7-73,4			[WNA WNA]	21,11	0,3693
2	43,1	29,3-62,2			[EA-EM WNA]	21,03	0,4011
3	35,9	22,9-51,8			[EA EM]	20,11	1,0000
4	27,8	19,0-38,4			[WNA WNA]	20,42	0,7345
5	11,3	1,9-21,0			[WNA EA]	20,11	1,0000
6	27,1	17,5-39,3			[EA EA]	20,11	1,0000
7	18,6	16,0-23,5			[WNA WNA]	20,11	1,0000
8	20,5	16,0-27,7			[EA EA]	20,11	1,0000

Pozn.: HPD – nejvyšší interval hustoty, R. p. – relativní pravděpodobnost

3. 2 Charakteristika vybraných druhů rodu *Abies*

3. 2. 1 Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.)

Taxonomie:

Čeleď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Abies*.

Morfologie:

Jedle bělokorá je strom velkých rozměrů s průběžným přímým kmenem a pravidelným přeslenitým větvením. V mládí je koruna kuželovitého tvaru, se zvyšujícím se věkem se koruna mění ve válcovitou s uťatým vrcholem, tzv. čapím hnízdem. Dorůstá výšky 55–60 m a výčetní tloušťky kmene až 2 m. Dosahuje stáří až 500 let (FARJON 2008). Kmen má hladkou borku s bělošedým zbarvením, která je ve

stáří podélně rozpraskaná. Má výrazný kůlový kořen, z postraních kořenů vyrůstají hluboko rostoucí upevňovací kořeny, tzv. panohy. Větve odstávají téměř v pravém úhlu. Letorosty jsou světle šedé s rezavými chloupky. Jehlice jsou ploché, dlouhé 2–3 cm, na lícové straně tmavě zelené a lesklé, na rubové straně se dvěma bílými proužky, na větvích vytrvávají až po dobu 8–11 let. Pupeny jsou vejcovité, světle hnědé. Období fruktifikace trvá od dubna do května (června). Samčí strobily jsou 2 cm dlouhé a 0,6 cm široké, žlutozeleného zbarvení. Nacházejí se ve střední až spodní části koruny naspodu loňských výhonů. Zelenožluté až červené samičí strobily lokalizované na koncích loňských výhonů v horní části koruny jsou dlouhé 2,5–4,5 cm a široké 1–1,5 cm. Šišky jsou dlouhé 10–18 cm a široké 3–5 cm. Dozrávají ve druhé polovině září prvního roku. Jejich rozpad začíná od října, takže na větvích zůstávají pouze větvena (FARJON 2010).

Klíčivost není příliš vysoká, zpravidla 40–50 %. Hnědá semena jsou velká (v obvodu 7–10 mm), tříhranná a pryskyřičnatá. Křídlo je široké, přirostlé k semeni, na kterém po vylúštění částečně zůstává (HARLOW et HARRAR 1958; LIU 1971; FARJON et RUSHFORTH 1989; VIDA KOVIĆ 1991; SCHÜTT 1994b; ÚRADNÍČEK 2001; HIEKE 2008; ECKENWALDER 2009).

Jedlové semenáčky mají 4–5 cm dlouhý červenohnědý hypokotyl, ukončený 5–6, resp. 3–10 jehlicovitými dělohami. Mezi dělohami střídavě vyrůstá na zkráceném nebo tzv. vnořeném epikotylu stejný počet primárních jehlic, které jsou později nahrazeny jehlicemi sekundárními. Epikotyl je zakončen terminálním pupenem (FARJON et FILER 2013).

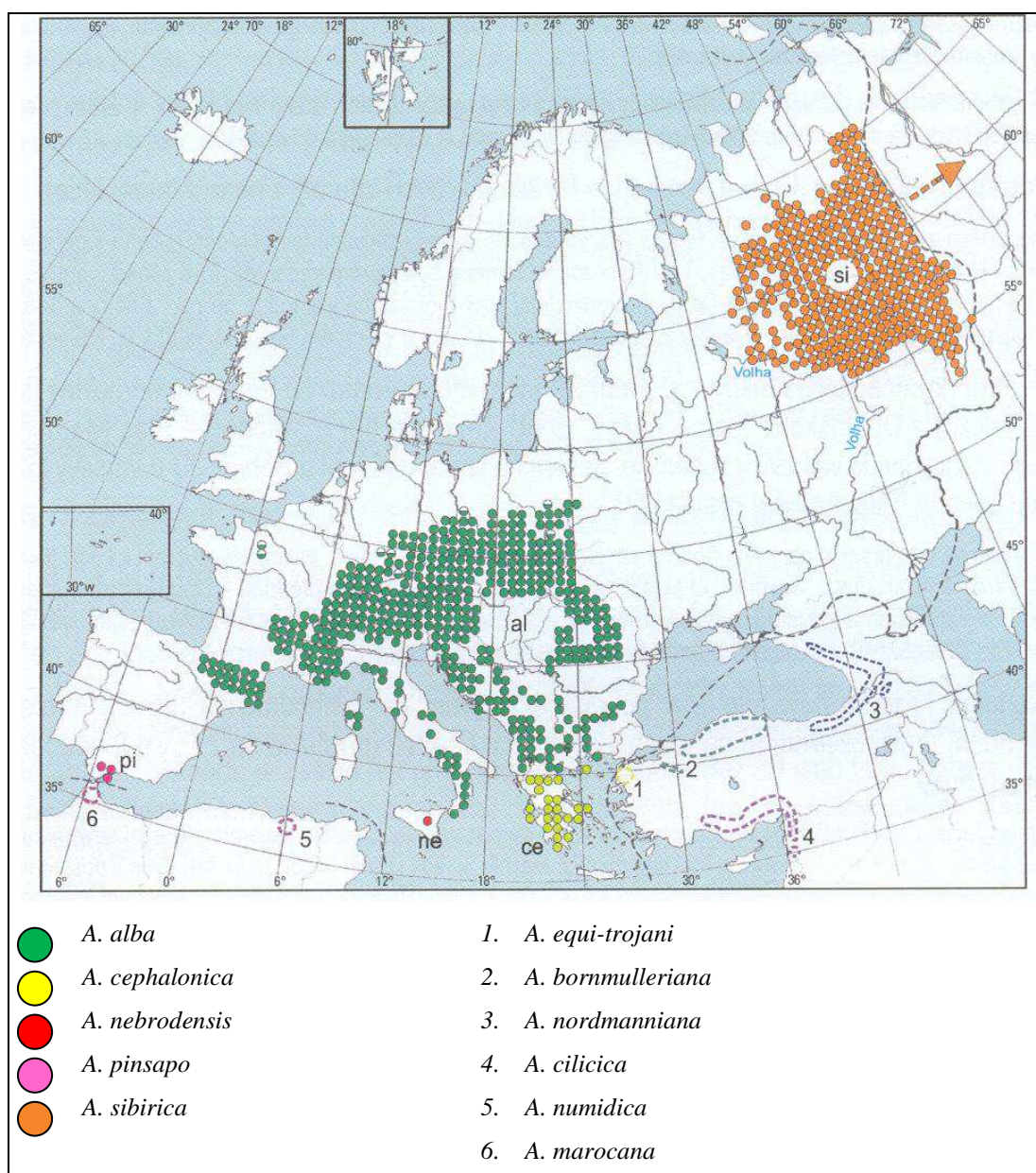
Porosty jsou charakteristické vysokou produkcí dendromasy. V mládí patří druh k nejpomaleji rostoucím dřevinám s hospodářským významem. Zrychlení výškového přírůstu lze pozorovat kolem 15. roku s vrcholem ve 30.–40. roce. Při delší době zastínění výškový přírůst kulminuje až v 70 letech. Objemový přírůst kulminuje poměrně pozdě (v 55–65 letech). Jedle bělokorá je díky dlouhotrvajícímu přírůstu v kombinaci s plnodřevným kmenem charakteristická vysokou produkcí dendromasy (FARJON 2008).

Rozšíření:

Jedná se o evropský endemit. Její areál je především ve střední Evropě a v horách jižní Evropy (obr. 4). Nejzápadnější výskyt druhu je ve východních Pyrenejích, jen o něco méně západně se vyskytuje velmi malá a izolovaná populace v severozápadní Francii v pahorkatinách Normandie. Severní souvislejší hranice rozšíření vede od Vezerské pahorkatiny (severozápadní Německo), přes Durynský les, severní úpatí

Krušných hor, Krkonoš a Malopolskou vrchovinu až do Lublinské vrchoviny. Východní hranice vede směrem do východních a jižních Karpat. Uvnitř alpského systému, podobně jako v Tatrách, je zastoupena velmi málo (FARJON 2010; FARJON et FILER 2013).

Jedná se o jediný druh z rodu *Abies*, který je autochtonní na území ČR. V České republice roste na celém území, avšak největšího zastoupení dosahuje ve všech horách. Nenajdeme ji především v teplých pahorkatinách a úvalech Labe, Vltavy, Ohře, Moravy a Dyje. Optimum v ČR nachází v nižších horských oblastech mezi 500–900 m n. m. Nejnižze se vyskytuje v inverzních polohách Labských pískovců u Hřenska ve výšce kolem 150 m n. m., nejvýše v oblasti Boubína v 1 300 m n. m. (ČÁP et al. 2013).



Obr. 4: Areál rozšíření evropských jedlí (MUSIL et HAMERNÍK 2007)

Vertikální zastoupení druhu je v rozmezí 140–2 100 m n. m. Je považována za horský druh, který v severní části areálu sestupuje do pahorkatin a velmi zřídka i do nížin. V jižní části areálu se vyskytuje nejčastěji mezi 1 000–1 800 m n. m. Nejvyšší výskyt je znám z Pyrenejí (2100 m n. m.), nejnižší z Lužice v SRN (150 m n. m.).

Fylogeneze:

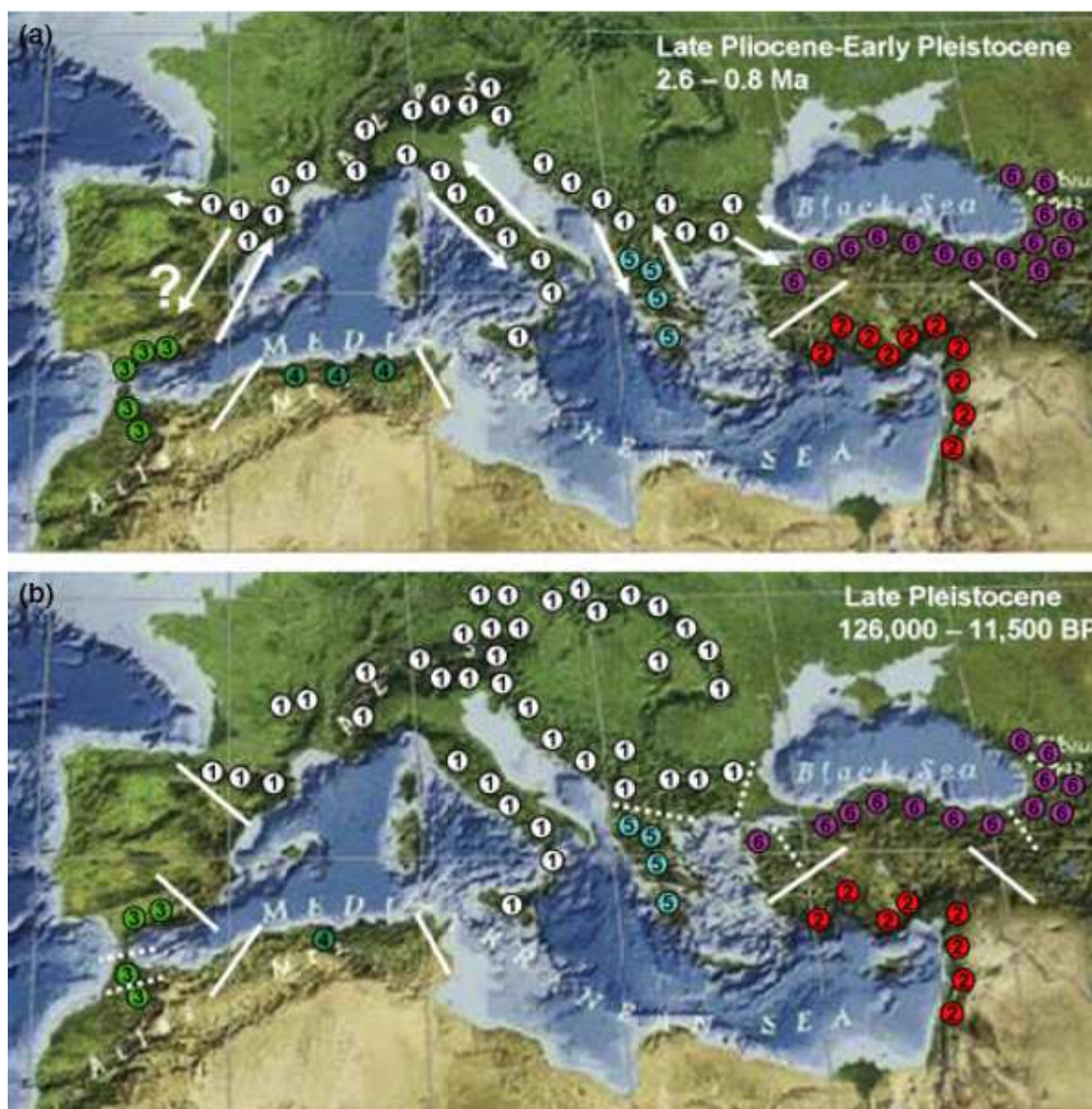
LINARE (2011) uvádí ve své studii obecným předpoklad migrace z Asie do Evropy ve dvou trasách a to přes Balkánský poloostrov a malou Asii v období pliocénu a miocénu (obr. 5)



Obrázek 5: Pravděpodobný průběh migrace předchůdců dnešních evropských jedlí na základě molekulárních dat a fosilních nálezů je označen šipkami. Čísla označují jednotlivé předchůdce dnešních druhů: 1 – předchůdce *A. alba*, 2 – předchůdce *A. cilicica*, 3 – předchůdce *A. pinsapo*, 4 – předchůdce *A. numidica* a 5 – předchůdce *A. cephalonica*. Písmena označují třetihorní fosilní nálezy: a – *Abietites latisquamosus* Ludw. Svatyně Saint Eulalia, Totana (Španělsko; AREITIO 1874), b – *Abies ramesii* Saporta. Časný Miocén 20–16 Ma. Ostrov Majorka (Španělsko; DEPAPE 1928); Francie (SAPORTA 1865), c – *Abies saportana* Rerolle. Pozdní Miocén. Santa Eugenia, Coll del Saig, Cerdaña (Španělsko; DUBOIS-LADURANTIE 1941; KOVAR-EDER et al., 2006); Polsko a oblast Rhodop, Bulharsko (PALAMAREV 1989). Převzato od LINARE (2011).

Východní populace jedle bělokoré jsou podobné populacím *A. bornmuelleriana* spíše než *A. cephalonica*, což vede k teorii vzniku v černomořské oblasti v období

pliocénu (FADY et al. 1992). Tento nový druh pravděpodobně obsadil celou střední a západní Evropu v pliocénu (obr. 6).



Obrázek 6: Předpokládaný vznik druhů jedle ve Středomoří v období a) pozdního pliocénu až do počátku pleistocénu a b) v průběhu pleistocénu. 1 – předchůdce *A. alba*, 2 – předchůdce *A. cilicica*, 3 – předchůdce *A. pinsapo*, 4 – předchůdce *A. numidica*, 5 – předchůdce *A. cephalonica* a 6 – předchůdce *A. bornmulleriana*. Migrační trasy jsou zobrazeny jako šipky a introgresní oblasti jsou zobrazeny tečkovaně, izolační části, jsou zobrazeny jako celé čáry LINARE (2011).

Abies alba se objevila v severní části Egejského moře, odkud kolonizovala celou Evropu, zatímco *A. bornmulleriana* se objevila ve východní části (PIGNATTI 1978, MITSOPOULOS et PANETSOS 1987). Na západě dnešního Egejského moře se *A. alba* setkala s *A. cephalonicou*, která se zde objevila v pliocénu, k setkání došlo během

ledových dob, kdy byly oba druhy zatlačeny do refugií a došlo tak pravděpodobně ke vzniku hybridního druhu *A. borisii-regis* (LINARE 2011). K obdobným závěrům došel i FADY et al. (1992), který prováděl studie s izoenzymy.

Centrem vývoje jedle bělokoré podle SCALTSOYIANNES et al. (1999), je v oblasti Egejského moře, mezi Jónským mořem a Tureckem. Během evoluce došlo ke vzniku *A. alba* a *A. nordmanniana* na severu této oblasti a *A. cephalonica* na jihu. Na základě této hypotézy se předpokládá vývoj *A. cephalonica*, *A. alba*, *A. nordmanniana*, *A. cilicica* a *A. pinsapo* na konci pliocénu a během pleistocénu.

Shrneme-li populaci jedle bělokoré, východní populace je úzce spjata s *A. nordmanniana* a *A. bornmulleriana* (ZIEGENHAGEN et al. 2005). K podobnému závěru došel i ARBEZ (1990). Zatímco populace jedle bělokoré v Kalábrii vykazují velkou odlišnost od ostatních populací jedle bělokoré (PARDUCCI et al. 1996). Na druhé straně, populace v Apeninách vykazují vyšší podobnost mezi typickou jedlí bělokorou a Kalábrijskou populací jedle bělokoré (SCALTSOYIANNES et al. 1999). Pleistocenní glaciální cykly měly pravděpodobně za následek stěhování jedle bělokoré k Malé Asii do glaciálních refugií, kde docházelo k opakovaným kontaktům s populacemi odvozenými od *A. bornmulleriana*. To bylo možné díky všeobecnému snížení hladiny moře (100 – 120 metrů oproti dnešní hladině). Došlo tedy k výměně genů mezi populacemi, což mohlo způsobit biochemické a morfologické rozdíly mezi populacemi jedle bělokoré (HEWITT 2004).

I když se zdá, že populace z východního Středomoří je terciární předchůdce pro dnešní oblast Středomoří a archaický předchůdce pro západní část Středomoří (*A. pinsapo* a *A. numidica*), je široce uznávanou teorií, že tento společný předek měl širokou distribuci okolo Středozemního moře před následnou izolací jednotlivých areálů a vývoji odlišných druhů (XIANG et al. 2009).

3. 2. 2 Jedle řecká (*Abies cephalonica* Loud.)

Taxonomie:

Čeleď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Abies*.

Morfologie:

Jedle řecká dorůstá v dospělosti výšky 20–35 m a výčetní tloušťky 0,4–1 m. Růst je v mládí pomalý, ve 20–40 letech však dochází k jeho zrychlení (PANETSOS 1975; VIDAKOVIĆ 1991).

Kmen je přímý, sloupovitý, kořeny jsou horizontálně orientované. Koruna je plochá a krátká. Zbarvení kůry je sivé s nádechem do růžové nebo světle hnědé barvy; ve věku 28 let dochází k rozpraskání kůry. Větve jsou štíhlé, vroubkaté, světlehnědé, vzácně žlutavé. Nacházejí se na nich zřetelné listové jizvy po opadu jehlic. Pupeny jsou štíhlé, vejcovitého tvaru o velikosti 5 mm a silně zasmolené. Uspořádání jehlic na větvích je spirálovité, s radiálním rozmístěním. Jehlice jsou na konci špičaté. Délka jehlic dosahuje 1,5–3,5 cm, šířka 2,0–2,5 mm. Jejich barva je tmavozelená, na spodní straně s bílými proužky tvořenými průduchy. Samčí žluté šištice jsou vzpřímené, rozmístněné jednotlivě nebo po dvou výjimečně po třech na horní straně loňských výhonů. Nachází se v horní a střední části koruny. Vývoj začíná v pozdním létě, strobily následně přezimují do následujícího jara, kdy dojde k jejich opylení (POLITI 2011). Dosahují délky 1,2–1,8 mm. Po dozrání v šišky mají průměr 3,5–5 cm a délku 10–16 cm. Světle hnědé šišky dozrávají v srpnu až září, semena uvolňují v říjnu. Nahnědlá semena mají velikost 8×5 mm (FARJON et FILER 2013). Za určitých podmínek se mohou vyvíjet partenokarpicky (MERGEN et al. 1964).

Strom začíná plodit ve 20 až 25 letech, v zapojeném porostu o něco později (ve 30–35 letech). Největší produkce semen nastává v 60–100 letech (PANETSOS 1975; VIDAKOVIĆ 1991; HIEKE 2008).

Jedle řecká preferuje vápnité půdy (PANETSOS 1975; VIDAKOVIĆ 1991). Velmi dobře roste na půdách vlhkých, nikoli však podmáčených (ALEXANDRIS 1969). Snáší suchá léta a sychravé větry. Roční úhrn srážek je optimální v rozmezí 700–1 500 mm (KOSSENAKIS 1947; MARIOLOPOULUS 1961; MAKRIS 1962; LIU 19717; FARJON 2008).

Rozšíření:

Jedle řecká je endemickým druhem, který se vyskytuje pouze v Řecku a jediný středomořský taxon s ostrovní populací na ostrovech Euboia a Cephalonia v Egejském, resp. Jónském moři (POLITI 2011).

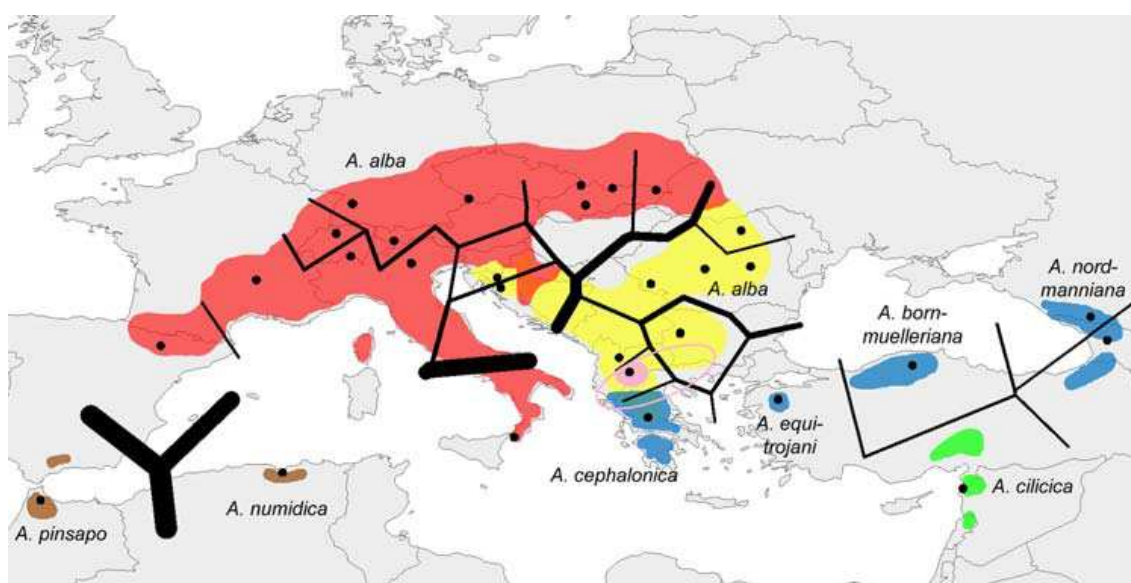
Jde o horský druh s vertikálním rozšířením v rozmezí 400–2 000 m n. m. Je značně proměnlivá. V jižní části Balkánu i hospodářsky významný (BOSKOS 1996; ECKENWALDER 2009).

Fylogeneze:

Tento druh pravděpodobně vznikl na západě dnešního Egejského moře v období pliocénu, zde také došlo k setkání s jedlí bělokorou během ledových dob, kdy byly oba druhy zatlačeny do refugií a došlo tak pravděpodobně ke vzniku hybridního druhu A.

borisii-regis (LINARE 2011). K obdobným závěrům došel FADY et al. (1992), na základě studií izoenzymů.

Centrem vývoje jedle řecké je nejspíše v oblasti Egejského moře. Ke stejným závěrům dospěl i SCALTSOYIANNES et al. (1999). Autor předpokládá výskyt společného předka evropských jedlí v oblasti Egejského moře, mezi Jónským mořem a Tureckem. Během evoluce došlo ke vzniku *A. alba* a *A. nordmanniana* na severu této oblasti a *A. cephalonica* na jihu. Na základě této hypotézy se předpokládá vývoj *A. cephalonica*, *A. alba*, *A. nordmanniana*, *A. cilicica* a *A. pinsapo* na konci pliocénu a během pleistocénu.



■ Mt1 ■ Mt2 ■ Mt3 ■ Mt4 ■ Mt5 ■ Mt6 — approx. range of *A. borisii-regis*
 Obrázek 7: Geografická mapa studované oblasti zobrazující genetické bariéry, které byly počítány s maximálním rozdílem Monmonierova algoritmu založeném na 100 bootstrapech genetické vzdálenosti matic pomocí zadaných kompletních údajů cpDNA. Tloušťka čar je úměrná bootstrapové hodnotě příslušné bariéry. Barevné plochy představují rozdělení rozsahu jednotlivých druhů *Abies*. Zbarvení ukazuje různé základní mitochondriální DNA haplotypy, které byly pozorovány LIEPELTEM et al. (2002), GÖMÖRY et al. (2004), a ZIEGENHAGEN et al. (2005) (MT1-MT5) a nově pozorovaný haplotyp (MT6). Převzato od LIEPELTA et al. (2010).

LIEPELT et al. (2010) se zabývá studií dvou scénářů ve fylogenezi středomořských druhů jedlí (obr. 7) a zda se druhy jedlí vyvinuli bez sekundárního kontaktu při vývoji druhů (scénář 1) nebo zda při vývoji druhů došlo mezi nimi ke kontaktu v důsledku klimatických cyklů (scénář 2). Ve své studii uvádí na základě analýzy mitochondriální a chloroplastové DNA pro jedli řeckou jasný důkaz pro scénář 2, tedy že při vývoji druhu došlo ke kontaktu s ostatními druhy jedlí, pravděpodobně ke kontaktu mezi 2 až třemi druhy.

3. 2. 3 Jedle kavkazská (*Abies nordmanniana* /Steven/ Spach)

Taxonomie:

Čeleď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Abies*.

Morfologie:

Jedle kavkazská dorůstá výšky 50 m, resp. 30–65 m, a výčetní tloušťky až 2 m. Dožívá se 500–700 let. Koruna je kuželovitá a poměrně hustá, u solitérních jedinců dosahuje až k zemi. V dospělosti se zaokrouhluje a ve vrcholové části zplošťuje. Jehlice kryjí větve shora a vytrvávají po dobu 9–12 let. Pupy jsou bez pryskyřice. Dospělí jedinci mají kmen rovný, válcovitý a dlouhý. Borka je zbarvena do šeda a v pozdějším věku hluboce podélně rozpraskaná. Kořenový systém je srdcovitě svazčitý se silným, ale poměrně krátkým křovitým kořenem. Umožňuje tak dobré ukotvení na hlubokých půdách, v případě mělkých půd je tomu ovšem naopak. Fruktifikace nastává v květnu. Obvykle smolnaté šišky mají vyčnívající podpurné šupiny, zahnuté směrem k jejich bázi. Plodnost nastává mezi 30.–40. rokem, v porostech až v 70 letech. Zralé šišky se rozpadají v říjnu až listopadu. Délka semen činí 8–12 mm. Klíčivost je velmi malá (17–20 %) (HIEKE 2008).

V mládí není růst jedle kavkazské příliš rychlý, ale i přesto předstihuje domácí jedli bělokorou. Brzy se však zrychluje a přetrvává do poměrně vysokého věku. Snáší chladné podnebí vysokohorských poloh, které v přímořských oblastech přechází spíše do oceánického klimatu. Optimum srážek je v rozmezí 1 400–2 400 mm. Je citlivá na vysoké letní teploty a silné mrazy (TKAČENKO 1955; TOKÁR 1971; HIEKE 2008).

Rozšíření:

Druh je rozšířen od Asie, Velkého a Malého Kavkazu až po černomořské pobřeží v Turecku (Severoanatolské hory). Vertikálně je rozšířena od 1 200–2 200 m n. m., ale na severních sklonech Velkého Kavkazu sestupuje až na 400 m n. m.

Fylogeneze:

Centrem vývoje jedle kavkazské podle SCALTSOYIANNES et al. (1999), je výskyt společného předka evropských jedlí v oblasti Egejského moře, mezi Jónským mořem a Tureckem. Během evoluce došlo ke vzniku *A. alba* a *A. nordmanniana* na severu této oblasti. Na základě této hypotézy se předpokládá vývoj *A. nordmanniana* na konci pliocénu a během pleistocénu.

Během vývoje jedle kavkazské podle LIEPELTA et al. (2010), nedošlo ke střetu s ostatními druhy jedlí. Upozorňuje však na nutnost provést výzkum na větším vzorku jedinců, neboť se jedná o druh, u kterého je tradičně těžké provést klasifikaci.

Postupný vývoj a směr migrace jedle kavkazské je zobrazen na obr. 6.

3. 2. 4 Jedle balzámová (*Abies balsamea* Michx.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Balsamea*.

Morfologie:

Jde o stromový druh malého až středního vzrůstu, který dosahuje výšky 12–18 m, výjimečně 27 m, a výčetní tloušťky 0,3–0,5 m (0,9 m). Maximální věk činí 200 let, ale již od 90 let jsou jedinci silně napadáni dřevokaznými houbami (LIU 1971). Habitus je velmi pravidelný s velmi hustou a úzkou pyramidální korunou. Jehlice jsou tmavě zelené. Kořenový systém je plochý, zasahující pouze do horní části půdního profilu (LIU 1971; FARJON 2008).

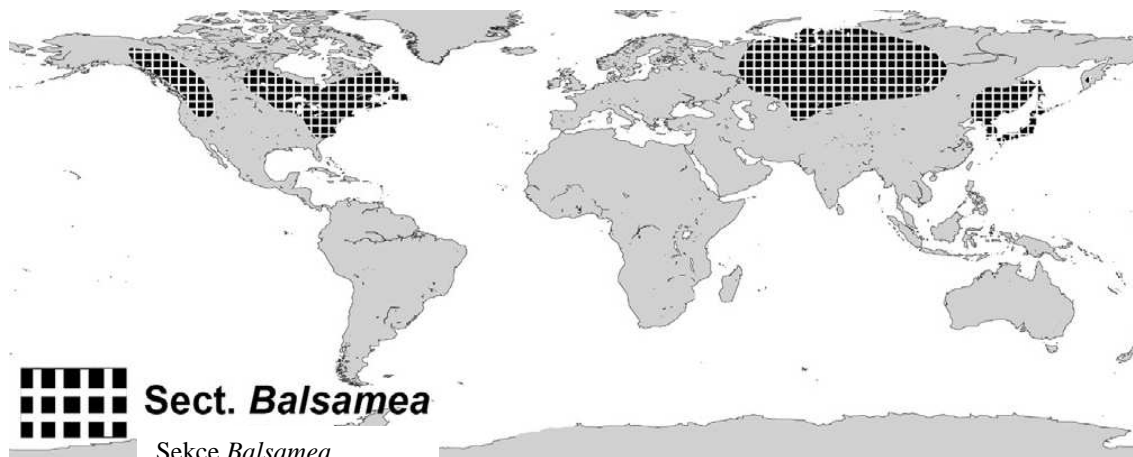
Rozšíření:

Druh je rozšířen ve východní a střední Kanadě a na severovýchodním okraji USA. Areál se rozkládá od New Foundlandu a Labradoru, kde pokračuje západním a severozápadním směrem až k východním svahům Skalistých hor. Nejčastěji se vyskytuje na bažinatých, ale i na dobře propustných půdách amerických vysočin. Vertikálně se vyskytuje od 0 do 1 740 m n. m., výjimečně zasahuje do 1 900 m n. m. V nejvyšších polohách je přítomna pouze plazivá forma této jedle. Jde o dřevinu chladných oblastí, vyžadující vysokou vlhkost. V Evropě jí nevyhovuje kontinentální klima (FARJON 2008).

Rozlišují se dvě variety (FARJON 2013), a to *Abies balsamea* var. *balsamea* vyskytující se v Kanadě (Alberta, Labrador, Manitoba, New Brunswick, New Scotia, Ontario, Prince Edward I., Québec, Saskatchewan); USA (Connecticut, Iowa, Maine, Massachusetts, Michigan, Minnesota, New Hampshire, New Jersey, New York, Pennsylvania, Vermont, Virginia, West Virginia, Wisconsin) a *Abies balsamea* var. *phanerolepis* s endemickým výskytem v USA (Virginia, West Virginia).

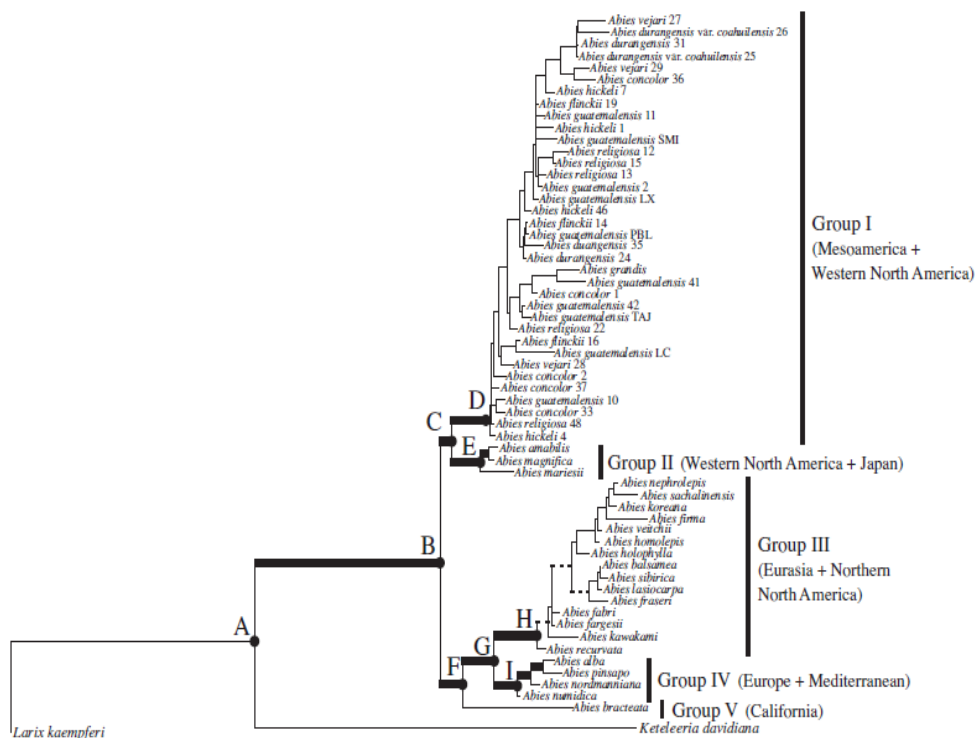
Fylogeneze:

Hlavním centrem vývoje celé sekce *Balsamea* jsou oblasti východní Asie a západ Severní Ameriky (obr. 8), kde se předpokládá vznik předchůdce jedle balzámové (XIANG et al. 2015).



Obrázek 8: Výskyt druhů *Abies* sekce *Balsamea* na Světě (XIANG et al. 2015)

Americké jedle můžeme rozdělit podle AGUIRRE-PLANTERA et al. (2012) do pěti skupin. První skupina (bod D viz obr. 9) je zastoupena všemi středoamerickými druhy a druhy severoamerickými. Druhá skupina (bod E) je zastoupena severoamerickými druhy a druhy z Japonska, třetí skupina (bod H) je zastoupena euroasijskými a severoamerickými druhy, čtvrtá skupina (bod I) je zastoupena evropskými a mediteránními druhy a poslední pátá skupina (bod F) je zastoupena v Kalifornii druhem *Abies bracteata*. Rozdělení celé sekce *Balsamea* a vznik jedle balzámové je předpokládán v období paleocénu a miocénu (43 ± 13 Ma). Jedli balzámovou autor zařazuje do třetí skupiny, která má nejvyšší diverzifikaci v rámci rodu *Abies*.



Obrázek 9: 50% Bayesiánská shoda 33 stromů různých taxonů rodu *Abies* vyvozených ze tří chloroplastových markerů (rbcL, rps18-rpl20, trnL-trnF). Písmena a římská čísla označují skupiny popsané v obrázku. Silnější vodorovné čáry představují větve podporované pravděpodobností nad 0,95. Přerušované čáry představují větve podporované pravděpodobností mezi 0,5 a 0,95. Římská čísla odpovídají reálným skupinám z evolučního nebo systematického pohledu (AGUIRRE-PLANTERA et al. 2012).

3. 2. 5 Jedle obrovská (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Grandes*.

Morfologie:

Jedná se o strom dosahující 40–60 v extrémních případech až 76 m a výčetní tloušťky kmene až 2,1 m. Maximální hodnoty byly naměřeny na pacifickém pobřeží v deštných lesích státu Washington (poloostrov Olympic). Ve své domovině se dožívá 250–300 let. V našich klimatických podmínkách začíná odumírat již kolem 60–70 let (HARLOW et HARRAR 1958; PLEVA 1962; FOWELLS 1965; LIU 1971; FARJON et RUSHFORTH 1989; VIDA KOVIĆ 1991; FARJON 2008).

Koruna je kuželovitá, u dospělých jedinců kupolovitá. Jehlice na bočních větvích bývají dlouhé s dvouřadým uspořádáním, na fertilních větvích kratší a spíše nahoru zatočené. Pupeny jsou kuželovité, nafialovělé a pokryté pryskyřicí. Dospělé stromy mají

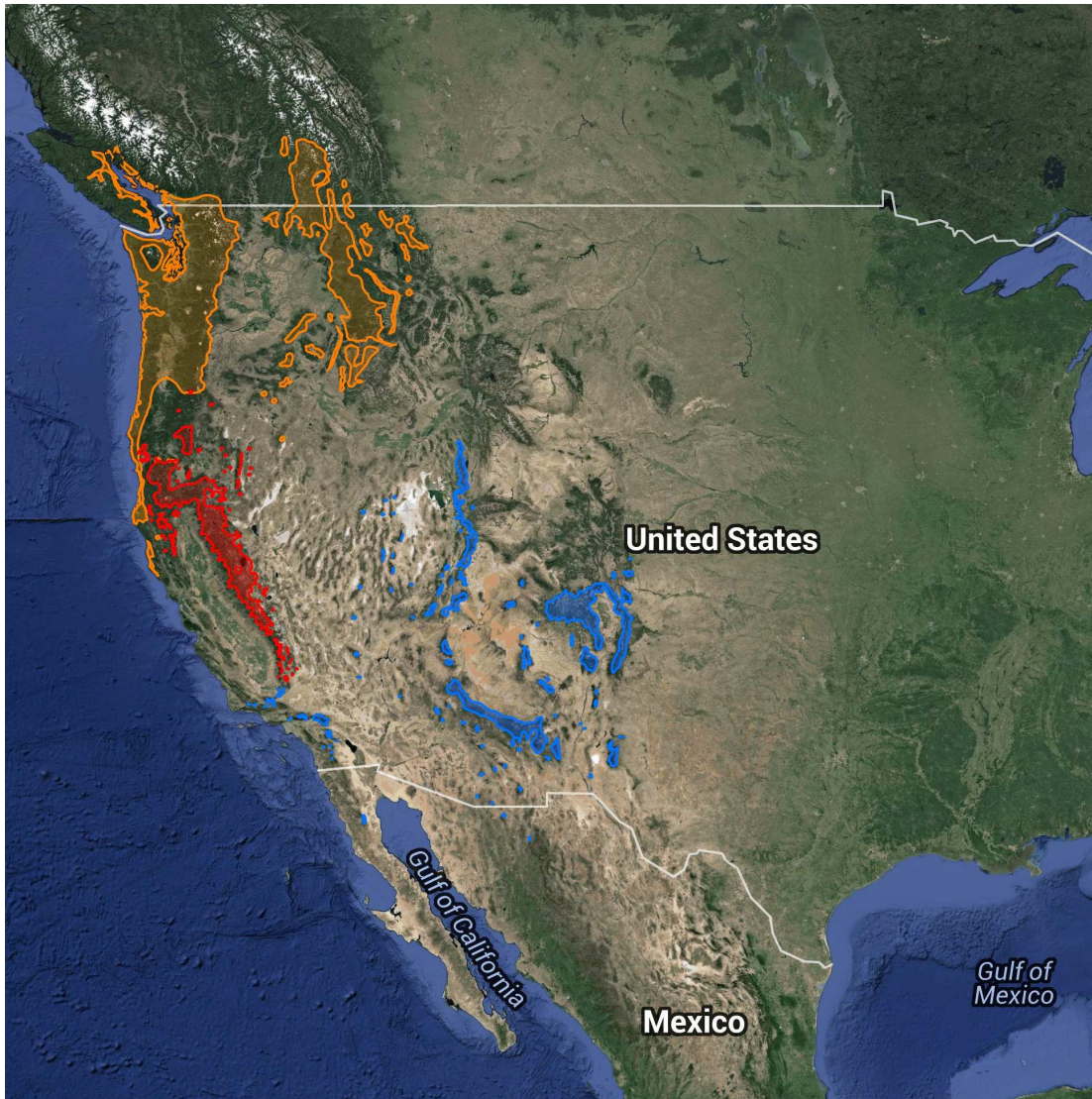
dlouhý, válcovitý kmen. V mládí jsou na kmeni velmi zřetelné pryskyřičné puchýřky (ECKENWALDER 2009).

Kořenový systém je křivý, hluboko zasahující a rozprostřený. Druh tak může přežívat na značně rozrůzněných stanovištích. Fruktifikuje koncem března až v polovině května, v nejvyšších polohách ve vnitrozemí až v červnu. Šišky jsou žlutozelené, výjimečně zelenavě purpurové. Podpurné šupiny nevyčnívají, jsou kratší než semenné šupiny. Šišky dozrávají v srpnu až září, rozpadají se nejčastěji až v říjnu. Plodnost začíná ve dvacátém roku věku. Semena jsou dlouhá 9 mm, křídlo je dlouhé 19 mm. Klíčivost semen je málokdy vyšší než 50 % (HIEKE 2008).

Druh roste v mládí poměrně rychle a na přirozených stanovištích předstihuje všechny své konkurenty. Na suchých lokalitách zůstává v podrostu (je dostatečně tolerantní k zastínění) a dominantní postavení zaujme teprve, jakmile pro něj nastanou optimální podmínky. Je poměrně málo proměnlivý a nejsou u něj známy žádné variety. Vylisují se však zelená pobřežní a šedá vnitrozemská forma (FARJON 2013).

Rozšíření:

Jedle obrovská je rozšířena (obr. 10) na severozápadě USA (Kalifornie, Idaho, Montana, Oregon, Washington) a jihozápadním okraji Kanady (Britská Kolumbie). Roste ve vlhkých pobřežních lesích, v říčních údolích i na horských svazích. Areál je rozdělen na dvě části – pacifickou pobřežní oblast (závětrné svahy na ostrovech severozápadní části areálu, přilehlá pevnina, vnitřní údolí a nížiny v jihovýchodní části) a kontinentální vnitrozemí (severní oblasti Skalických hor a lesy severozápadu USA). Vertikálně je rozšířena mezi 0–1 830 m n. m. (HARLOW et HARRAR 1958; LIU 1971).



Obrázek 10: Rozšíření *Abies grandis* (oranžová barva), *A. concolor* (modrá barva) a *A. lowiana* (červená barva). Mapa stažena z USGS (1999).

Fylogeneze:

Vývoj jedle obrovské podle XIANGA et al. (2015) je datován do období pliocénu kdy došlo k odtržení od společného předka s *A. concolor* a *A. regiliosa*. V případě výsledků studie SEMERIKOVÉ et SEMERIKA (2014), kteří na základě analýzy mitochondriální a chloroplastové DNA zjistili společnou delecí fragmentu DNA s boreálními druhy jedlí (*A. balsamea* a *A. lasiocarpa* var. *arizonica*), jedle obrovská se podle autorů, ale liší ve třech mutacích, které jsou pro jedlí obrovskou charakteristické. Podle výsledků fylogenetické studie založené na cpDNA autoři předpokládají asijský původ boreálních jedlí, tedy i jedle obrovské. Rozdíl mezi euroasijskými a americkými jedlemi zachycený v mtDNA je pravděpodobně důsledkem proniknutí jedlí z Asie do Ameriky.

AGUIRRE-PLANTERA et al. (2012) řadí jedli obrovskou do první skupiny (bod D viz obr. 9), kde jsou zastoupeny všechny středoamerické druhy a druhy severoamerické. Autor na základě analýz DNA předpokládá následovný vývoj jedle obrovské. Rozdělení rodu *Abies* a *Keteleeria* nastal mezi 113,8 až 100,4 Ma. Věk rodu *Abies* je odhadnut na 82 ± 13 Ma. Odhad věku první skupiny, do které patří 8 druhů jedlí a jedle obrovská, je odhadnut 58 ± 12 Ma, tato skupina měla dvakrát vyšší diverzifikaci než její příbuzná skupina II, která vznikla pravděpodobně později v období 48 ± 15 Ma. Období rozdělení mezi skupinou III, IV a V bylo odhadnuto na 73 ± 13 Ma, zatímco oddělení I a II skupiny (bod C viz obr. 9) došlo o 72 ± 12 Ma dříve.

3. 2. 6 Jedle vznešená (*Abies procera* Rehd.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Nobiles*.

Morfologie:

Jedle vznešená patří k nejvyšším zástupcům rodu a s ověřenou výškou 84,7 m nemá mezi jedlemi konkurenci. Obvykle však dosahuje výšek kolem 40–53 m a výčetních tloušťek 1–1,5 (2,74) m. Dožívá se 500–600 let a dospívá ve 350 letech. Dospělé stromy mají v zapojených porostech dlouhý, nezavětvený, válcovitý a velmi málo sbíhavý kmen. Koruna je zaobleného tvaru a krátká. Výrazný výškový růst si druh drží do pozdního věku a dosahuje tak i největších zásob dendromasy v rámci rodu (ECKENWALDER 2009).

Kůra je dlouho hladká, šedavá, s výraznými pryskyřičnými puchýřky. Dosahuje tloušťky 2,5–5 cm a je tvořena téměř pravouhlými šupinami. Kořenový systém je kůlový, v mládí však není dobře vyvinut. Jedle vznešená je považována za dřevinu středně odolnou k větru (LIU 1971, FARJON et FILER 2013).

Šišky tohoto druhu patří mezi jedlemi k největším (dosahují až 25 cm). Charakteristické jsou silně vyniklé a zahnuté podpůrné šupiny (taškovitě obalují celou šišku). Druh začíná plodit mezi 20. až 50. rokem. Šišky dozrávají v srpnu. Semena jsou dlouhá 12 mm a většinou prázdná – plných je jen kolem 10 % (FARJON 2010).

Rozšíření:

Druh je rozšířen na severozápadním okraji USA, především v horských oblastech, v pohořích západní části států Oregon a Washington a v severozápadním okraji Kalifornie (hlavně Kaskádové pohoří, méně pobřežní hřebeny). Jde tedy o jeden

z nejmenších areálů jedlí (obr. 11). Vertikálně je rozšířena v rozmezí 1 070–1 680 m n. m., vzácně i v mnohem nižších polohách. Preferuje oceánické klima s vysokými srážkami (ECKENWALDER 2009).



Obrázek 11: Rozšíření jedle vznešené (*Abies procera*) v Severní Americe (http://media.eol.org/content/2012/06/13/17/31160_orig.jpg, navštíveno 23. 2. 2015)

Fylogeneze:

Vývoj jedle vznešené podle XIANGA et al. (2015) je datován do období pliocénu, kdy došlo k odtržení od společného předka sekce *Amabilis*. Do sekce *Nobiles* patří dva druhy a to *A. procera* a *A. magnifica*. Příbuznost těchto druhů prokázal ve své studii XIANG et al. (2007) spolu s příslušností jedle vznešené k velké euroasijské skupině jedlí, z morfologického hlediska je tato příbuznost nečekaná. V případě výsledků studie SEMERIKOVÉ et SEMERIKA (2014), kteří na základě analýzy mitochondriální a chloroplastové DNA předpokládají rozdíl mezi euroasijskými a americkými jedlemi zachycený v mtDNA jako důsledek proniknutí jedlí z Asie do Ameriky.

Podle AGUIRRE-PLANTERA et al. (2012) můžeme jedli vznešenou zařadit do druhé skupiny (bod D viz obr. 9), kde jsou zastoupeny všechny středoamerické druhy a druhy severoamerické. Vývoj daného druhu bude na základě analýz DNA probíhat

následovně. Rozdělení rodu *Abies* a *Keteleeria* nastal mezi 113,8 až 100,4 Ma. Věk rodu *Abies* je odhadnut na 82 ± 13 Ma. Odhad věku první skupiny, do které patří 8 druhů jedlí a jedle obrovská, je odhadnut 58 ± 12 Ma, tato skupina měla dvakrát vyšší diverzifikaci než její příbuzná skupina II, která vznikla pravděpodobně později v období 48 ± 15 Ma. Období rozdělení mezi skupinou III, IV a V bylo odhadnuto na 73 ± 13 Ma, zatímco oddělení I a II skupiny (bod C viz obr. 9) došlo o 72 ± 12 Ma dříve.

3. 2. 7 Jedle ojíněná (*Abies concolor* /Gord./ Hopes.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Grandes*.

Morfologie:

Jedná se o strom vysoký 40–46 m, v extrémních případech 25–58 m. Výčetní tloušťka dosahuje 1–1,65 (resp. 0,5–2,71) m. Největší naměřené hodnoty pocházejí z centrální části pohoří Sierra Nevada v Kalifornii (výška 40–55 m, $d_{1,3}$ 1–1,65 m). Dožívá se 300–350 let. Koruna je kuželovitá, v dospělosti přechází v kopulovitou. Kmen je dlouhý a válcovitý. Na kůře se v mládí nacházejí výrazné pryskyřičnaté puchýřky, u starších jedinců mívá tloušťku 10–18 cm a je podélně rozbrázděná. Kořenový systém je adaptabilní, v hlubokých půdách je kúlovitý s poměrně hlubokým dosahem. V mělkých půdách a v půdách s vysokou hladinou podzemní vody je naopak plochý a široce rozprostřený. Fruktifikuje v květnu až červnu (Kalifornie), o něco později (v květnu až červenci) ve Skalistých horách (FARJON 2010).

Šišky se podobají šiškám jedle obrovské, jejich podpůrné šupiny rovněž nevyčnívají a jsou kratší než semenné šupiny. Dozrávají v září a v říjnu se rozpadají. Druh začíná plodit ve 40 letech, avšak jen relativně malý podíl semen je plných, klíčivost dosahuje ca 37 % (ECKENWALDER 2009).

Jedná se o druh přizpůsobivý, jehož variabilita a členitost areálu vedly k vylišení dvou nižších taxonů:

Abies concolor var. *concolor* – východní oddělená část areálu,

Abies concolor var. *lowiana* – západní část areálu (delší pilovité jehlice). Tato varieta bývá někdy považována za samostatný druh *Abies lowiana*.

Rozšíření:

Areál rozšíření je v západní části Severní Ameriky (obr. 10) na západě až jihozápadě USA (Colorado, Idaho, Oregon, Wyoming) a severozápadě Mexika (Baja

Kalifornia, Chihuahua, Sonora). Optimum výskytu je na plochých až mírných svazích. Vertikálně se vyskytuje od 600 do 3 400 m n. m., ve Skalistých horách nejvíce od 2 100 do 2 700 a v Kalifornii mezi 1 200 a 2 100 (3 000) m n. m. (FARJON 2013).

Fylogeneze:

Fylogenetický vývoj je obdobný jako u jedle obrovské.

3. 2. 8 Jedle sachalinská (*Abies sachalinensis* Kom.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Elate*.

Morfologie:

Jedle sachalinská je strom vysoký až 40 m. Borka je hladká, šedobílá. Mladé výhony jsou nepatrně rýhované, šedé a v rýhách chloupkaté. Malé pupeny jsou pryskyřičnaté, kulovitěho tvaru a modravé barvy. Jehlice jsou podobné jehlicím *A. veitchii*, ale jsou jen 1,5 mm široké a až 40 mm dlouhé. Na horní straně jsou lesklé a světle zelené, na spodní mají dva poměrně úzké stomatálními pruhy tvořené 7–8 řadami průduchů, na špičce jsou kulaté nebo vykrojené. Šišky jsou cylindrické, až 8 cm dlouhé a asi 3 cm široké, v mládí olivově zelené. S jejich postupným dozráváním přechází barva do červenohnědé až modročerné. Semenné šupiny jsou celokrajné, na rubu hustě chlupaté. Podpůrné šupiny vyčnívají a jsou nazpět ohnuté (ZHANG et al. 2013).

Uznávány jsou čtyři variety – var. *gracilis* (Kom.) Farjon, jediný známý z jedné disjunktní populace na poloostrově Kamčatka; var. *mayriana* Miyabe a Kudo, s výskytem od Hokkaidó až po Sachalinské ostrovy; var. *nemorensis* Mayr, rovněž z Hokkaida a Sachalinu, a typická var. *sachalinensis*, pravděpodobně endemit na dálném ruském východě na Kamčatce (ECKENWALDER 2009, ZHANG et al. 2013).

Na pokusných plochách jsou testováni jedinci *Abies sachalinensis* var. *gracilis*.

Rozšíření:

Jedle sachalinská a její variety se vyskytují od hladiny moře v pobřežních oblastech po hory s nadmořskou výškou 1 650 m n. m. Preferují půdy dobře odvodněné, ale po celý rok vlhké. Na severu areálu je druh nejčastější mezi 800–1 100 m n. m., kde se mísí s ostatními dřevinami. V nižších polohách se vyskytují čisté porosty (ZHANG et al. 2013).

Fylogeneze:

SEMERIKOVA et SEMERIKOV (2014) na základě fylogenetických vztahů identifikovali 9 hlavních skupin, které jsou dobře geneticky odlišitelné a geograficky osamostatněné. Autoři zařazují jedli sachalinskou do skupiny jedlí amerických se dvěma asijskými jedlemi (*A. sachalinensis* a *A. veitchii*). Rozdíl mtDNA a cpDNA mezi *A. sachalinensis* a *A. veitchii* v oblasti Dálněvýchodního federálního okruhu (součást Ruska) jsou pravděpodobně pozůstatky migrace amerických jedlí do Asie. XIANG et al. (2015) řadí jedli sachalinskou na základě analýz DNA do sekce *Balsamea* (obr. 3). Fylogenetický vývoj této sekce byl popsán v předcházejících kapitolách.

3. 2. 9 Jedle španělská (*Abies pinsapo* Boiss.)

Taxonomie:

Čeleď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Piceaster*.

Morfologie:

Jedná se o jihošpanělský horský endemit. V kultuře jde obvykle o menší nebo středně vysoký strom xerotermního vzhledu. Dorůstá výšky až 30 m a $d_{1,3}$ až 1 m. Dosahuje stáří i přes 300 roků. Vzhledem se výrazně odlišuje od ostatních druhů jedlí. Má výrazně tuhé a ztloustlé jehlice (délka 8–13 mm) rozmístěné radiálně kolem prýtu, jejichž nasazení je téměř kolmé. Průduchy jsou umístěny ve dvou řadách po obou stranách jehlic. Jehlice se snadno odlamují a mají ostré pichlavé hroty (HARLOW et HARRAR 1958; PLEVA 1962; JASIČOVÁ 1966; MATZENKO 1968; LIU 1971; CATALAN et PARDOS 1983; FARJON et RUSHFORTH 1989; HIEKE 2008).

Kořeny jsou rozmístěné přeslenitě, kůra je sivá, koruna dlouze vejčitá se zřetelně rozeznatelným větvením, u mladých jedinců kónická (ECKENWALDER 2009).

Rozšíření:

V přírodě se vyskytuje pouze ostrůvkovitě v malých porostních skupinách na nevelkém území poblíž jihošpanělského města Malagy. Roste v pohoří Sierra de Ronda na severozápadních svazích 1 000–1 700 (1 800) m n. m. Výskyt je zaznamenán ve třech reliktních areálech: Sierra de las Nieves, Sierra del Pinar (S. del Grazalema) a Sierra Bermeja (Los Reales) (LIU 1971; ARISTA et al. 2011).

Fylogeneze:

Fylogenetický vývoj je popsán v kapitole jedle bělokorá.

3. 2. 10 Jedle jehlicovitá (*Abies holophylla* Maxim.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Homolepides*.

Morfologie:

Druh dosahuje výšky 30–50 m a výčetní tloušťky 1–1,5 m. Koruna nabývá pyramidálního tvaru. U mladých jedinců je kůra hladká a sivá, u starších žlutohnědá až oranžová. Pupeny jsou vejcovitého tvaru, 4–8 mm dlouhé a 3–5 mm široké, světlehnědé až červenohnědé. Jehlice jsou uspořádány spirálovitě, jsou dlouhé 2–4,5 cm a široké 2–2,5 mm, v bazální části jsou zakřivené a na konci velmi špičaté. Barva jehlic je světlezelená se dvěma světlými proužky naspodu. Průduchy jsou uspořádány ve dvou řadách. Samčí šištice jsou 1–1,5 cm dlouhé, žlutavé, s červenými mikrosporofylmi. Šišky jsou vzpřímené, plstnaté, vejčité-cylindrické, s délkou 6–14 cm a šířkou 3–4,5 cm. V mládí jsou světlezelené s případným fialovým nádechem. Zralé šišky jsou žlutozelené až žlutohnědé. Semena jsou trojúhelníkovitá a světle hnědá (HARLOW et HARRAR 1958; LIU 1971; FARJON et RUSHFORTH 1989; VIDA KOVIĆ 1991; ECKENWALDER 2009).

Rozšíření:

Druh roste v severovýchodní Asii, v severních horách vladivostocké oblasti (Ruská federace) až po Jižní Koreu, ale také v Číně (provenience Heilongjiang a Jilin). Vyskytuje se v širokém rozmezí nadmořských výšek od 10 do 1 200 m n. m. na severu a od 500 do 1 500 m n. m. na jihu (KATSUKI et al. 2013).

Fylogeneze:

Vývoj jedle jehlicové podle XIANGA et al. (2015) je datován do období středního eocénu, kdy došlo k rozkolu mezi euromediteránními, euroasijskými a druhy na západě Severní Ameriky. V této studii autor řadí jedli jehlicovou do sekce *Momi* a *Pseudopiceae*. Další geografické propojení předků uvádí ve své studii SEMERIKOVÁ et SEMERIK (2014), kteří na základě analýzy mitochondriální a chloroplastové DNA předpokládají propojení mezi *A. holophylla* a *A. nephrolepis*, které jsou morfologicky a geneticky dobře odlišitelné rostoucí na stejné území mají stejný mitotyp. Tato podobnost byla podpořena řadou studií. Podobnost druhů tedy předpokládá genetický tok mezi těmito druhy v minulosti.

Podle AGUIRRE-PLANTERA et al. (2012) můžeme jedli jehlicovou zařadit do třetí skupiny (bod H viz obr. 9), kde jsou zastoupeny euroasijské a severoamerické druhy jedlí. Vývoj daného druhu bude tedy probíhat na základě analýz DNA následovným vývojem. Rozdělení rodu *Abies* a *Keteleeria* nastal mezi 113,8 až 100,4 Ma. Věk rodu *Abies* je odhadnut na 82 ± 13 Ma. Odhad věku první skupiny, do které patří 8 druhů jedlí a jedle obrovská, je odhadnut 58 ± 12 Ma, tato skupina měla dvakrát vyšší diverzifikaci než její příbuzná skupina dvě, která vznikla pravděpodobně později v období 48 ± 15 Ma. Období rozdělení mezi skupinou III, IV a V bylo odhadnuto na 73 ± 13 Ma, zatímco oddělení I a II skupiny (bod C viz obr. 9) došlo o 72 ± 12 Ma dříve.

3. 2. 11 Jedle Veitchova (*Abies veitchii* Lindl.)

Taxonomie:

Čeď *Pinaceae* – borovicovité, podrod – *Abies*, sekce *Elate*.

Morfologie:

Kmen je přímý s pravidelnou kuželovitou korunou. Druh dorůstá výšky 30 m a $d_{1,3}$ 90 cm. Kůra je hladká, světlešedá, s výraznými pryskyřičnými puchýřky, u starších jedinců je v dolní části kmene odlupčivá menšími šupinkami. Letorosty jsou světlečervené nebo tmavohnědé s výraznými hustými hnědými chlupy. Pupeny jsou malé, vejčité až okrouhlé, červenohnědé až nafialovělé, silně smolnaté. Jehlice jsou 1–2,5 cm dlouhé, asi 2 mm široké, na konci uťaté nebo vykrojené, po celé délce stejně široké, na líci tmavě zelené s patrnou rýhou, na spodní straně s výraznými bělavými proužky. Na spodní straně prýtu jsou jehlice dvouřadě uspořádané, svrchu větvičku částečně kryjí a ponechávají uprostřed volný klín ve tvaru písmene „V“. Samčí šištice jsou asi 1–1,2 cm dlouhé a ca 6 mm široké; samičí šištice jsou přisedlé, válcovité, ca 2,5 mm dlouhé a 4 mm široké, červeně až tmavě nachově zbarvené. Šišky jsou přisedlé, válcovitého tvaru, na vrcholu zaoblené nebo s malou špičkou, 4–8 cm dlouhé, 2–2,5 cm široké, před dozráním tmavě modré až tmavě fialové, v době zralosti mění barvu na šedohnědou. Semenné šupiny jsou dlouhé asi 8 mm a 14 mm široké. Semena trojúhelníkovitého tvaru jsou šedá, 6×3,5 mm velká s velkým namodralým křídlem (3×5 mm). Fruktifikuje v červnu a šišky dozrávají v září až do začátku října (FARJON 2010; KATSUKI et al. 2013).

Rozšíření:

Druh je rozšířen v Japonsku v horách ostrovů Honšú a Šikoku. Vyskytuje se převážně v jehličnatých lesích subalpínského pásma ostrova Honšú ve výškách 1 200–2 800 m n. m. na stanovištích s minerálně bohatými až středně bohatými půdami v oblastech bohatých na srážky s optimem v rozmezí 1 000 až 2 000 mm za rok (LIU 1971; KATSUKI et al. 2013).

Fylogeneze:

Jedle Veitchova patří do sekce *Elate* stejně jako jedle sachalinská. Fylogenetický vývoj jedle Veitchovi je podrobně popsán u jedle sachalinské.

3.3 Důvody odumírání jedle bělokoré ve střední Evropě

Poškození lesů, které postihlo všechny druhy dřevin v Evropě, vlivem imisního zatížení z průmyslových zdrojů pozorovala řada autorů např. ULRICH (1980), SCHÜTT (1980, 1982), KNABE (1981), SCHÜTT et COWLING (1985), KANDLER et INNES (1995). JONARD et al. (2012). Poškození lesů bylo prokázáno řadou autorů pomocí analýzy letokruhů, která se ukázala jako spolehlivý prostředek pro pozorování růstu. Analýza letokruhů všech hlavních dřevin ve střední Evropě prokázala růstovou depresi v 70 letech v době nejvyšší produkce emisí (BRÄIKER 1984; KENK 1986, 1990; BECKER et al. 1990; PRETZSCH 1985; LÜHRTE 1991).

Nejsilnější poškození lesů bylo pozorováno v silně znečištěných oblastech, jako jsou například Krušné hory s průměrnou roční koncentrací SO₂ nad 90 mg/m³ vzduchu mezi lety 1980 - 1990 (WENTZEL 1982, LIEBHOLD et DRECHSLER 1991).

Nejen průmyslové znečištění, ale také globální změna klimatu působí na dřeviny. Některé výzkumy uvádějí, že by mohlo dojít k posunu fenologických procesů (CHMIELEWSKI et RÖTZER 2001; CORNELIUS et al. 2013), ke změně přirozených areálů organismů (COLWELL et al. 2008; DOAK et MORRIS 2014) a ke změně stanovišť horských druhů (LENOIR et al. 2008). Zejména většina horských a podhorských dřevin je náchylná na změny klimatu než jiné druhy dřevin, protože jsou přizpůsobeny zejména na nižší teploty a mají nízkou genetickou diverzitu (HÖRSH 2003; LARIGAUDERIE et KÖRNER 1995; LONGAUER et al. 2004). Modelovým vlivem změny klimatu a znečištěním na populace lesních dřevin se zabýval KOO et al. (2014), který ve své studii prokázal nepříznivý vliv změny klimatu a znečištění na modelovém růstu *Picea rubens*

v nižších a vyšších nadmořských výškách s menším účinkem ve vysokých nadmořských výškách než nižších.

Naopak zvýšená produkce skleníkových plynů (CO_2 a NO_x) vede k rychlejšímu růstu dřevin. SPIECKER et al. (1996) demonstroval značně zvýšený růst dřevin ve střední Evropě na základě 22 studií růstu z 12 zemí. Vyšší růst dřevin byl podpořen i dalšími studii, KAHLE et al. (2005) zjistil o 25 % větší výškový růst borovice lesní, smrku ztepilého a buku lesního ve srovnání s dobou o 40 let dříve. Zvýšení růstu je z největší pravděpodobností způsobeno množstvím dusíku (KAHLE et al. 2008). REHFUESS et al. (1999) při použití modelu zjistil, že zvýšená teplota je relativně nevýznamná na rozdíl od vzestupu CO_2 a zvýšené depozice N, což může představovat 15-20% nárůst produkce lesů. Vliv dusíku byl také prokázán ve studii SOLBERGA et al. (2009).

Můžeme pozorovat rozdílný vliv různých faktorů způsobujících poškození lesů v severnějších oblastech od lesů v jižních oblastech Evropy. Stav životního prostředí a znečištění jsou značně odlišné od střední Evropy. Lidský tlak v uplynulých 3000 let, vysoké sluneční záření a prodloužené období sucha spolu s emisním zatížením zvyšuje citlivost lesů na možnou interakci stresových faktorů (NAVEH et al. 1980; LORENZINI 1993; SCHENONE 1993; BUSSOTTI et FERRETTI 1998).

Poškození lesních porostů je pozorováno na celé Zemi, nejnovější studie zabývající se poškozením lesních porostů pocházejí například z Japonska, kde dochází vlivem ozonu k odumírání lesů ve vyšších nadmořských výškách. S rostoucí nadmořskou výškou stoupá i znečištění ozonem (IGAWA et al. 2015).

K poklesu zastoupení jedle bělokoré dochází pravidelně v Evropě zhruba od roku 1500 (MAYER 1957; CRAMER 1984; LARSEN 1986; KREHAN 1989) a to jak postupný pokles, tak i rychlé snížení v důsledku stresových vlivů (INNES 1993). Časová a prostorová variabilita v ústupu jedle byla pozorována (SCHÜTT 1977) se zvýšenou intenzitou od 19. století (LARSEN 1986).

Jedle bělokorá je považována za bioindikační druh citlivý na změny v okolním prostředí. DOBROWOLSKA (1989) ji nazývá „mimózou“ (citlivkou), protože patří z lesních dřevin k nejcitlivějším na změny kvality ovzduší.

Přesné příčiny poklesu jedle nejsou stále známy, jedná se pravděpodobně o komplexní onemocnění ovlivněné působením několika environmentálních faktorů navzájem, jako například sucha, mráz, silný pokles teploty, konkurence, znečištění, překyselení půdy, nedostatek minerálů a nevhodná pěstební opatření (SCHÜTT 1977;

SIERPINSKI 1981; LARSEN 1986; KREHAN 1989; BERT 1993; CERTINI et al. 2000; THOMAS et al. 2002).

První zmínky o odumírání jedle pocházejí z Německa ze 16. a 17. století (BRONISZ et al. 2010), pokles zastoupení jedle byl např. pozorován v roce 1650 ve Franckém lese. Tehdejší zastoupení jedle ve zdejších lesích dosahovalo 80 % a smrku pouze 10 %. V roce 1973 však již zastoupení jedle pokleslo na 10 %. První zprávy o odumírání jedle v našich zemích pocházejí z roku 1842 ze Slezska, kdy o chřadnutí 25 až 50letých porostů informoval lesník šternberského panství.

Od prvního výskytu poškození lesů v Německu v letech 1970-1980 byla provedena řada studií zaměřující se na poškození a odumírání. Německá spolková agentura pro životní prostředí zahájila v roce 1993 vyhodnocení poklesu zdravotního stavu lesů v Německu za období 1982-1992. Výsledkem studie je řada modelů, podle kterých je možné posoudit vliv znečištění na zdravotní stav lesů (AUGUSTIN et al. 1998).

Problematikou ústupu jedle se později zabývala celá řada českých a slovenských autorů (KANTOR et VINCENT 1970; VINCENT et KANTOR 1971; POLENO 1977; MAYER 1979; HYNEK 1987; ŠINDELÁŘ 1987a, 1987b, 1990).

Odumírání jedle je pozorováno i v jiných státech, ve Slovinsku je pozorovaný pokles zastoupení jedle a její odumírání od roku 1960 až 1980 (TORELLI et al. 1986). Během let 1980 až 1990 populace jedle vykazovala regeneraci, ale jednotlivé odumírání v některých lokalitách stále pokračovalo (TORELLI et al. 1996, 1999).

SCHMITT et al. (2003) prokázal, že odumírání jedle ve Slovinsku je způsobeno předčasným ukončením kambialní činnosti v průběhu vegetačního období.

K hodnocení odumírání a ústupu jedle z lesů lze využít růstové charakteristiky např. analýzy letokruhů, které ve své studii o odumírání jedle v lesích Slovinska použil BIGLER et al. (2004).

Chřadnutí se navenek projevuje usycháním a opadem jehlic, kdy opad začíná ve spodní a vnitřní části koruny. Barva jehlic se mění a dochází i k jejich kroucení. Projevem chřadnutí je dále ztráta vlásečnicových kořenů, kdy je však tento jev bez bližšího posouzení těžko pozorovatelný. Při podrobném průzkumu asimilačních orgánů byly zjištěny i změny v anatomické a morfologické struktuře jehlic v důsledku jejich poškození (SCHÜTT 1994a; SKOŘEPA 2006).

Mezi příčiny ústupu jedle bělokoré jsou řazeny i bakteriální, houbové a virové choroby znehodnocující dřevo hnilobou a rovněž činnost bakterií, které způsobují vznik tzv. mokrého jádra. Viry velmi často vyvolávají ucpání pryskyřičných kanálků

v jehlicích a tím poškodí buňky dřeva větví, kde dochází k narušení transpirace v důsledku toho k morfologickým změnám habitu stromu. Z hmyzích škůdců převládá korovnice kavkazská (*Dreyfusia nordmanniana* /Eckstein, 1890/), která saje rostlinné šťávy, čímž dochází k šíření virových a bakteriálních onemocnění. Zanedbatelné není ani působení zvěře (především loupání), protože v porostech ojediněle zastoupený druh upřednostňuje. Nevyhovuje jí náhlé prosvětlení porostu, jakož i odvodňování a s tím spojené změny ve vodním režimu v půdním profilu. Za další příčiny chřadnutí lze považovat extrémně suchá léta a suché zimy s extrémními mrazy. V důsledku nedostatku některých biogenních prvků (zejména Mg a Zn) a naopak nárůstu obsahu Mn v asimilačních orgánech dochází ke žloutnutí a kroucení jehlic (DOBROWOLSKA 1989; MÁLEK 1983; MÍCHAL et al. 1992 ex SKOŘEPA 2006; ŠINDELÁŘ 1994).

Z genetického pohledu se za hlavní příčinu ústupu jedle z našich lesů považuje nízká genetická variabilita středoevropské populace v důsledku snížené vnitropopulační variability vyvolané sníženou adaptační schopností vlivem inbrední deprese (KANTOR et VICENT 1970; LARSEN 1986; ARBEZ et al. 1990; LONGAUER 2001; LONGAUER et al. 2004; KOŠULIČ 2005). Jedním z důvodů zvýšené inbrední deprese mohou být velká pylová zrna v kombinaci se zvyšující se vzájemnou vzdáleností jedinců, kdy dochází k nárůstu samoopylení, a tím i k následnému snížení vitality populací.

Od 90. let minulého století dochází k postupné regeneraci jedle. Zlepšení bylo poprvé pozorováno v západní části areálu a postupem času se zdravotní stav jedlových porostů zlepšoval i ve středoevropských podmínkách. Mírné zlepšení v podobě snížení znečištění (RAFAJ et al. 2014) však nelze považovat za konečné vyřešení problémů s chřadnutím jedlových porostů.

3.4 Možnosti řešení ústupu jedle bělokoré v ČR

Základním principem využívání reprodukčního materiálu jedle bělokoré je využívání domácích genetických zdrojů. Úloha provenienčního výzkumu spočívá v identifikaci vhodných zdrojových populací vyznačujících se dobrým růstem, zvýšenou kvalitou dřeva a odolností vůči biotickým a abiotickým činitelům i s ohledem na měnící se podmínky prostředí, a to především pro lokality, kde není v dostatečné míře zajištěn sadební materiál místního původu (ERIKSSON et al. 2013). Problémem jsou

omezené regionální zdroje a jejich pozmeněná genetická populační struktura v důsledku nižšího počtu rodičovských jedinců a příbuzenského křížení.

Pokud je nedostatek místního materiálu pro zvýšení podílu jedle, je vhodné přenést do těchto oblastí materiál z oblastí s dostatečně velkými populacemi, a to i v případě populací ze zahraničí. Za vhodné uvádějí ČÁP et al. (2013) např. dvě provenience z Rakouska ověřované na pokusných plochách VÚLHM.

Na základě provenienčního výzkumu bylo pro jedli bělokorou navrženo šest semenářských oblastí (HYNEK 2000):

1. krušnohorská (PLO 1),
2. šumavská (PLO 11, 12, 13, 14),
3. hercynská (PLO 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 30, 31, 33),
4. severočeská (PLO 5, 18, 19, 20),
5. sudetská (PLO 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32),
6. karpatská (PLO 36, 37, 38, 39, 40, 41).

Poškozená genetická struktura nemusí vždy znamenat pokles vitality. Jedle bělokorá je poměrně odolná k inbrední depresi. ZIEGENHAGEN et al. (2005) uvádí, že nižší počet jedinců nemusí vždy automaticky znamenat snížení úrovně genetické diverzity. Při analýze DNA v potomstvech jedle bělokoré zjistil větší genetickou variabilitu než v potomstvu uznaného porostu jedle, ve kterém se nachází mnohem více plodících jedinců.

I přes donedávna probíhající odumírání a pokles zastoupení v lesích, způsobený roztříštěním areálů doprovázený poklesem počtu fruktifikujících jedinců, lze v našich podmínkách získat vhodný reprodukční materiál pro založení vitálních porostů (HYNEK 2000; MEJNARTOWICZ 1996).

Genetické zdroje domácích populací jedle bělokoré jsou omezené a silně pozmeněné, a proto je vhodné uvažovat i o jiných možnostech zvyšování genetické diverzity jedlí v ČR. Na základě disponibilních informací lze rovněž uvažovat o využití importovaného materiálu. Vhodným nástrojem pro šlechtění lesních dřevin jsou semenné sady. V minulosti byly v rámci celé Evropy, resp. v tehdejší Československu, zakládány klonové semenné sady jedle bělokoré, kterými se zabýval prof. J. Kantor na lesnické fakultě VŠZ v Brně. Neúspěšně naroubované podnože však nasazovaly pouze samčí šištice a jen zcela výjimečně i samičí. Tato skutečnost způsobila dlouhodobé přerušení zakládání semenných sadů. Opětovně byl zájem o semenné sady jedle bělokoré obnoven až po úspěších prof. Gagova z lesnické fakulty

Univerzity v Sofii (KOBLIHA et JANEČEK 2005). Publikovány byly rovněž výsledky provenienčního výzkumu ve světě (MEJNARTOWITCZ 1983; KAJBA 2001).

V České republice byl provenienční výzkum této dřeviny zahájen v roce 1961 výsadbou 8 domácích populací na výzkumné ploše na lokalitě Cukrák v blízkosti Prahy. Dílčí výsledky provedených měření na ploše provedl ve věku 4, resp. 5 let se zaměřením na získání poznatků o variabilitě v dílčích populacích (ŠINDELÁŘ et al. 2005). V roce 1971 došlo k významnému rozšíření výzkumu jedle bělokoré na území dnešní ČR, kdy bylo založeno 20 provenienčních ploch s celkovým zastoupením 153 proveniencí jedle bělokoré, 72 dílčích populací a 21 ostatních druhů včetně přirozených hybridů z evropských i mimoevropských zemí (ŠINDELÁŘ 1987a; ŠINDELÁŘ et al. 2005). Vzhledem k rozsahu tohoto projektu byly výsadby hodnoceny většinou jednotlivě, s výjimkou nejmladších věkových stadií. Prvotní hodnocení morfologické proměnlivosti semen použitých pro získání sazenic na založení ploch uskutečnil HYNEK (1989). Hodnocením pokusných výsadeb vyšším věku experimentálního materiálu se zabývali např. ŠINDELÁŘ et al. (2006), ČÁP et NOVOTNÝ (2006), ČÁP et al. (2013). VÚLHM má v evidenci ještě sérii sedmi ploch z let 1998–2001 na lokalitách Hluboká, Konopiště, Vimperk, Nižbor a Nové Město na Moravě; výsledky hodnocení těchto ploch zatím nejsou k dispozici.

V současnosti je na území ČR evidován pouze jeden semenný sad pro jedli bělokorou. V evidenci reprodukčního materiálu (ERMA) je vedeno 515 zdrojů kategorie identifikovaný, 662 záznamů v kategorii selektovaný, 446 v kategorii kvalifikovaný a testovaný.

Ke zvýšení zastoupení jedle v našich lesích může přispět introdukce cizokrajných druhů adaptovaných na klimatické podmínky analogické s domácím podnebím. Areál jedle bělokoré se v důsledku klimatických změn může posunout směrem více na sever, tj. naše podmínky by mohly být vhodnější pro mediteránní druhy jedlí. Nahrazení domácí jedle by tak bylo v tomto případě pouze urychlením migrace.

Testování nových druhů, případně hybridních potomstev (zejména rodičů s významným hospodářským znakem, který je pod silnou genetickou kontrolou), hraje klíčovou roli v oblasti výzkumu lesnické genetiky. První velmi důležitou funkcí, která se projeví v první fázi pokusu, je mortalita. Její hodnota je prvním kritériem vhodnosti daného druhu nebo hybridu (ERIKSSON et al. 2006; WHITE et al. 2007).

Na území ČR je již řadu let testováno několik druhů jedlí, z nichž některé se osvědčily, jiné ne. V našich podmínkách se např. osvědčila severoamerická jedle

ojíněná *Abies concolor* (Lindl. et Cord.) a jedle obrovská *Abies grandis* (Lind.), která je pro naše podmínky doporučována nejen z hlediska produkce, ale i z ekologického hlediska (POKORNÝ 1959; HOFMAN 1963; VANČURA 1990; ŠINDELÁŘ et BERAN 2002; ŠINDELÁŘ et al. 2006; KOBLIHA et al. 2013; FULÍN et al. 2013). Vyniká vysokou produkcí a dosahuje stejné produkce jako jedle obrovská, jejíž použití v lesním hospodářství České republiky je však diskutabilní s ohledem na značnou mortalitu a krátkověkost.

Dalším významným druhem z hlediska růstových vlastností je *A. nordmanniana*, která byla na srovnávacích výsadbách v Kostelci nad Černými lesy hodnocena v letech 1999, 2004 i 2010 jako nejvyšší potomstvo (KOBLIHA et JANEČEK 2001). Z této skutečnosti lze odvodit, že se jeví jako nejlepší a nejperspektivnější druh. Tento závěr však odporuje zjištěním GREGUSSE (1992), který ve svém souboru hodnotil desetileté potomstvo tohoto druhu jako nejslabší.

Jiné druhy se na základě pokusů naopak neosvědčily. Na pokusných výsadbách v Kostelci nad Černými lesy dosáhla *A. gracilis* 100% mortality. Také KOBLIHA a JANEČEK (2001) uvádějí, že se jedná o druh pro naše podmínky nevyužitelný. Při jejich měření v roce 1999 *A. gracilis* výrazně zaostávala za ostatními potomstvy ve výšce i výčetní flouštce.

Cizokrajné druhy srovnávali ŠINDELÁŘ et BERAN (2004), ČÁP et al. (2013), FULÍN et al. (2013) a KOBLIHA et al. (2013). V Lesích města Písku provedli srovnání ŠINDELÁŘ et BERAN (2004). Autoři srovnávali čtyři různé druhy jedlí (*A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. pinsapo*, *A. balsamea*) a jeden spontánní hybrid (*A. borisii-regis*) s jedlí bělokorou. Jedle cilicijská se dle autorů jako možná náhrada za jedli bělokorou příliš neosvědčila. Ve výsadbě značně zaostávala, byla utlačována buření a značně trpěla pozdními mrazy. Tyto jevy byly pravděpodobně způsobeny rozdílností mezi areálem přirozeného výskytu (Sýrie, Libanon) a podmínkami na srovnávací ploše. Zaznamenaná mortalita proto dle autorů zařazuje tuto jedli pro podmínky ČR mezi nevyužitelné druhy. Druhou porovnávanou jedlí byla *A. cephalonica*. Jedli řeckou charakterizují ŠINDELÁŘ et BERAN (2004) jako druh s nízkou mortalitou a dobrým zdravotním stavem, ale s nepatrně podprůměrným růstem ve srovnání s jedlí bělokorou. Problémem jedle řecké je náchylnost k omrzání způsobená časným rašením. Z pohledu šlechtění je tedy lepší jedli řeckou nepěstovat jako čistý druh, ale je vhodné využití jejích hybridů. Jedle španělská měla na ploše v Lesích města Písku velmi vysokou mortalitu a zbylí jedinci trpěli deformacemi kmene. Jedle balzámová se velice osvědčila, vynikala nízkou mortalitou,

nadprůměrnou objemovou produkcí a netrpěla deformacemi kmene. V podmínkách výzkumných ploch snášela zamokření. Její vhodnost v podmínkách ČR je diskutabilní, neboť je krátkověká a v dospělosti je její objemová produkce podprůměrná. Jen omezené použití spatřují autoři také u *A. borisii-regis* i přes její nízkou mortalitu, dobrý zdravotní stav a průměrný přírůst.

3. 5 Hybridizace v rámci rodu *Abies*

Hybridizace v rámci rodu *Abies* je ztížena v důsledku jejího chřadnutí. I přes dlouholetý výzkum, který se tomuto problému věnuje, dosud není jednoznačně stanovena příčina odumírání jedlí ve střední Evropě. Nejasné příčiny chřadnutí stěžují, až znemožňují šlechtitelskou práci, tj. uskutečnění šlechtitelského programu klasickým postupem. Z tohoto důvodu nelze jedlí šlechtit na odolnost vůči specifickému faktoru, ale je nutno zaměřit se na zvýšení všeobecné odolnosti a vitality (GREGUSS et PAULE 1988; KORMUŤÁK 1994; WHITE et al. 2007).

Hybridizaci v rámci rodu *Abies* nebyla věnována přílišná pozornost. Především pro hospodářsky významné rody (*Pinus*, *Larix*, *Picea*) byla založena celá řada šlechtitelských programů (ROHMEDER 1961a; MERGEN et al. 1964; GREGUSS et PAULE 1988).

Mezidruhové křížení je považováno za jednu z nejúčinnějších a nejdostupnějších metod šlechtění lesních dřevin. Jde o prakticky zvládnutý proces, který téměř vždy směřuje k získání kvalitních hybridních potomstev s rozšířenou genetickou variabilitou. Potomstva jsou v porovnání s rodiči přizpůsobivější k měnícím se klimatickým podmínkám (KORMUŤÁK 1994; GREGUSS 1995).

Hybridizace (zejména mezidruhová a mezirodová) umožňuje získat u potomstva nové znaky, zatímco selekce u něj většinou pouze zvyšuje zastoupení, případně intenzitu již existujících znaků a vlastností (GREGUSS et PAULE 1988). Zatímco mezidruhové křížení rostlin představuje hybridizaci mezi odlišnými biologickými druhy, mezirodové se týká příslušníků různých botanických rodů. Oba případy tak spadají do kategorie vzdálené hybridizace. Vytvoření nových znaků díky hybridizaci je tedy důsledkem spojení odlišných genomů během oplodnění (DUBOVSKÝ et MARŠÁLEK 1968; HRAŠKA 1990; PAULE 1992).

Výhodou mezidruhové hybridizace je možnost využít mimořádně rozsáhlý genofond rozmanitých druhů jako primární materiál pro vznik nových, jedinečných zdrojových forem pro další výběr a manipulaci. Pomocí hybridizace dochází u většiny dřevin včetně jedlí ke kombinaci vlastností, které se u čistých druhů nevyskytují. Ze šlechtitelského pohledu lze za nejvýznamnější považovat toleranci k abiotickým a biotickým činitelům spolu se zvýšeným, příp. alespoň stejným růstem (GREGUSS 1994).

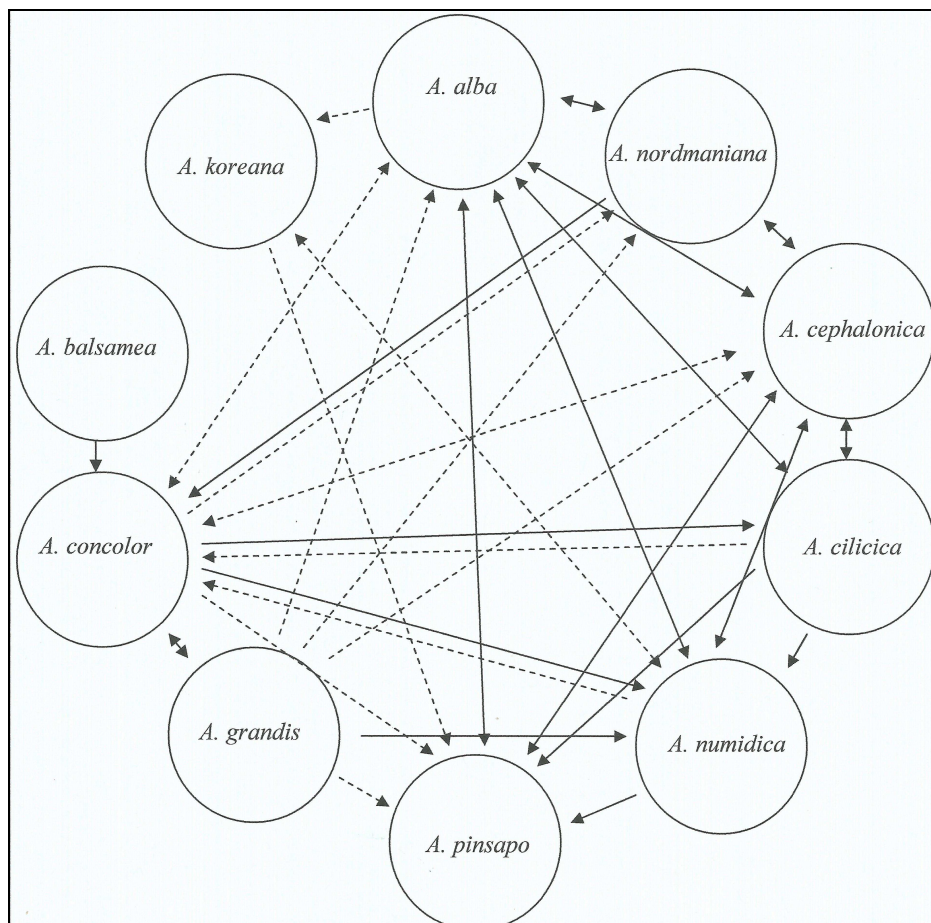
Hybridizací, ať již spontánní nebo umělou, dochází k heteróznímu efektu, který vede většinou ke zlepšení kvantitativních a kvalitativních znaků, které se mohou projevit heterózním efektem, např. zvýšenou odolností vůči měnícím se podmínkám prostředí (globální oteplování, imisnímu zatížení a dalším) nebo produkcí růstově lepších potomstev v porovnání s jejich rodiči (HRAŠKA 1990; PAULE 1992; GREGUSS 1994; KOBLIHA 1994).

Významná je i možnost překonání reprodukčních bariér bránících toku genů při křížení jedlí, resp. zvýšená flexibilita potomstev a vznik nových jedinců adaptabilnějších k náhlým změnám v prostředí v porovnání s jedinci z nehybridních populací, které se v průběhu evoluce po desítky či stovky generací přizpůsobovaly tehdejšími podmínkám. Hybridní jedinci se tedy jeví jako možná náhrada pro rychle se měnící podmínky prostředí (GREGUSS 1995). Autor vyslovil opodstatněný názor, že hybridní jedinci vyžadují hybridní prostředí. Protože jsou mezidruhová hybridní jedinci schopni tolerovat odlišné podmínky prostředí, mohou být úspěšnější tam, kde jsou tyto podmínky intermediární.

Přirozené klimaticko-geografické rozšíření jedlí je především v Americe (Střední a Severní Amerika), mediteránní části Evropy, na Dálném Východu, severu Afriky a v téměř celé Asii. Podmínkou přirozeného vzniku hybridních jedinců je výskyt obou rodičů na stejné lokalitě a zároveň překryv jejich areálů (sympatrický areál) působící vznik hybridních zón. Právě taková území představují významné oblasti pro studium potenciálu hybridizace a objasnění schopnosti hybridizace mezi rodičovskými druhy (MERGEN et al. 1964; CRITCHFIELD 1988; HEWITT 1988). U některých druhů jedlí se areály nepřekrývají a u těchto druhů se nevyskytují spontánní hybridy.

Nejvíce spontánních hybridů lze zaznamenat u jedlí z mediteránní části Evropy, menší počet se nachází na severoamerickém kontinentě. Nejméně probádané z pohledu spontánních hybridů jsou asijské druhy jedlí. Nejnáročnější pro stanovení přirozené hybridizace jedlí jsou problémy spojené s vymezením oblastí jejich přirozeného výskytu (KLAHN et WINIESKI 1963; MERGEN et al. 1964; GREGUSS et PAULE 1988).

Význam mezidruhového křížení je dán výskytem kříženců v rámci rodu, kdy se autoři v údajích o počtu spontánních hybridů liší. KLAEHN et WINIENSKY (1963) např. uvádějí 7, zatímco LIU (1971) 8 spontánních hybridů. Mezi hybridy jedle bělokoré patří ustálený taxon *A. × borissi-regis* (*A. alba* × *A. cephalonica*), který je rozšířen na pomezí Makedonie, Bulharska a Řecka, kde se areály jednotlivých druhů překrývají. Obdobně je za hybrid výše jmenovaných druhů považována *A. nebrodensis* (LIU 1971; SCHÜTT 1994a; GREGUSS 1995; WILLIS et MCELWAIN 2002; ECKENWALDER 2009). Z množství hybridů různých druhů lze dále uvést hlavně mezidruhové hybridy *A. concolor* × *A. grandis* (LARSEN 1934), *A. veitchii* × *A. alba* a *A. concolor* × *A. cephalonica* (ROHMEDER 1961b; ROHMEDER et EISENHUT 1961; WILLIS et MCELWAIN 2002), které vynikají nejen heterózním efektem, ale též zvýšenou odolností vůči chorobám a zhoršeným klimatickým faktorům, jakými jsou např. imise.



Obr. 12: Znáornění hybridních vztahů některých druhů v rámci rodu *Abies* (KORMUŤÁK 1986; KORMUŤÁK 2004); plná čára znázorňuje kompatibilitu, přerušovaná inkompatibilitu, šipky znázorňují směr křížitelnosti.

U mezidruhových hybridů byla v porovnání s čistými druhy pozorována zvýšená odolnost k mrazům (ROHMEDER et EISENHUT 1961). AUSSENAC (2002) doporučuje druhy, které mohou být poškozeny mrazy při časném rašení pupenů (*A. cephalonica*, *A. cilicica*, *A. nordmanniana*, *A. bornmulleriana*), křížit s druhy odolnějšími k nízkým teplotám.

V období klimatických změn spojených s globálním oteplováním (COULSTON et RIITTERS 2005; ELLING et al. 2009) se jako vhodná vlastnost projevuje životaschopnost, kterou pozorovali CATALAN et PARADOS (1983). Zvýšená životaschopnost je typem heteroze označované jako adaptivní. Adaptivní heteroze byla pozorována u kříženců *A. pinsapo* × *A. alba*, kteří v porovnání s druhově čistými jedinci *A. alba* rostli dobře na stanovištích se suchou půdou ve španělském Katalánsku v sympatrickém areálu výskytu rodičovských druhů. Jedná se o drsné horské podmínky ve výšce 1 100 m n. m. Uplatnění tohoto hybridu se předpokládá ve stejných nebo podobných podmínkách aridních oblastí v souvislosti s očekávaným nárůstem suchých oblastí vzhledem ke globálnímu oteplování. Tento hybrid byl použit jako náhradní dřevina na několika hektarech ve Španělsku (AUSSENAC 2002).

AUSSENAC (2002) se zabýval indexem aridity (suchovzdornosti). Vybral tři druhy s jejím vysokým stupněm, a to *A. numidica*, *A. nebrodensis* a *A. pinsapo*. Druhy *A. cilicica* a *A. cephalonica* označil naopak za druhy velmi náchylné k suchu. Na základě těchto poznatků lze vysvětlit ústup uvedených druhů z jejich přirozených stanovišť. FADY et CONKLE (1993), FADY (1995) ve Francii zase doporučují využití těchto hybridů k zalesnění ploch poškozených požáry. Jako další vhodní přirození hybridy se do těchto podmínek jeví *A. pinsapo* × *A. alba* a spontánní hybrid *A. × borisii-regis*, který roste přirozeně v Řecku v hybridních zónách jako pionýrská dřevina. Proto je využíván k zalesňování lokalit postižených požárem.

Průkopníkem ve využívání hybridů byl MAYER (1981), který doporučil pěstovat spontánní hybridy vyskytující se v přírodě, a to zejména *A. × borisii-regis*, *A. bornmulleriana* a *A. equi-trojani*. Hybridy z umělého křížení měli být získáni jako náhradní druhy za odumírající jedli bělokorou pro jejich heterozygotnost spojenou s rezistencí a adaptabilitou k měnícím se podmínkám.

Mezidruhovou hybridizací je vhodné využít také pro šlechtění jedle za účelem pěstování vánočních stromků. V důsledku transgrese v hybridizačním procesu lze mj. získat jedince s okrasným vzhledem. Tito jedinci mohou být využiti nejen pro výše zmíněné vlastnosti (odolnost, adaptabilita, heterózní efekt), ale také v sadovnictví a

okrasném zahradnictví za účelem obohacení o netradiční sortiment (MÜLLER 1989; GREGUSS et PAULE 1988; GREGUSS et LONGAUER 1996; JANEČEK et KOBLIHA 2007). Jako vhodný se pro tento účel jeví hybrid *A. pinsapo* × *A. alba*, který může být využit jako vánoční stromek nebo okrasná dřevina. Podle CATALANA et PARDOSA (1983) roste stejně rychle jako jedinci čistého druhu, přičemž se vzhledem blíží jedli španělské.

Hodnocení hybridů musí pro zavedení do praxe splnit 4 základní podmínky:

1. stanovení vzájemné křížitelnosti druhů,
2. produkce a testování několika vzorků z každé kombinace,
3. vývoj metody masové produkce sadebního materiálu,
4. výběr nejvhodnějších mateřských stromů (WRIGHT 1955).

MERGEN et GREGOIRE (1988) prokázali, že jsou potomstva získaná hybridizací jedlí ze sousedních areálů životaschopnější než potomstva získaná hybridizací ze vzdálenějších areálů. Mezidruhovou hybridizací je proto možné získat v porovnání s mateřskými populacemi vyšší adaptační schopnost k rozdílným stanovištím (ROHMENDER et EISENHUT 1961). Tým francouzských autorů pod vedením ARBEZE et al. (1990), kteří se věnovali šlechtění mediteránních jedlí, doporučuje pro vyřešení problémů s jejich genetickou uniformitou využít potomstva jedlí z autogamie, zejména pro jejich odolnost vůči inbrídingu.

Za nejvýznamnější příčinu zavedení mezidruhové hybridizace lze považovat rozpad jedlových porostů, resp. dramatický pokles zastoupení jedle v lesích. Rozpad jedlových porostů se nejvíce projevil v rámci Evropy, kde je diverzita stanovišť v porovnání s ostatními regiony mírného pásma nejmenší. Na těchto stanovištích došlo k rychlé destrukci porostů na velkých územích.

Spontánní hybridizací vznikají přirození kříženci a tento proces je tedy důležitým mechanismem evoluce. Uvedený jev se často vyskytuje mezi druhy, jejichž přirozené areály výskytu se prolínají. Je prokázáno, že spontánní hybridizace výrazně ovlivňuje vývin a ekologický status rostlinných populací. Proces spontánní hybridizace také může výrazně ovlivnit evoluční procesy, které pak vyústí ve vytvoření nových taxonů (GRANT 1981; ARNOLD 1997). Neúplná reprodukční izolace spontánních hybridů přispívá k výměně genů mezi dvěma druhy hybridizací a zpětnému křížení s původními druhy, tzv. introgrese (PAULE 1992; ANDERSON 1953), a je základním předpokladem spontánní hybridizace druhů. Druhy se v rámci evoluce musely nejdříve sblížit a následně separovat, což vytvořilo základní podmínku hybridizace a introgrese (CRITCHFIELD 1988). Studie skupin vyšších rostlin z pohledu cytogenetiky a

systematiky prokázaly větší výskyt hybridů, než se předpokládalo. Proto byly i některé druhy rodu *Abies* hybridizačním procesem v průběhu evoluce ovlivněny ve větším rozsahu (STEBBINS 1950; DUBOVSKÝ et MARŠÁLEK 1989; GRANT 1971).

Meziodrová a mezidruhá hybridizace nemá jen výhody, ale představuje i některé omezení. Významnou nevýhodou je častá nekřížitelnost a nízká fertilita anebo úplná sterilita v potomstvu (DUBOVSKÝ et MARŠÁLEK 1989; HRAŠKA 1990). Neplodnost může být způsobena více příčinami. U vzdálených hybridů dochází často k abnormálnímu vývinu pohlavních orgánů a gamet, nejvíce v důsledku poruch v meiotickém cyklu (GREGUSS 1995). Mezi doprovodné jevy mezidruhá hybridizace dále patří i narušení vysoce vyvinutých, avšak rozdílně adaptivních systémů, které se vyvinuly v průběhu evoluce. Výsledkem je nižší adaptabilita hybridů oproti jejich rodičům. Uvedený jev se většinou projevuje malou produkcí semen a nízkou kvalitou semenáčků spojenou s jejich nízkou vitalitou (ERIKSSON et al. 2006; WHITE et al. 2007).

Testováním některých ze zmíněných hybridů se zabývali KOBLIHA (1988, 1989a), resp. KOBLIHA et JANEČEK (2005). Vynikající výsledky vykazala potomstva *Abies cephalonica* z vnitrodruhá křížení, mimo jiné s použitím pylu vystaveného γ záření. Všechny vnitrodruhá i mezidruhá hybridní kombinace s genetickým zastoupením *Abies alba* předstihly kontrolu *Abies alba* z volného opylení (KOBLIHA 1989b, 1992a, 1992b, 1993a, 1993b; KOBLIHA et POKORNÝ 1990; SNÁŠELOVÁ et KOBLIHA 1990; KOBLIHA et al. 1991; KOBLIHA et KRÁLÍK 1992).

Na Slovensku se zabývali hybridizací jedle GREGUSS (1992, 1995) a KORMUŤÁK et al. (2013). Podle výsledků oproti hybridům výrazně zaostává jedle bělokorá a současně narůstá diferenciace mezi hybridními potomstvy a potomstvy jednotlivých druhů z volného opylení.

KORMUŤÁK (1986) doporučuje pro pěstování v našich podmínkách především tyto kombinace:

- Abies alba* × *Abies cephalonica*,
- Abies cephalonica* × *Abies numidica*,
- Abies nordmanniana* × *Abies alba*,
- Abies pinsapo* × *Abies cephalonica*,
- Abies pinsapo* × *Abies alba*,
- Abies numidica* × *Abies nordmanniana*,
- Abies numidica* × *Abies cephalonica*,
- Abies concolor* × *Abies grandis*.

V Polsku se otázkou proměnlivosti jedle zabýval LEWANDOWSKI et al. (2001), který porovnával sudetské provenience jedle s polskými. Z výsledků je patrná nízká vnitropopulační genetická diverzita.

Na našem území v aktuální době probíhá testování hybridních potomstev vysazených na pokusných a srovnávacích výsadbách v Kostelci nad Černými lesy a v Lesích města Prostějova, jejichž vyhodnocení je předmětem této práce.

4. Materiál a metodika

4.1 Materiál

Předmětem řešení disertační práce jsou výzkumné ověřovací plochy soustředěné ve dvou zájmových oblastech – v Kostelci nad Černými lesy (plochy K01–K06) a v Lesích města Prostějova (plochy P07–P08), viz tab. 3. V Kostelci nad Černými lesy jsou ověřovány tři spontánní hybridní kombinace (*A. cephalonica* × ?, *A. cilicica* × ?, *A. numidica* × ?), dále klony *A. alba* × *A. alba*, *A. alba* × *A. nordmanniana*, *A. alba* × *A. cilicica*, *A. nordmanniana* × *A. nordmanniana*, *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (s různou výší RTG záření) a 12 druhů (*A. alba*, *A. nordmanniana*, *A. balsamea*, *A. grandis*, *A. procera*, *A. concolor*, *A. gracilis*, *A. cephalonica*, *A. lowiana*, *A. pinsapo*, *A. holophylla*, *A. veitchii*).

Celkem bylo na všech plochách hodnoceno 3 769 jedinců.

Tab. 3: Hodnocené plochy v rámci disertační práce

Číslo	Název	Lokalita	Rok založení	GPS souřadnice
K01	Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů	U trubské hájenky	1996	50°00'16.41"N, 14°49'55.83"E
K02	Srovnávací výsadba potomstev stromů různých druhů rodu <i>Abies</i>	U trubské hájenky	2000	50°00'15.77"N, 14°50'05.45"E
K03	Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací	Školka Truba	1993	50°00'23.34"N, 14°50'18.16"E
K04	Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací	Školka Truba	1995	50°00'24.03"N, 14°50'18.31"E
K05	Multiklonální směs hybridů generace F2	Školka Truba	1996	50°00'24.03"N, 14°50'18.31"E
K06	Výsadba multiklonální směsi hybridů – ŠLP generace F2	Kostelec n. Č. I., ŠLP	2000	50°00'15.02"N, 14°50'05.56"E
P07	Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů	Lesy města Prostějova, porost 726 B8	1996	49°31'02.12"N, 16°53'56.16"E
P08	Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů	Lesy města Prostějova, porost 720 D1	1997	49°31'03.64"N, 16°54'36.45"E

Všechny plochy i jednotlivé parcely (při blokovém uspořádání), resp. jednotlivé stromy (při řadovém uspořádání), byly nejprve zaměřeny v terénu.

Plochy na ŠLP Kostelec nad Černými lesy se nacházejí v přírodní lesní oblasti (PLO) 10 – Středočeská pahorkatina ve 2. lesním vegetačním stupni (LVS), v nadmořské výšce 380 m n. m. V podloží převládají pískovce. Z typologického hlediska se zde vyskytují soubory lesních typů 2K – kyselá buková doubrava a 2I – ulehlá kyselá buková doubrava.

Plochy v Lesích města Prostějova se nacházejí v PLO 30 – Drahanská vrchovina, ve 480–530 m n. m., na souborech lesních typů 4K – kyselá bučina a 3S – svěží dubová bučina.

V rámci práce bylo porovnáno 7 čistých druhů jedlí, 21 hybridních potomstev jedlí z volného opylení a složitý umělý trihybrid *Abies koreana* × (*Abies cephalonica* × *Abies cilicica*).

Tab. 4: Přehled mateřských stromů v arboretu Kysihýbel, jejichž potomstva byla vysázena na hodnocených plochách.

Č. plochy v arboretu	Č. stromu	d _{1,3} (cm)	h (m)	Č. označující výsadbu na hodnocených plochách
<i>A. cephalonica</i> (Loud.) × ?, vysazen 1910				
1-12	1	57	26,5	1
	2	49	26,0	2
	6	50	26,5	3
<i>A. cilicica</i> (Carr.) × ?, vysazen 1910/14				
1-14	3	43	26,0	4
<i>A. numidica</i> (Lannoy ex. Carr.) × ?, vysazen 1949				
1-64	13	35	21,0	5
<i>A. cephalonica</i> (Loud.) × ?, vysazen 1938				
4-6	6	28	22,0	6
	8	27	20,0	7
	17	32	22,5	8
	18	27	21,0	9
	40	30	24,0	10
	46	30	23,0	11
	54	34	23,0	12
	57	33	23,0	13
	102	26	21,0	14
	117	22	21,0	15
	121	25	21,5	16
	122	-	-	17
	127	25	21,0	18
128	24	22,5	19	
129	32	22,5	20	
<i>A. cephalonica</i> (Loud.) × ?, vysazen 1938				
4-24	13	44	20,0	21

Poznámka k tabulce: V prvním sloupci je uvedeno číslo plochy, na které se strom v arboretu nachází, v druhém konkrétní číslo stromu, v pátém označení potomstva ve výsadbách hodnocených ploch.

4.1.1 Srovnávací výsadby v Kostelci nad Černými lesy (K01–K02)

4.1.1.1 Výzkumná plocha K01 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

Výsadba byla založena na polesí Kostelec n. Č. l. na lokalitě „U trubské hájenky“ v porostu 20 A 9. Plocha má rozměry 91,2×40,8 m, tj. 3 721 m². Bylo zde vysazeno 21 potomstev spontánních hybridů označených pořadovými čísly 1–21 (stejně označení použito i na ostatních plochách – viz tabulku 3). Dále zde byly vysazeny *Abies alba* místního původu jako kontrolní materiál (č. 22), *Abies nordmanniana* (č. 23), *Abies balsamea* (č. 24), *Abies grandis* (č. 25), *Abies procera* (č. 26) a *Abies concolor* (č. 27). Každé potomstvo bylo původně na parcelách zastoupeno 25 jedinci (5×5 ks) vysázenými ve sponu 1,2×1,2 m. Mezi parcelami byla vynechána vždy jedna řada pro usnadnění orientace na ploše (příloha 1).

Potomstva 21 spontánních hybridů a *Abies grandis* byla zastoupena 3 parcelami (75 sazenic), *Abies alba* 5 parcelami (125 sazenic), *Abies balsamea* 4 parcelami (100 sazenic), *Abies nordmanniana*, *Abies procera* a *Abies concolor* jednou parcelou (25 sazenic). Celkem se jednalo o 1 950 sazenic z tohoto počtu jedinců se na ploše nacházelo k hodnocení 1 097. Rozmístění jednotlivých parcel na ploše odpovídá schématu dvojité mříže.

V roce 1997 byla plocha doplněna o 8 parcel (200 sazenic). Jednalo se o tři parcely *A. alba*, 3 parcely *A. gracilis* a dvě parcely hybridního potomstva *Abies koreana* × (*Abies cephalonica* × *Abies cilicica*). V případě *A. alba* a *A. gracilis* byly vysazeny šestileté a v případě hybridního potomstva pětileté sazenice. Semena *A. gracilis* pocházejí z Kamčatky z populace dlouhodobě selektované vulkanickou činností. Tato semena byla vyseta v roce 1991 ve šlechtitelské stanici. Hybridní potomstvo pochází z křížení uskutečněného v roce 1991 v arboretu v Kostelci nad Černými lesy.

4.1.1.2 Výzkumná plocha K02 – srovnávací výsadba různých druhů rodu *Abies*

Plocha byla založena v roce 2000 na lokalitě „U trubské hájenky“ v porostu 20 A 9. Byla zde vysazena potomstva *A. cephalonica*, *A. nordmanniana*, *A. pinsapo*, *A. grandis*, *A. concolor*, *A. lowiana*, *A. veitchii*, *A. holophylla* a *A. alba* místního původu. *A. cephalonica* byla vysazena v sedmi řadách (57, 56, 25, 26, 39, 39, 27, celkem tedy 269 sazenic), *A. nordmanniana* v jedné řadě (28 sazenic), *A. pinsapo* v sedmi řadách

(27, 46, 45, 44, 42, 41, 13, celkem 258 sazenic), *A. grandis* ve dvou řadách (22, 6, celkem 28 sazenic), *A. concolor* ve třech řadách (4, 32, 9, celkem 45 sazenic), *A. lowiana* v sedmi řadách (30, 54, 53, 52, 49, 49, 20, celkem 307 sazenic), *A. veitchii* ve dvou řadách (22, 35, celkem 57 sazenic), *A. holophylla* ve dvou řadách (9, 11, celkem 20 sazenic) a *A. alba* místního původu v deseti řadách (26, 35, 33, 33, 31, 28, 23, 25, 20, 17, celkem 271 sazenic). Byly použity čtyřleté obalované sazenice, vysázené ve sponu 1,5×1,5 m. Celkem bylo za všechny varianty vysázeno 1 283 jedinců a hodnoceno bylo 679 přeživších jedinců.

4.1.2 Klonální výsadby řízkovanců na ŠLP v Kostelci nad Černými lesy (K03–K06)

V roce 1993 byla založena první srovnávací plocha řízkovanců různých hybridů v rámci rodu *Abies*. Vedle této výsadby byla v roce 1995 vysazena nová výsadba, na které byl použit stejný sadební materiál jako v roce 1993. K těmto dvěma výsadbám přibila výsadba třetí a to v roce 1996, kde byla použita multiklonální směs hybridů druhé filialní generace. Tato směs byla opět vysazena rovněž v roce 2000 na jiné ploše.

4.1.2.1 Výzkumná plocha K03 – klonální výsadba řízkovanců hybridních kombinací (1993)

Jako zdrojový materiál byli využiti hybridi F1 generace (KANTOR et CHIRA 1971). V roce 1975 byli vysazeni ve školce katedry zakládání lesů (LF VŠZ Brno) na Hádech a posléze hodnoceny (KOBLIHA 1988). Jednalo se o 17 potomstev vnitrodruhových a mezidruhových hybridů *A. alba*, *A. cephalonica*, *A. cilicica* a *A. nordmanniana* a o kontrolní potomstvo *A. alba* z volného opylení. Při opylování některých jedinců byl použit pyl ozářený γ zářením v různých dávkách.

Po výběru pěti nejlepších jedinců od každého potomstva (v letech 1988–1989) byl tento materiál využit pro autovegetativní množení (KOBLIHA et POKORNÝ 1990; KOBLIHA et KRÁLÍK 1992). Řízkovanci byli pěstováni v RCK obalech. V roce 1993 byli vysazeni v areálu školky Šlechtitelské stanice Truba (celkem 425 řízkovanců). Hodnoceno bylo celkem 152 řízkovanců, kteří se na ploše nacházeli.

4.1.2.2 Výzkumná plocha K04 – klonová výsadba řízkovanců hybridních kombinací (1995)

Na výsadbu z roku 1993 navazuje výsadba založená v roce 1995. Zdrojový materiál, který je zde vysazen, je podobného původu jako materiál z předchozí výsadby. Řízkování proběhlo v letech 1990 až 1992. Řízkovanci byli pěstováni v obalech a v roce 1995 byli vysazeni na plochu. Jedná se o 10 klonů z vnitrodruhového křížení *A. alba*, *A. cephalonica* a mezidruhového křížení *A. alba* × *A. cilicica*. Vysázeno bylo celkem 195 řízkovanců. Hodnoceno bylo 99 jedinců.

4.1.2.3 Výzkumná plocha K05 – multiklonální směs hybridů generace F2 (1996)

Jako zdroj řízků byla využita výsadba hybridů rodu *Abies* generace F2 na šlechtitelské stanici Truba. Hybridní jedinci byli získáni v 80. letech při kontrolovaném opylení na roubovancích hybridů *A. cilicica* × *A. cephalonica* (KOBLIHA 1994). Kontrolované opylení na těchto roubovancích spočívalo v samoopylení uvedeného hybridu (klon č. 1) a v jeho křížení s některým zástupcem rodu *Abies*, především *Abies alba*. Na šlechtitelské stanici je vysazen materiál, který pochází z kontrolovaného opylení *A. cilicica* × *A. cephalonica*. Kontrolované opylování spočívalo v samoopylení zmíněného hybridu a v jeho křížení s dalšími druhy rodu *Abies*. Na ploše byl vysazen materiál ze samoopylení (klon č. 1 – roubovanci č. 5 a č. 6), materiál z kontrolovaného opylení daného hybridu (klon č. 1 – roubovanci č. 5 a č. 6) a materiál z kontrolovaného opylení hybridu (klon č. 1 – roubovanec č. 6) pylem *A. alba* (výběrový strom Liptovský Hrádok č. 15, respektive roubovanec tohoto stromu).

Materiál původem z opylování 1982 a 1983 byl ve formě šestiletých a pětiletých sazenic v dubnu 1989 vysazen ve školce Hády a v dubnu 1991 ve formě osmiletých a sedmiletých stromků přesazen na Šlechtitelskou stanici Truba (celkem 199 stromků). Materiál z opylování 1986 a 1987 byl na šlechtitelskou stanici převezen jako 4letý a 3letý. Zde byl dopěstován a doplněn k předchozí výsadbě jako 6letý a 5letý na jaře 1993 (23 jedinců ze samoopylení, 6 jedinců z opylování *Abies alba*). Uvedená výsadba byla v 90. letech využívána k odběru řízků. Výsadba multiklonální směsi původem z hybridů generace F2 založená v září 1996 pochází z plochy založené v roce 1993. Vysazeno bylo 228 řízkovanců pěstovaných v kontejnerech a hodnoceno bylo 93 řízkovanců.

4.1.2.4 Výzkumná plocha K06 – multiklonální směs hybridů generace F2 (2000)

V roce 2000 byla založena další výsadba multiklonální směsi řízkovanců stejného původu jako na předchozí ploše. Výsadba byla založena na ŠLP v Kostelci n. Č. 1., polesí Kostelec n. Č. 1., na lokalitě „U trubské hájenky“ v porostu 20 A 9 v sousedství testu potomstev stromů různých druhů rodu *Abies* ve stejném sponu (1,5×1,5 m). Vzhledem k vyššímu věku byli řízkovanci pěstováni ve velkoobjemových kontejnerech a vysazeni jako obalovaný materiál.

Na ploše bylo vysazeno celkem 303 jedinců, výška a výčetní tloušťka byla hodnocena u 168 jedinců.

4.1.3 Srovnávací výsadby v Lesích města Prostějova (P07–P08)

V Lesích města Prostějova byly hodnoceny dvě pokusné plochy se stejným materiálem, jaký byl použit na srovnávací ploše K01 v Kostelci nad Černými lesy. Celkem bylo na plochách v Lesích města Prostějova vysazeno 2 650 jedinců a z toho měřeno pouze 732 na ploše P07. Na ploše P08 pro velké poškození většiny jedinců byla zaznamenána pouze jejich poloha a zda se zde jedinec nachází či ne.

4.1.3.1 Výzkumná plocha P07 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů (1996)

První test potomstev spontánních hybridů rodu *Abies* byl v Lesích města Prostějova založen v roce 1996 v blízkosti střediska lesních školek v porostu 726 B 8. Potomstva byla vysazena ve sponu 1,5×1,5 m, což odpovídá 25 sazenicím na parcele. Pro přehlednost byla stejně jako u výzkumných ploch na ŠLP Kostelec nad Černými lesy vynechána mezi parcelami jedna řada.

Na ploše jsou vysazena potomstva č. 1 (17 parcel), č. 2 (3 parcely), č. 4, č. 17, směs potomstev (2 parcely), č. 9, č. 16 a č. 18 (4 parcely) a č. 12 (8 parcel). Celkem bylo na ploše vysazeno 1 150 sazenic spontánních hybridů, hodnoceno bylo 732 jedinců.

Pro výsadbu byl použit zaškolkovaný materiál z roku 1993 v Budišově.

4.1.3.2 Výzkumná plocha P08 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů (1997)

V roce 1997 byla v Lesích města Prostějova založena další srovnávací plocha na lokalitě „Spálenisko“, porost 720 D 1 (příloha 8). Jedná se o extrémně vysýchavé stanoviště s kamenitou půdou. Plocha byla v minulosti z velké části poškozena požárem. Toto stanoviště je z pohledu podmínek pro jedli nevhodné. V předchozích letech byla výsadba silně poškozena zvěří vzhledem k poškozenému oplocení. Velmi vysoké poškození bylo způsobeno i krádežemi vánočních stromků.

Na ploše byla při stejném počtu sazenic na parcele a sponu jako u předchozí plochy vysazena potomstva č. 1 a 6 (po jedné parcele); 2, 3, 4, 8, 9, 14, 15, 18, 20 (po dvou parcelách); 5, 10, 11, 12, 16, 17, 19 a *A. grandis* (po třech parcelách) a 7, 13, č. 21 (po čtyřech parcelách). Celkem bylo vysazeno 1 500 šestiletých sazenic. Kontrolní varianta s *A. alba* byla vysazena na čtyřech parcelách o rok později.

Na ploše P08 pro velké poškození většiny jedinců byla zaznamenána pouze jejich poloha a zda se zde jedinec nachází či ne.

4.2 Metodika

Měření hodnot

U všech jedinců bylo na uvedených lokalitách po ukončení výškového růstu v roce 2012 až jaro 2013, provedeno hodnocení mortality, změřena jejich celková výška a výčetní tloušťky a bylo posouzeno zasažení korovnicemi. K měření výšek byl použit ultrazvukový výškoměr Vertex III (přesnost 0,1 m), k jehož vybavení patří transpondér (aktivní vysílač a přijímač signálu), který je nasazen na teleskopickém monopodu. Výška transpondéru byla standardně nastavena na 1,3 m. Při měření byl transpondér umístěn těsně ke kmeni stromu.

Před zahájením měření byl výškoměr kalibrován pomocí ocelového pásma. Při měření výšky stromů je přístroj nejprve zacílen na transpondér a následně na nejvyšší bod terminálního výhonu stromu z odstupové vzdálenosti, která by měla co nejvíce odpovídat předpokládané výšce měřeného stromu (úhel měření 45°).

Metodický postup je shodný s předchozími obdobnými pracemi realizovanými na pracovišti FLD ČZU v Praze.

Výzkumná plocha **K01** (srovnávací výsadba spontánních hybridů rodu *Abies*) byla hodnocena 16 let po založení a to v roce 2012. Na ploše byly hodnoceny výška a výčetní tloušťka. Chybějící jedinci byli vyznačeni v plánu plochy (příloha 1).

Výzkumná plocha **K02** (srovnávací výsadba různých druhů rodu *Abies*) byla hodnocena na jaře 2013 před začátkem růstu (věk 16 let). Na ploše byly hodnoceny výška a výčetní tloušťka. Vzhledem ke skutečnosti, že na ploše již proběhl výchovný zásah, nebyla již hodnocena mortalita. Chybějící jedinci byli vyznačeni v plánu plochy (příloha 2).

Výzkumná plocha **K03** (klonová výsadba řízkovanců hybridních kombinací /1993/) byla hodnocena na jaře 2013, tj. 20 let po výsadbě (věk 24 let). Na ploše byly hodnoceny výška a výčetní tloušťka. Měření jednotlivých stromů bylo zaznamenáno do plánu plochy (příloha 3). Na ploše již proběhlo odstranění jedincům silně napadených korovnicemi, což vylučuje hodnocení mortality.

Výzkumná plocha **K04** (klonová výsadba řízkovanců hybridních kombinací /1995/) byla měřena na jaře 2013, tj. 18 let po výsadbě (věk 24 let). Na ploše byly hodnoceny výška a výčetní tloušťka. Měření jednotlivých stromů bylo zaznamenáno do plánu plochy (příloha 4). Na ploše proběhlo odstranění jedincům silně napadených korovnicemi, a proto zde nemohla být hodnocena mortalita.

Výzkumná plocha **K05** (multiklonální směs hybridů generace F2 /1996/) byla hodnocena na jaře 2013, tj. 17 let po výsadbě (věk 24 let). Na ploše byly zjišťovány výška a výčetní tloušťka. Měření jednotlivých stromů bylo zaznamenáváno do plánu plochy (příloha 5). Na ploše proběhlo odstranění většiny jedinců, protože byli silně napadeni korovnicí, proto zde již nemohla být hodnocena mortalita.

Výzkumná plocha **K06** (multiklonální směs hybridů generace F2 /2000/) byla hodnocena na jaře 2013, tj. 13 let po výsadbě. Na ploše byly hodnoceny výška a výčetní tloušťka. Měření jednotlivých stromů bylo zaznamenáno do plánu plochy (příloha 6). Sadební materiál byl pěstován jako obalovaná sadba, kdy však byly použity nevhodné obaly, které způsobily deformace kořenového systému, a proto jedle již v takto mladém věku trpí vývraty.

Výzkumná plocha **P07** (srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů /1996/) byla hodnocena v roce 2012, tj. 16 let po výsadbě (věk 21 let). Na ploše byly zjišťovány výška a výčetní tloušťka. Měření bylo zaznamenáno do plánu plochy (příloha 7). Na ploše dosud neproběhl žádný výchovný zásah, proto byla předmětem hodnocena i mortalita.

Výzkumná plocha **P08** (srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů /1997/) byla hodnocena na podzim roku 2012, kdy proběhlo hodnocení zbývajících jedinců. Plánek výsadby je uveden v příloze 8. Výška ani výčetní tloušťka nebyly z důvodů uvedených v předchozí kapitole měřeny.

Na plochách byly zjištěny pozice (geografické souřadnice) rostoucích jedinců, které byly (včetně pozic odumřelých jedinců) zaznamenány do příslušných plánek.

Statistické vyhodnocení dat

Soubory dat naměřených hodnot výšek a výčetních tloušťek všech testovaných jedinců byly v prvním kroku statistického zpracování podrobeny exploratorní analýze (EDA) v programu Statistica 12 na pracovišti FLD ČZU v Praze. Postup EDA byl proveden podle publikovaného návodu (MELOUN et MILITKÝ 2004, 2006).

V dalších krocích byl soubor hodnot změřených veličin, který neměl normální rozdělení, analyzován robustním Kruskal-Wallisovým testem (lze použít v případě nesplnění podmínky normality); u datového souboru s normálním rozdělením byla provedena dvoufaktorová ANOVA (faktory hybrid/druh a blok v případě blokového uspořádání) s následným Duncanovým testem mnohonásobného porovnání.

Většina naměřených dat v lesním hospodářství porušuje základní podmínku pro vyhodnocení pomocí statistických testů a to nezávislost dat. Jednotliví jedinci na pokusných plochách jsou vzájemně ovlivňováni prostorovými vztahy mezi nimi (DALE et FORTIN 2009). Vzhledem k prostorově pravidelným experimentům a možné odchylce způsobené prostorovou autokorelací, která se vyskytuje u většiny ekologických dat a může mít vliv na signifikantnost výsledků statistických testů (DALE et FORTIN 2002) byla u jednotlivých ploch zaznamenána poloha jedinců zákresem do plánu plochy. Pro každého hodnoceného i chybějícího jedince byly zaznamenány souřadnice v podobě os X (sloupe) a Y (řádek). Pro prostorovou autokorelaci byl použit simultánní autoregresivní model (SAR) a to konkrétně model prostorové autoregresivní chyby s normálním rozdělením závislé proměnné, jak je implementován v programu SAM v 4.0 (RANGEL et al. 2010). Model autoregresivní chyby předpokládá, že proces probíhá pouze v chybovém termínu, ne v prognostických proměnných. Obecné regresní modely jsou doplněny o termín $(\lambda W \mu)$, který představuje prostorovou strukturu (λW) v prostorově závislé chybě (μ) . Model prostorové chyby (SAR) má tak podobu (DORMANN et al. 2007, BETTS et al. 2009):

$$Y = X\beta + \lambda W\mu + \varepsilon$$

Parametry rovnice:

- X... matice proměnných
- β ... vektor reprezentující sklon
- λ ... koeficient prostorové autoregrese
- W... prostorová váha
- μ ... prostorově závislá chyba
- ε ... chybový vektor

Rovnice pro prostorovou autoregresivní chybu v programu SAM v 4.0 je následující:

$$C = \sigma^2 [(I - \rho W)^T]^{-1} [I - \rho W]^{-1}$$

Parametry rovnice:

- σ^2 ... rozptyl
- I... indexová matice
- ρ ... autoregresní parametr
- W... prostorová váha
- T... transponace

Sloupce odpovídají ose X a řádky ose Y. Zkoumaný prediktor hybridizace byl překódován do semi-kvantitativní stupnice s čistými druhy kódovanými jako 1, hybridy z volného opylení jako 2 a složitým trihybridem jako 3. Alpha nastavena na 1,0. Jako závislá proměnná v binární disturbanci byla zvolena mortalita, byla použita alternativní metoda zobecněných lineárních modelů (GLM) se zahrnutím autokovariet (DORMANN et al. 2007; FRUTOS et al. 2007). Pro výpočet rozptylu, který vysvětlí konkrétní prediktor, byl použit model hierarchického dělení (hier. part pack) v R. Vzhledem k odlišnému charakteru použitých tradičních a prostorových statistických analýz nemůže být použit závěr modelu (např. AIC) pro srovnání. Proto byly výsledky (ke komentování) znázorněné graficky.

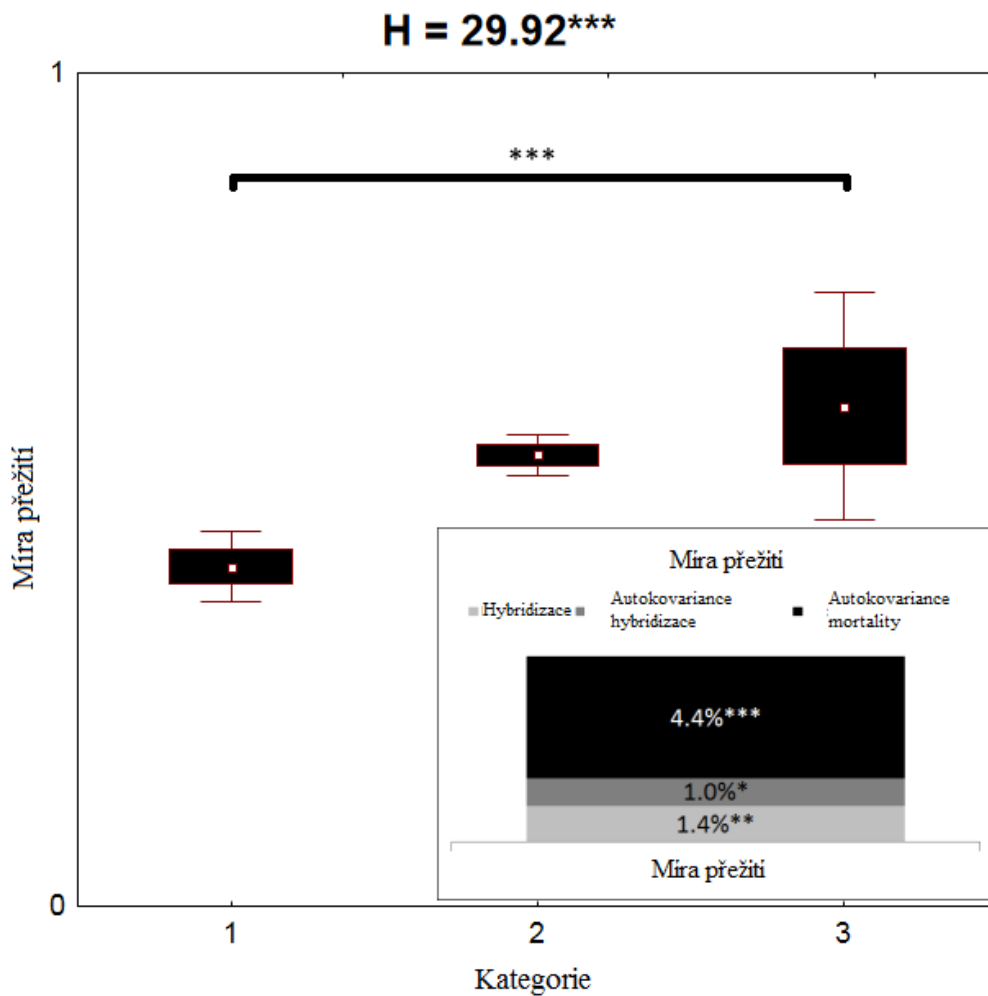
5. Výsledky

5.1 Výzkumná plocha K01 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

Mortalita

Výsledky Kruskal-Wallisova testu mortality ukázaly, že mezi hodnocenými skupinami jedinců existuje významný rozdíl. Srovnání ukázalo, že existuje významný rozdíl mezi čistými druhy a složitým hybridem, který měl vyšší míru přežití než čisté druhy, zatímco ostatní skupiny se nelišily.

Výsledky pomocí prostorového modelu (SAR) ukázaly na významný vliv hybridizace na úmrtnost (graf 1; tab. 5). Pozitivní z-hodnoty ukázaly, že vyšší úroveň hybridizace a introgrese výrazně ovlivnily vyšší míru přežití v podmínkách studované experimentální plochy. Zkoumaný prediktor hybridizace byl překódován do semi-kvantitativní stupnice s čistými druhy kódovanými jako 1, hybridy z volného opylení jako 2 a složitým trihybridem jako 3. Alpha nastavena na 1,0. Jako závislá proměnná v binární disturbanci byla zvolena mortalita.



Graf 1: Mortalita na ploše K01 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů podle prostorového modelu SAR v programu SAM 4.0. V grafu je užito uspořádání do semikvantitativní stupnice, která je rozdělena podle kategorií: 1 – čisté druhy, 2 – hybridní potomstva z volného opylení a 3 – složitý trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*). Významný vliv hybridizace je v grafu znázorněn vodorovnou přímkou označenou ***. Vnořený graf prostorového modelu v pravém dolním rohu objasňuje čím je variance ovlivněna. V tomto případě je mortalita ovlivněna ze 4,4 % autokovariancí mortality. Výsledky ukazují na významný vliv hybridizace na mortalitu.

Výsledek prostorového modelu ukázal existenci významného vlivu hybridizace na mortalitu (tab. 5).

Tab. 5: Srovnání celkového počtu uhynulých a rostoucích jedinců na ploše K01

Kategorie	N	Chybějící	Rostoucí
Celkem	2 150	1 053	1 097
Čisté druhy	525	311	214
Spontánní hybridy	1 575	722	853
Trihybrid	50	20	30

Výška

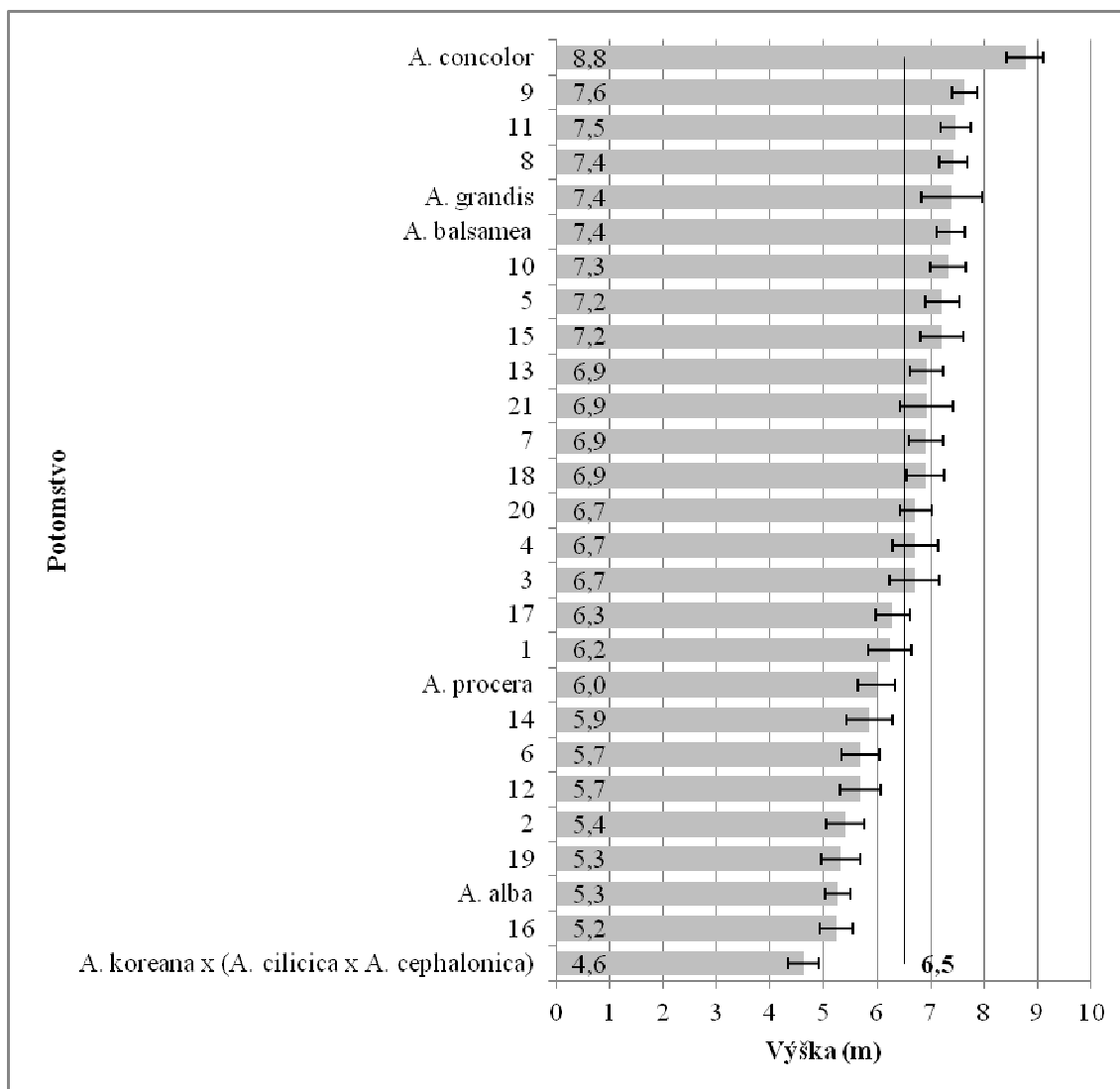
Celkem bylo hodnoceno 1 097 jedinců s průměrnou výškou 6,5 m (tab. 5). Nejméně jedinců bylo zaznamenáno u potomstev *A. concolor* (16 ks na celé ploše), *A. procera* (22 ks) a *A. grandis* (23 ks). Nejvíce jedinců naopak rostlo u potomstva *A. alba* (91 ks).

Největší průměrné výšky dosáhla potomstva *A. concolor* (8,8 m), spontánní hybrid č. 9 (7,6 m) a 11 (7,5 m). Nejnižší výšky (4,6 m) dosáhlo potomstvo trihybrida *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*) následované spontánním hybridem 16 (5,2 m) a potomstvem *A. alba* (5,3 m).

Průměrnou výšku přesáhla potomstva spontánních hybridů č. 9, 11, 8, 10, 5, 15, 13, 21, 7, 18, 20, 4, 3 a *A. grandis* a *A. balsamea* (graf 2).

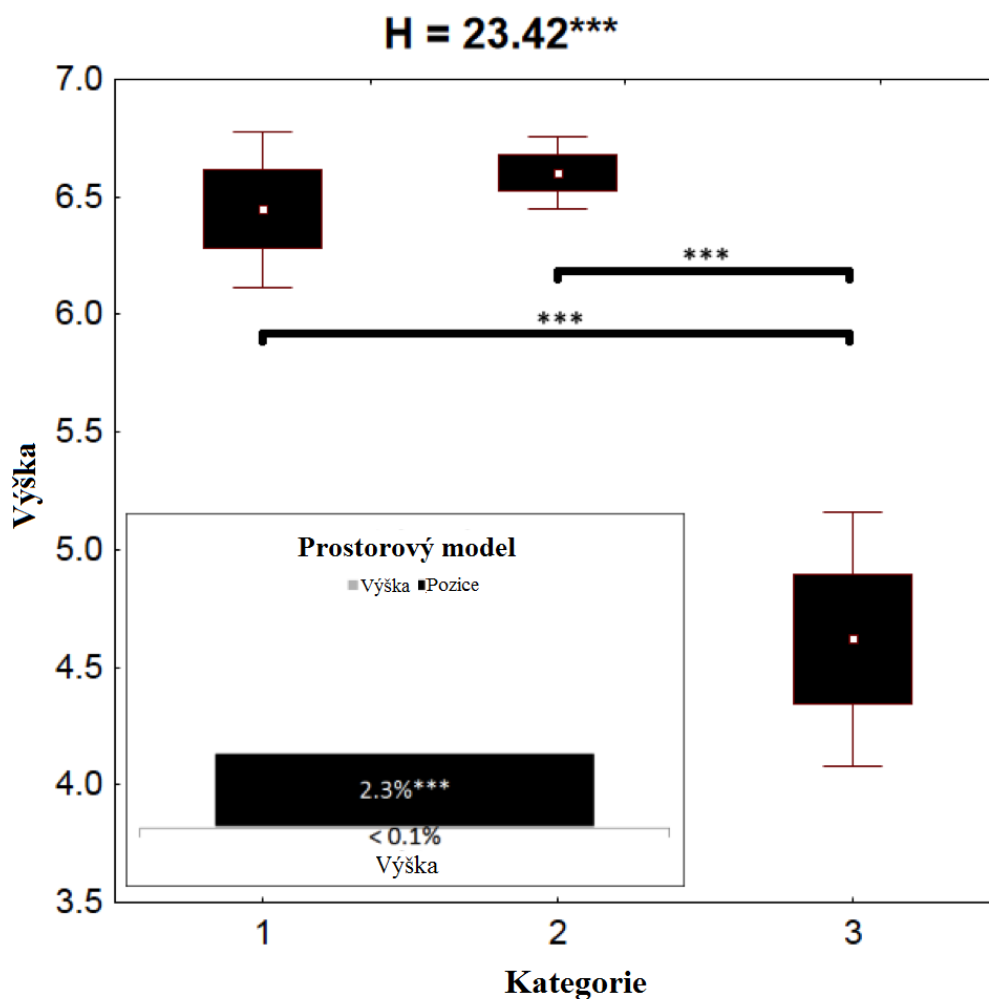
Z grafu 2 je patrné, že kontrola (*A. alba*) byla překonána všemi spontánními hybridy s výjimkou spontánního hybridu č. 16 a trihybrida *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*).

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení byla zamítnuta normalita dat. Data byla dále podrobena neparametrickému Kruskal-Wallisova testu, který prokázal významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy spontánních hybridů z volného opylení, čistými druhy a trihybridem. Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání. Na základě analýzy byl zvolen Tuckey-Kramer test s větší robustností oproti běžně používanému Duncanovu testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou znázorněny v tab. 7.



Graf 2: Průměrné výšky jednotlivých potomstev na výzkumné ploše K01. Čísli jsou znázorněna potomstva spontánních hybridů z volného opylení. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. Pro porovnání byla do grafu vložena přímka vyznačující průměrnou výšku na pokusné ploše.

Stejného výsledku bylo pomocí výše uvedeného testu dosaženo i při úpravě dat do semikvantitativní klasifikace, jaká byla použita pro mortalitu. Kruskal-Wallisův neparametrický test ukázal na existenci významného vlivu hybridizace pro výšku hodnocených jedinců na (graf 3).



Graf 3: Vliv hybridizace na výšku jedinců na ploše K01 podle prostorového modelu SAR v programu SAM 4.0. V grafu je užito uspořádání do semikvantitativní stupnice, která je rozdělena podle kategorií: 1 – čisté druhy, 2 – hybridní potomstva z volného opylení a 3 – složitý trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*). Významný vliv hybridizace je v grafu znázorněn vodorovnými přímkami označenými ***. Vnořený graf prostorového modelu v levém dolním rohu objasňuje čím je variance ovlivněna. V tomto případě je výška ovlivněna z 2,3 % pozicí jednotlivých jedinců na experimentální ploše. Většina variance je vysvětlena prostorovým uspořádáním na ploše.

Z prostorové analýzy vyplývá významný vliv hybridizace mezi tri-hybridem a čistými druhy a spontánními hybridy. Čisté druhy a spontánní hybridy vykazovaly rychlejší výškový růst než trihybrid. Na druhé straně prostorový model nevykazoval žádný významný trend. Z výsledků je patrné vysvětlení, že většina variance byla způsobena prostorovým uspořádáním na výzkumné ploše (graf 3, tab. 6).

Tab. 6: Výsledky prostorové autoregresního modelu (SAR) v programu SAM 4.0 zobrazující vliv hybridizace jedlí na výšku a výčetní tloušťku

Závislá proměnná	Predictor	F	P	AICc	r ²
Výška	hybridizace + pozice	0,11	n.s.	4962,96	2,4 %
Výčetní tloušťka	hybridizace + pozice	0,23	n.s.	5876,66	2,0 %

Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání. Na základě analýzy byl zvolen Tuckey-Kramer test s větší robustností oproti běžně používanému Duncanovu testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou znázorněny v tab. 7. Test rozdělil potomstva do 9 homogenních skupin.

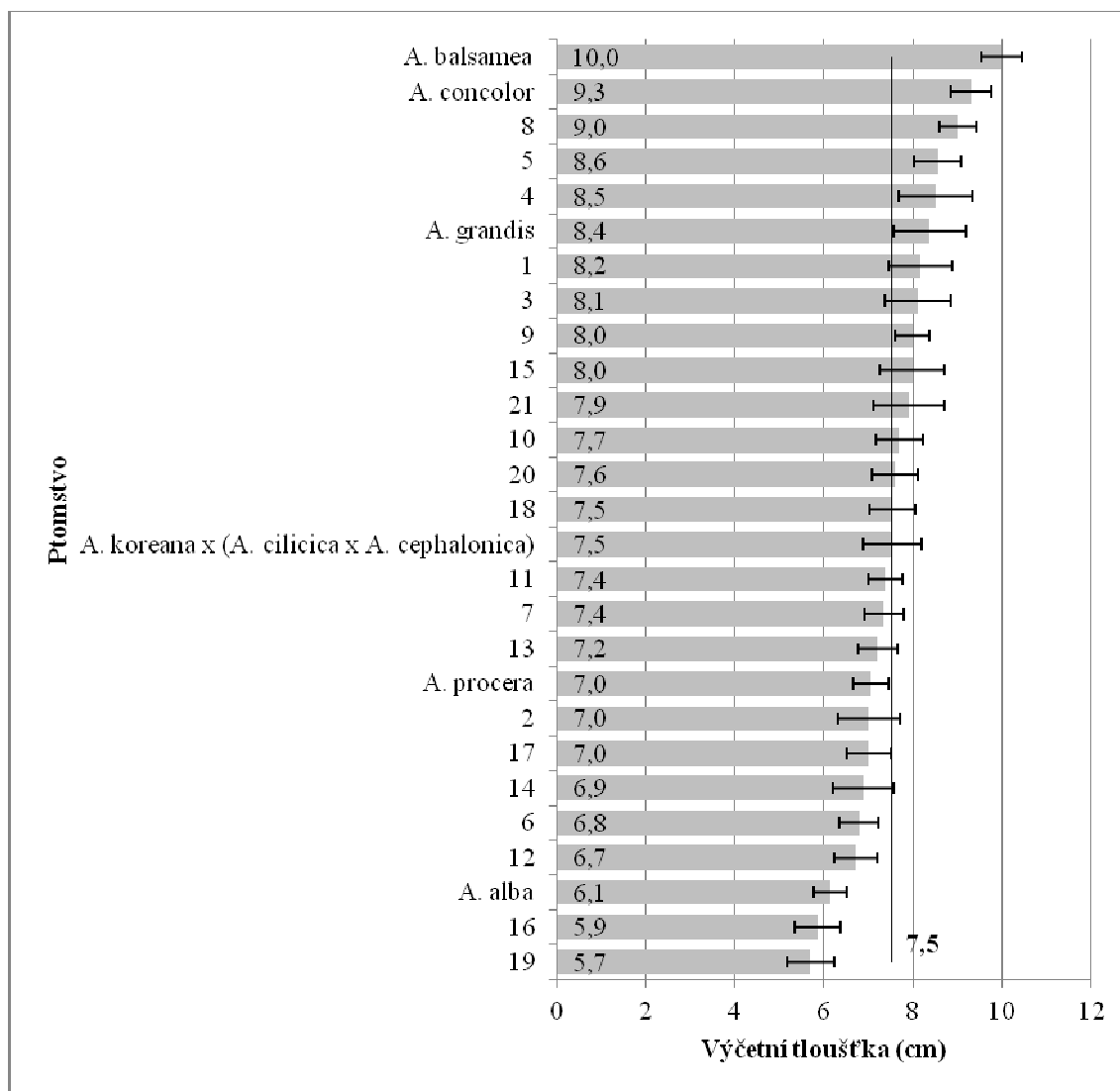
Tab. 7: Výsledky Tuckey-Kramerova testu mnohonásobného porovnání pro výšku na pokusné ploše K01

Potomstvo	Skupina								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
trihybrid	****								
16	****	****	****						
<i>A. alba</i>	****	****							
19	****	****	****	****					
2	****	****	****	****	****				
12	****	****	****	****	****		****		
6	****	****	****	****	****				
14	****	****	****	****	****	****	****		
<i>A. procera</i>	****	****	****	****	****	****	****	****	****
1	****	****	****	****	****	****	****	****	****
17	****	****	****	****	****	****	****	****	****
3		****	****	****	****	****	****	****	****
4		****	****	****	****	****	****	****	****
20		****	****	****	****	****	****	****	****
18			****	****	****	****	****	****	****
7			****	****	****	****	****	****	****
21		****	****	****	****	****	****	****	****
13				****	****	****	****	****	****
15				****	****	****	****	****	****
5					****	****	****	****	****
10					****	****	****	****	****
<i>A. balsamea</i>						****		****	****
<i>A. grandis</i>				****	****	****	****	****	****
8						****	****	****	****
11						****		****	****
9								****	****
<i>A. concolor</i>									****

Výčetní tloušťka

V případě výčetní tloušťky dosáhl průměr všech jedinců na ploše 7,5 cm (tab. 10). Největší hodnoty byly zjištěny u potomstev *A. balsamea* (10,0 cm), *A. concolor*

(9,3 cm) a u spontánního hybridu č. 8 (9,0 cm). Nejhoršího výsledku dosáhla potomstva spontánních hybridů č. 19 (5,7 cm), č. 16 (5,9 cm) a potomstvo *A. alba* (6,1 cm). Průměrnou tloušťku dále překonalo potomstvo *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*) a potomstva spontánních hybridů č. 8, 5, 4, 1, 3, 9, 15, 21, 10, 20 a 18. Výčetní tloušťku kontroly překonala všechna potomstva s výjimkou spontánních hybridů č. 19 a 16 (graf 4).



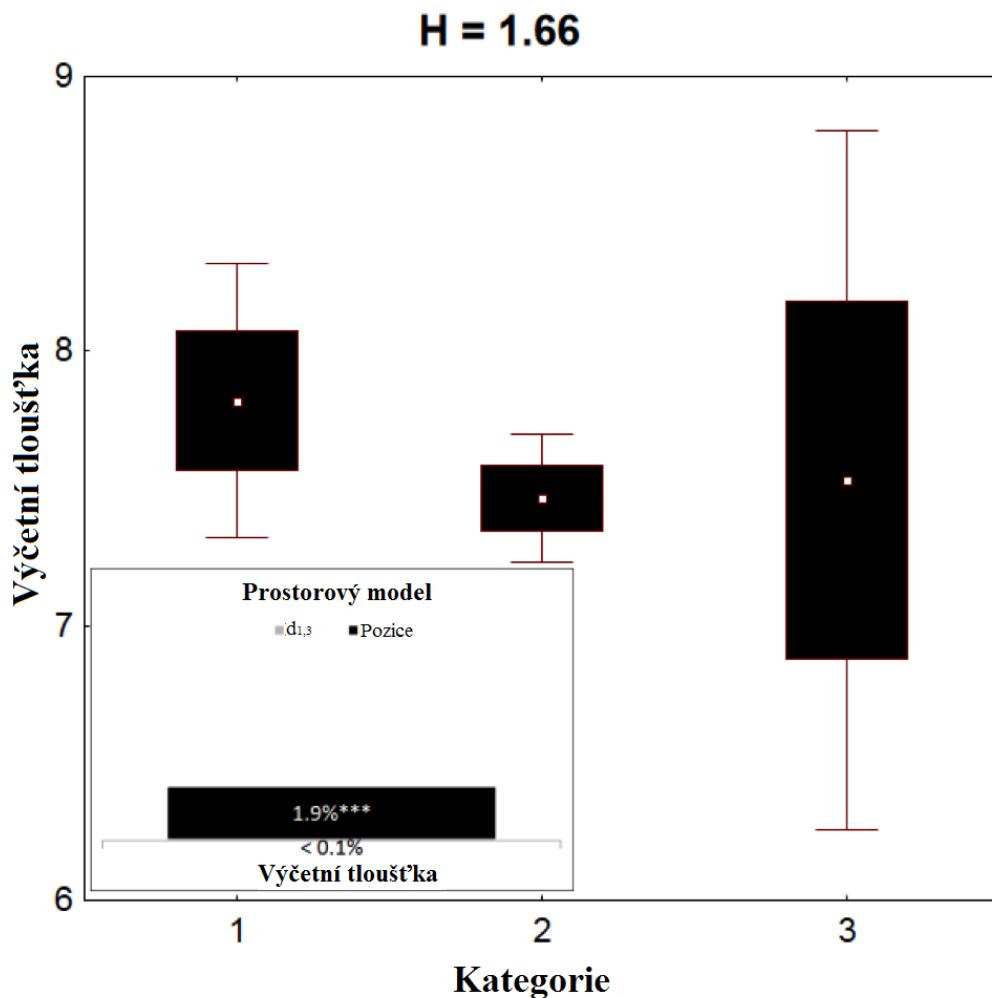
Graf 4: Výčetní tloušťky potomstev na výzkumné ploše K01. Čísli jsou znázorněna potomstva spontánních hybridů z volného opylení. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. Pro porovnání byla do grafu vložena přímka vyznačující průměrnou výšku na pokusné ploše.

Kolmogorov-Smirnovův test normálního rozdělení pro výčetní tloušťku zamítl normalitu dat. Data byla podrobena analýze neparametrického testu (Kruskal-Wallisův

test). Test neprokázal rozdíly mezi jednotlivými potomstvy spontánních, čistých druhů a trihybrida.

V případě semikvantitativního uspořádání potomstev pro výčetní tloušťky výsledky ukazují, že hybridizace nebyla na základě Kruskal-Wallisova testu a prostorového modelu SAR v obou případech významným prediktorem. Většina vysvětlené variance byla způsobena prostorovým uspořádáním na ploše (graf 5, tab. 8).

Potomstva jako v případě výšky, tak i výčetní tloušťky byla podrobena Tuckey-Kramerova testu mnohonásobného porovnání. Potomstva byla rozdělena do třech homogenních skupin (viz tab. 9).



Graf 5: Význam hybridizace u výčetní tloušťky na ploše K01 podle prostorového modelu SAR v programu SAM 4.0. V grafu je užito uspořádání do semikvantitativní stupnice, která je rozdělena podle kategorií: 1 – čisté druhy, 2 – hybridní potomstva z volného opylení a 3 – složitý trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*). Analýzou nebyl zjištěn vliv hybridizace na výčetní tloušťku. Vnořený graf prostorového modelu v levém dolním rohu vysvětluje čím je variance ovlivněna. V tomto případě je výčetní tloušťka ovlivněna ze 1,9 % pozic jednotlivých jedinců na experimentální ploše. Většina variance je tedy vysvětlena prostorovým uspořádáním.

Tab. 8: Výsledky mortality analyzované pomocí zobecněného lineárního modelu (GLM)

Závislá proměnná	Prediktor	z	P	AIC	r ²
Mortalita	Hybridizace	3,12	< 0,01	2891,2	6,8 %
	Autokovariance mortality	7,88	< 0,001		
	Autokovariance hybridizace	-2,05	< 0,05		

Tab. 9: Výsledky Tuckey-Kramerova testu mnohonásobného porovnání pro výčetní tloušťku na pokusné ploše K01

Potomstvo	Skupina		
	1	2	3
19	****		
16	****		
<i>A. alba</i>	****		
12	****	****	
6	****	****	
14	****	****	
17	****	****	
2	****	****	
<i>A. procera</i>	****	****	****
13	****	****	
7	****	****	
11	****	****	
trihybrid	****	****	****
18	****	****	****
20	****	****	****
10	****	****	****
21	****	****	****
15	****	****	****
9	****	****	****
3	****	****	****
1	****	****	****
<i>A. grandis</i>	****	****	****
4	****	****	****
5		****	****
8		****	****
<i>A. concolor</i>	****	****	****
<i>A. balsamea</i>			****

Tab. 10: Souhrnné výsledky popisné statistiky na výzkumné ploše K01

Souhrnné výsledky popisné statistiky													
Potomstvo	N platných	Výška [m]						Výčetní tloušťka [cm]					
		Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm.odch.	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm.odch.
1	32	6,2	6,5	1,8	11,2	3,3	2,3	8,2	8,0	1,6	18,8	5,9	4,0
2	29	5,4	5,2	1,9	8,8	2,3	1,9	7,0	6,4	1,5	15,4	4,9	3,7
3	35	6,7	7,0	1,5	11,8	4,3	2,8	8,1	8,2	0,5	16,5	8,0	4,3
4	30	6,7	7,2	1,3	10,0	3,2	2,4	8,5	9,1	0,5	17,0	6,9	4,5
5	45	7,2	7,3	1,4	11,0	2,9	2,2	8,6	8,5	0,9	15,0	4,7	3,5
6	48	5,7	5,1	1,7	11,6	4,3	2,5	6,8	6,5	1,2	15,6	3,9	3,1
7	43	6,9	7,4	1,9	10,1	2,8	2,1	7,4	7,7	1,8	12,4	3,6	2,9
8	45	7,4	7,5	2,1	12,1	1,7	1,8	9,0	9,0	1,2	14,8	3,7	2,8
9	51	7,6	7,6	4,0	10,7	2,5	1,6	8,0	7,6	3,0	15,0	4,2	2,8
10	43	7,3	8,1	1,5	10,9	2,9	2,2	7,7	8,1	1,3	13,0	6,6	3,4
11	52	7,5	7,8	2,4	11,8	2,5	2,1	7,4	7,4	1,9	14,2	3,1	2,8
12	39	5,7	5,6	1,6	11,3	3,3	2,3	6,7	6,1	1,0	13,5	5,0	3,0
13	52	6,9	6,8	2,6	11,4	3,5	2,2	7,2	6,8	1,5	14,3	4,8	3,1
14	39	5,9	5,6	1,6	9,9	5,1	2,6	6,9	6,3	1,0	16,1	7,0	4,2
15	30	7,2	7,2	1,9	12,1	2,8	2,2	8,0	7,0	1,7	14,9	6,8	4,0
16	45	5,2	4,9	1,4	9,3	3,1	2,0	5,9	5,2	1,0	13,9	6,0	3,4
17	40	6,3	6,7	1,6	9,4	2,6	2,0	7,0	6,8	0,7	13,9	4,3	3,1
18	43	6,9	6,8	3,2	12,9	3,5	2,4	7,5	6,3	3,0	14,5	5,1	3,4
19	35	5,3	5,8	1,4	8,9	3,1	2,2	5,7	5,6	0,5	13,6	3,9	3,1
20	46	6,7	7,0	2,0	10,4	2,3	2,0	7,6	7,2	1,2	14,4	4,1	3,5
21	30	6,9	7,5	1,6	10,7	4,8	2,7	7,9	8,8	1,0	15,5	6,6	4,4
<i>A. alba</i>	91	5,3	4,9	1,5	10,7	4,1	2,3	6,1	5,5	0,5	13,7	5,4	3,5

<i>A. balsamea</i>	63	7,4	7,7	2,6	10,7	2,9	2,1	10,0	10,6	2,8	16,0	5,8	3,6
<i>A. concolor</i>	16	8,8	9,1	6,1	11,7	1,5	1,4	9,3	9,6	4,4	11,7	2,0	1,9
<i>A. grandis</i>	23	7,4	8,1	1,6	11,4	4,0	2,7	8,4	8,2	1,0	15,0	7,3	3,9
<i>A. procera</i>	22	6,0	6,3	3,4	9,0	2,3	1,6	7,0	6,7	4,0	10,2	2,7	1,9
<i>trihybrid*</i>	30	4,6	4,7	2,1	6,8	2,6	1,5	7,5	6,9	2,6	15,0	6,4	3,6
Celkem	1097	6,5	6,8	1,3	12,9	3,5	2,3	7,5	7,3	0,5	18,8	5,4	3,5

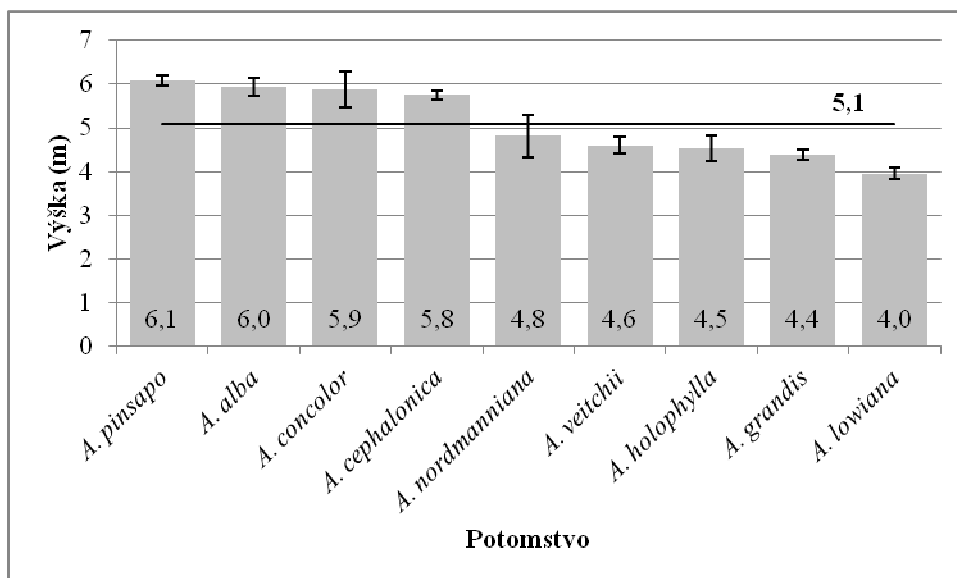
**A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*)

5.2 Výzkumná plocha K02 – srovnávací výsadba různých druhů rodu *Abies*

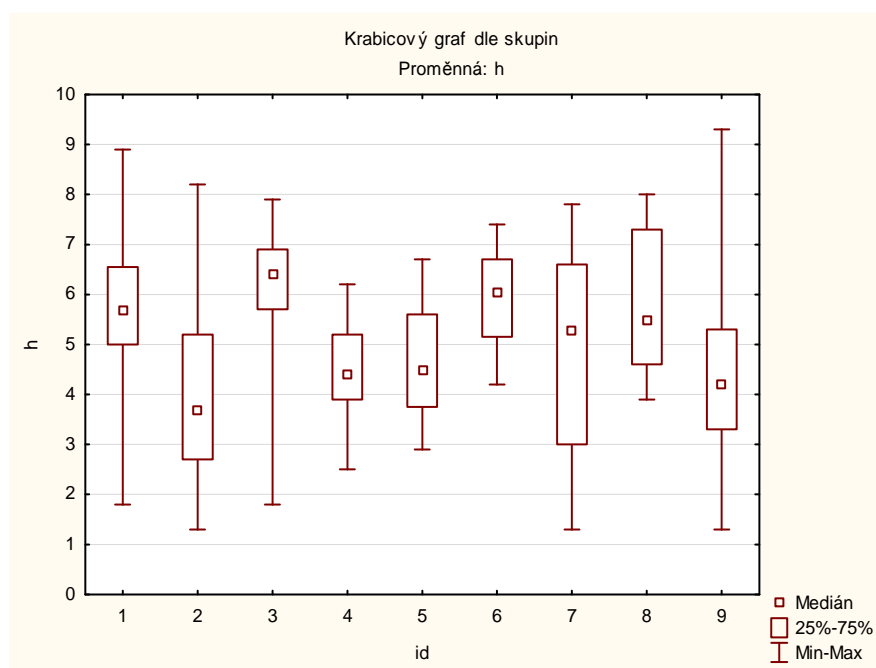
Na ploše bylo hodnoceno celkem 679 jedinců různých druhů jedlí. Nejméně jedinců bylo zaznamenáno u potomstev *A. concolor* (pouze 13 ks na celé ploše), *A. holophylla* (13 ks) a *A. nordmanniana* (17 ks). Nejvíce jedinců bylo hodnoceno u potomstva *A. lowiana* (161 ks).

Průměrná výška všech hodnocených jedinců činila 5 m (tab. 13). Největší průměrné výšky dosáhla potomstva *A. pinsapo* (6,1 m), *A. alba* (6,0 m) a *A. concolor* (5,9 m). Průměrnou výšku přesáhlo rovněž potomstvo *A. cephalonica*. Nejnižší výšky dosáhla naopak potomstva *A. lowiana* (4 m), *A. grandis* (4,4 m) a *A. holophylla* (4,5 m), viz graf 6, z něhož je patrné, že kontrola (*A. alba*) předstihla všechna potomstva s výjimkou potomstva druhu *A. pinsapo*.

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení pro výšku byla zamítnuta normalita dat. Data byla dále podrobena analýze Kruskal-Wallisova neparametrickému testu, který prokázal významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy různých druhů rodu *Abies* na výzkumné ploše. Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání. Na základě analýzy byl zvolen Tuckey-Kramer test s větší robustností oproti běžně používanému Duncanovu testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou znázorněny v tab. 11. Kontrolní potomstvo jedle bělokoré bylo zařazeno do skupiny č. 1 spolu s *A. lowiana*, *A. holophylla*, *A. veitchii* a *A. concolor*.



Graf 6: Průměrné výšky potomstev různých druhů rodu *Abies* na výzkumné ploše K02. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. Pro porovnání byla do grafu vložena příčka vyznačující průměrnou výšku na pokusné ploše.

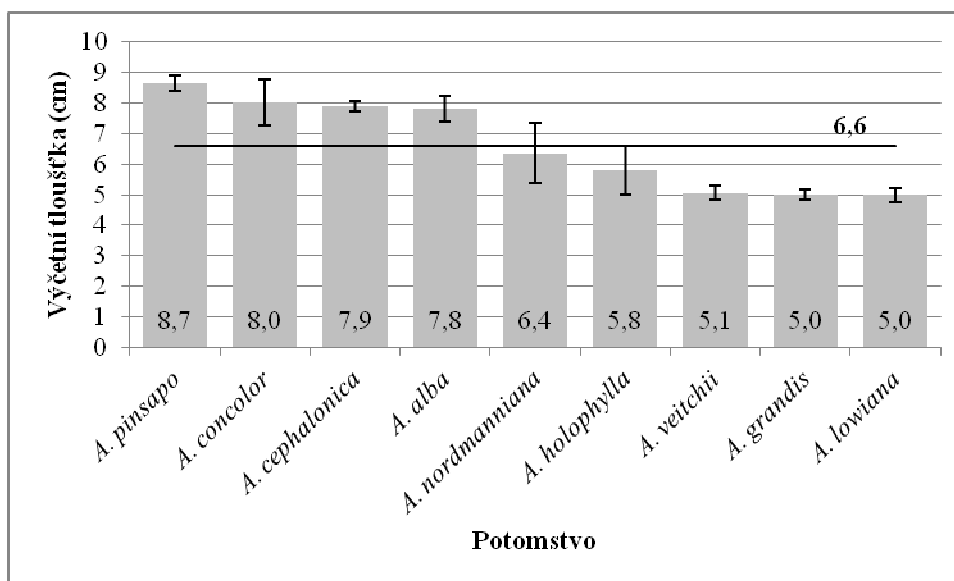


Graf č. 7: Výsledky analýzy K-W testu na výzkumné ploše K02. Jednotlivá potomstva různých druhů jedlí jsou zobrazena pod číslicemi: 1 – *A. cephalonica*, 2 – *A. lowiana*, 3 – *A. pinsapo*, 4 – *A. holophylla*, 5 – *A. veitchii*, 6 – *A. nordmanniana*, 7 – *A. concolor*, 8 – *A. grandis* a 9 – *A. alba*; h – výška, id – potomstvo.

Tab. 11: Výsledky Tuckey-Kramerova mnohonásobného porovnání na experimentální ploše K02

Potomstvo	Skupina			
	1	2	3	4
<i>A. lowiana</i>	****			
<i>A. alba</i>	****			
<i>A. holophylla</i>	****	****	****	
<i>A. veitchii</i>	****		****	
<i>A. concolor</i>	****	****	****	
<i>A. cephalonica</i>		****		****
<i>A. grandis</i>		****	****	****
<i>A. nordmanniana</i>		****		****
<i>A. pinsapo</i>				****

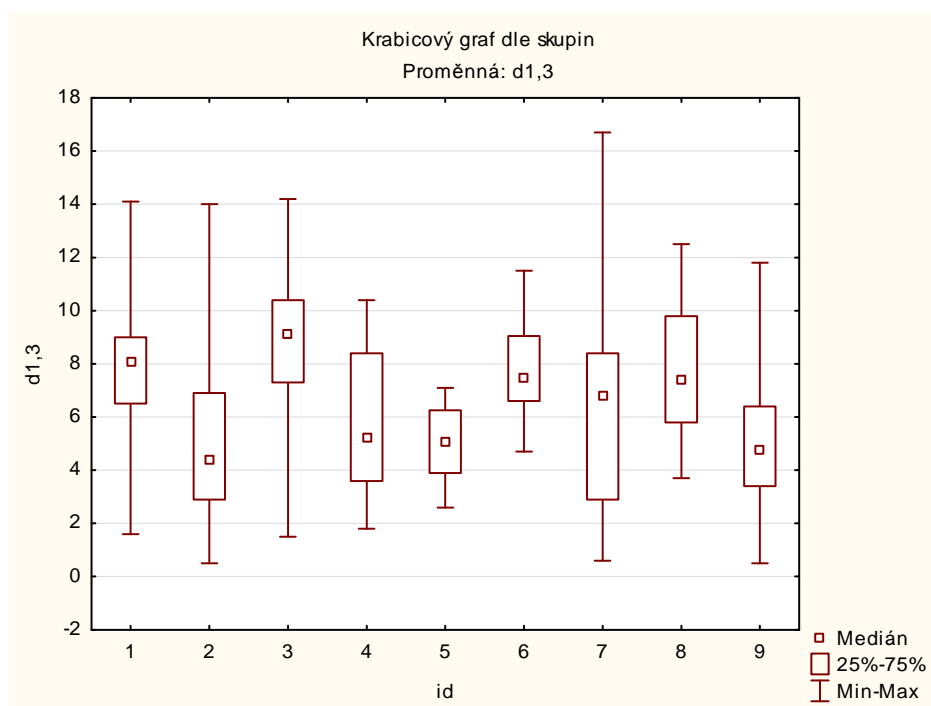
V případě výčetní tloušťky dosáhl průměr všech jedinců na ploše 6,5 cm (tab. 13). Největší výčetní tloušťky byly zjištěny u potomstev *A. pinsapo* (8,7 cm), *A. concolor* (8,0 cm) a *A. cephalonica* (7,9 cm). Průměrnou výčetní tloušťku dále překonalo potomstvo *A. alba*. Nejmenší hodnoty vykazala potomstva *A. lowiana* (5,0 cm), *A. grandis* (5,0 cm) a *A. veitchii* (5,1 cm). Výčetní tloušťku kontroly překonala pouze *A. pinsapo*, *A. concolor* a *A. cephalonica*. (graf 8).



Graf 8: Průměrné výčetní tloušťky různých druhů rodu *Abies* na výzkumné ploše K02. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. Pro porovnání byla do grafu vložena příčka vyznačující průměrnou výšku na pokusné ploše.

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení byla zamítnuta normalita dat pro výčetní tloušťku. Data byla dále podrobena neparametrickému Kruskal-Wallisova testu, který prokázal významné rozdíly mezi

jednotlivými potomstvy čistých druhů. Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání. Na základě analýzy byl zvolen Tuckey-Kramer test s větší robustností oproti běžně používanému Duncanovu testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou znázorněny v tab. 12.



Graf 8: Výsledky analýzy K-W testu pro výčetní tloušťku na výzkumné ploše K02. Jednotlivá potomstva různých druhů jedlí jsou zobrazena pod číslicemi: 1 – *A. cephalonica*, 2 – *A. lowiana*, 3 – *A. pinsapo*, 4 – *A. holophylla*, 5 – *A. veitchii*, 6 – *A. nordmanniana*, 7 – *A. concolor*, 8 – *A. grandis* a 9 – *A. alba*; $d_{1,3}$ – výška, id – potomstvo.

Tab. 12: Výsledky Tuckey-Kramerova testu pro výčetní tloušťky potomstev různých druhů jedlí

Potomstvo	Skupina		
	1	2	3
<i>A. lowiana</i>	****		
<i>A. alba</i>	****		
<i>A. veitchii</i>	****		
<i>A. holophylla</i>	****	****	
<i>A. concolor</i>	****	****	
<i>A. nordmanniana</i>		****	****
<i>A. cephalonica</i>		****	****
<i>A. grandis</i>		****	****
<i>A. pinsapo</i>			****

Tab. 13: Souhrnné výsledky popisné statistiky různých druhů rodu *Abies* na výzkumné ploše K02

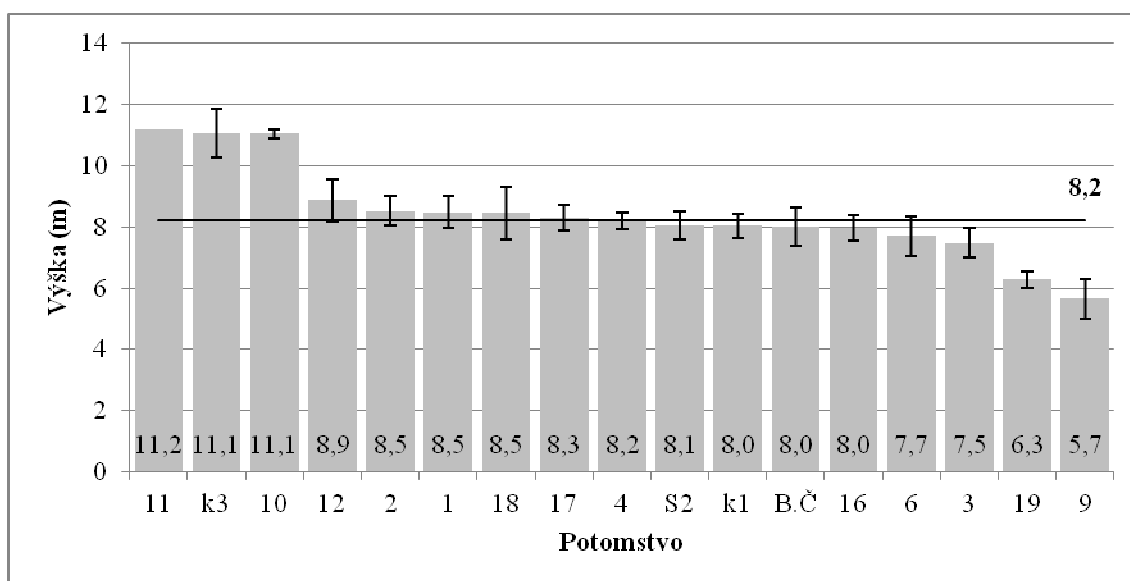
Potomstvo	N platných	Výška [m]						Výčetní tloušťka [cm]					
		Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.
<i>A. cephalonica</i>	156	5,8	5,7	1,8	8,9	1,6	1,3	7,9	8,1	1,6	14,1	2,5	2,2
<i>A. lowiana</i>	161	4,0	3,7	1,3	8,2	2,5	1,6	5,0	4,4	0,5	14,0	4,0	2,8
<i>A. pinsapo</i>	118	6,1	6,4	1,8	7,9	1,2	1,3	8,7	9,2	1,5	14,2	3,1	2,7
<i>A. holophylla</i>	13	4,5	4,4	2,5	6,2	1,3	1,1	5,8	5,2	1,8	10,4	4,8	2,9
<i>A. veitchii</i>	32	4,6	4,5	2,9	6,7	1,9	1,1	5,1	5,1	2,6	7,1	2,4	1,3
<i>A. nordmanniana</i>	17	4,8	5,3	1,3	7,8	3,6	2,0	6,4	6,8	0,6	16,7	5,5	4,0
<i>A. concolor</i>	13	5,9	5,5	3,9	8,0	2,7	1,5	8,0	7,4	3,7	12,5	4,0	2,7
<i>A. grandis</i>	149	4,4	4,2	1,3	9,3	2,0	1,5	5,0	4,8	0,5	11,8	3,0	2,2
<i>A. alba</i>	20	6,0	6,1	4,2	7,4	1,6	0,9	7,8	7,5	4,7	11,5	2,5	1,9
Celkem	679	5,0	5,2	1,3	9,3	2,5	1,7	6,5	6,4	0,5	16,7	4,5	3,0

5.3 Výzkumná plocha K03 – klonální výsadba řízkovanců hybridních kombinací (1993)

Na ploše bylo hodnoceno celkem 152 jedinců různých klonů hybridních jedlí. Před výsevem mateřských hybridů byla semena vystavena RTG záření v různé dávce (uvedena v závorce). Nejméně hodnocených jedinců bylo zaznamenáno u klonu hybridu *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1000), a to pouze 1 jedinec na celé ploše, dále u klonu hybridu *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1500) se 2 jedinci a u klonu hybridu *A. alba_3* × *A. nordmanniana* (3 jedinci). Nejvíce jedinců bylo hodnoceno u potomstva klonu hybridu *A. alba_2* × *A. alba_ž* (500–1000) se 33 jedinci.

Průměrná výška všech hodnocených jedinců činila 8,2 m (tab. 15). Největší průměrné výšky (11,2 m) dosáhla potomstva *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1000), *A. alba* × *A. alba* – kontrola z volného opylení (11,1 m) a *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1500) (11,1 m). Naopak nejmenší výška (5,7 m) byla naměřena u potomstva *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (300) a u potomstev *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (1000) (6,3 m), *A. nordmanniana* × *A. nordmanniana* – samoopylení (7,5 m). Průměrnou výšku přesáhla ještě potomstva *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (500), *A. alba_3* × *A. nordmanniana*, *A. alba_2* × *A. alba_ž* (500–1000), *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (500), *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (3000) a *A. alba_3* × *A. alba_ž* (graf 9).

Z grafu 9 je patrné, že kontrola (*A. alba* × *A. alba* – z volného opylení) překonala ve výškovém růstu všechna potomstva kromě *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1000).



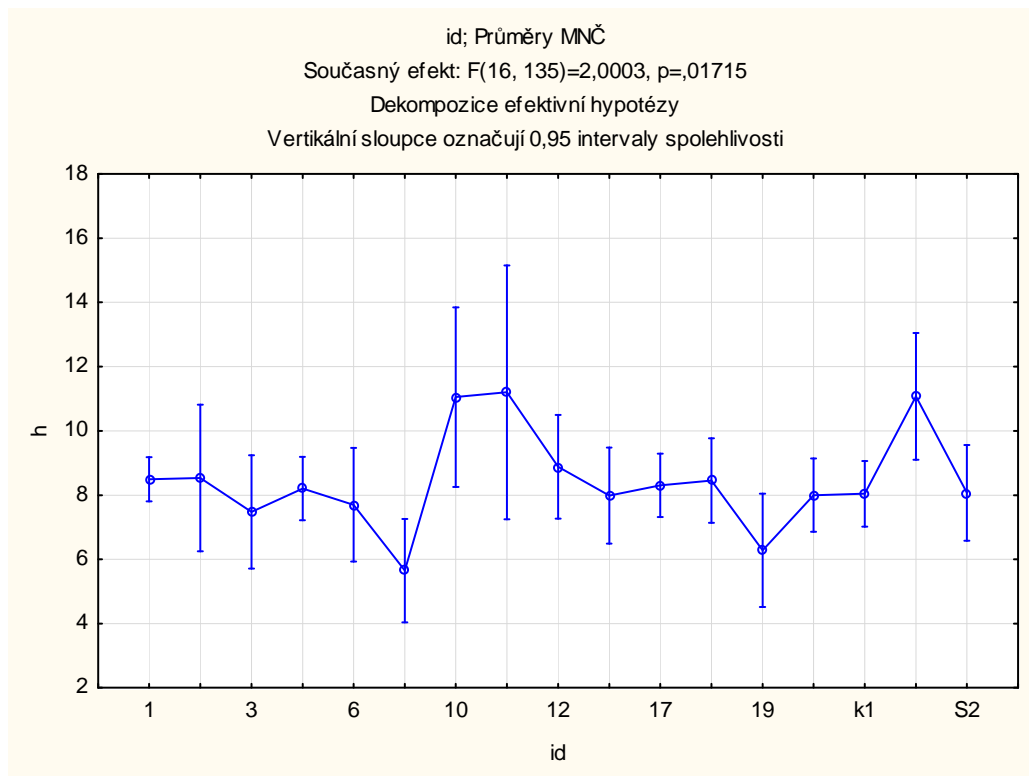
Vysvětlivky (v závorce dávka RTG):

- 1 – *A. alba*_2 × *A. alba*_ž (500–1000)
- 2 – *A. alba*_3 × *A. nordmanniana*
- 3 – *A. nordmanniana* × *A. nordmanniana* – samoopylení
- 4 – *A. alba*_3 × *A. alba*_ž
- 6 – *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_2 – samoopylení
- 9 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (300)
- 10 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1500)
- 11 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1000)
- 12 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (500)
- 16 – *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (1500)
- 17 – *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (3000)
- 18 – *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (500)
- 19 – *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (1000)
- k1 – *A. alba*_1 × *A. cilicica*
- k3 – *A. alba* × *A. alba* – kontrola z volného opylení
- S2 – *A. cephalonica*_3 × *A. cephalonica*_3 – samoopylení
- B. Č – směs řízkovanců různého původu

Graf 9: Průměrné výšky různých klonů hybridních jedinců na ploše K03. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. U potomstva 11 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1000) se na ploše nacházel pouze jeden jedinec a u potomstva 10 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1500) se na ploše nacházeli pouze dva jedinci. Pro porovnání byla do grafu vložena přímkou vyznačující průměrnou výšku potomstev na pokusné ploše.

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení pro výšku byla potvrzena normalita dat. Data byla dále podrobena analýze ANOVA, která

prokázala významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy na výzkumné ploše (graf 10). Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání pomocí Duncanova testu, který je citlivější oproti Tuckey-Kramerovu testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou znázorněny v tab. 14.



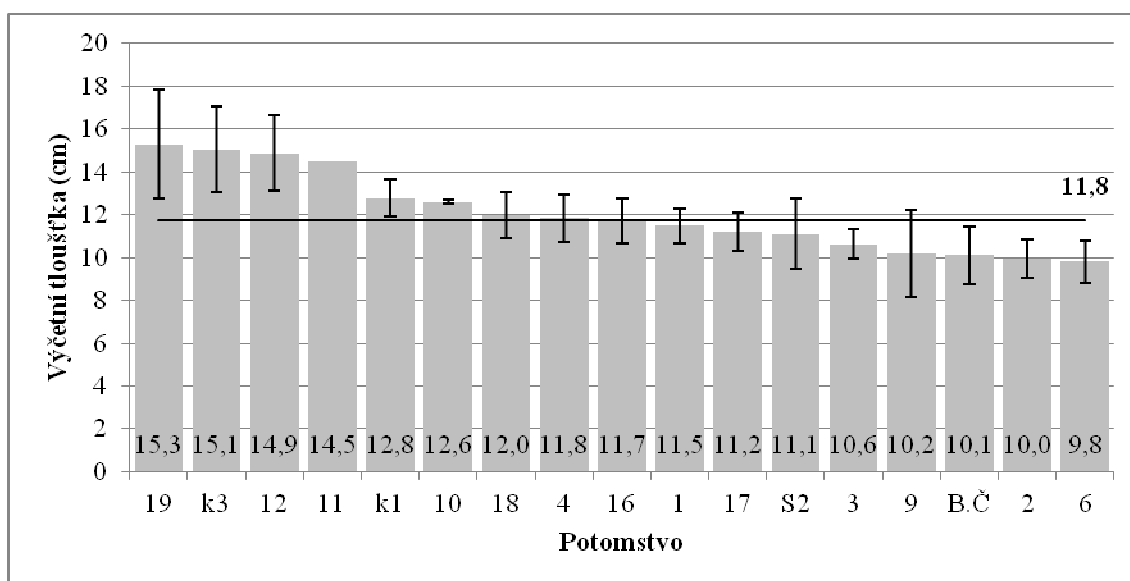
Graf č. 10: Výsledky analýzy ANOVA na výzkumné ploše K03. Vysvětlivky k jednotlivým potomstvům viz graf 9.

Tab. 14: Výsledky Duncanova testu pro výšku potomstev na ploše K03

Potomstvo	Skupina			
	1	2	3	4
9	****			
19	****	****		
3	****	****		
6	****	****		
16	****	****	****	
B.Č	****	****	****	
k1	****	****	****	
S2	****	****	****	
4	****	****	****	****
17	****	****	****	****
18	****	****	****	****
1	****	****	****	****
2	****	****	****	****
12		****	****	****
10			****	****
k3			****	****
11				****

V případě výčetní tloušťky dosáhl průměr všech jedinců na ploše 11,8 cm (tab. 15). Největší výčetní tloušťky byly zjištěny u potomstev *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (1000) (15,3 cm), *A. alba* × *A. alba* – kontrola z volného opylení (15,1 cm) a *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica* 3 (500) (14,9 cm). Průměrnou tloušťku dále překonala potomstva *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1000), *A. alba*_1 × *A. cilicica*, *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1500), *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (500) a *A. alba*_3 × *A. alba*_ž. Nejmenších naměřených hodnot dosáhla potomstva *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_2 – samoopylení (9,8 cm), *A. alba*_3 × *A. nordmanniana* (10 cm) a B. Č – směs řízkovanců různého původu (10,1 cm) (graf 11).

Výčetní tloušťku kontroly *A. alba* × *A. alba* – z volného opylení překonalo pouze potomstvo *A. cephalonica*_2 × *A. cephalonica*_3 (1000). Kontrolu *A. alba*_1 × *A. cilicica* překonala potomstva *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (500) a *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1000) (graf 11).



Graf 11: Průměrné výčetní tloušťky různých klonů hybridních jedinců na ploše K03 (vysvětlivky viz graf 9) Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. U potomstva 11 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1000) se na ploše nacházel pouze jeden jedinec a u potomstva 10 – *A. cephalonica*_1 × *A. cephalonica*_3 (1500) se na ploše nacházeli pouze dva jedinci. Pro porovnání byla do grafu vložena příímka vyznačující průměrnou výšku potomstev na pokusné ploše.

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení pro výčetní tloušťkuu byla potvrzena normalita dat. Data byla dále podrobena analýze ANOVA, která neprokázala významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy na výzkumné ploše. Data nebyla následně podrobena mnohonásobnému porovnání.

Tab. 15: Souhrnné výsledky popisné statistiky na ploše K03

Potomstvo	N platných	Výška [m]						Výčetní tloušťka [cm]					
		Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.
1	33	8,5	9,3	2,1	12,3	3,1	2,9	11,5	12,8	2,7	19,4	6,2	4,7
2	3	8,5	8,4	7,8	9,4	1,6	0,8	10,0	10,8	8,2	10,9	2,7	1,5
3	5	7,5	7,9	5,6	8,3	0,4	1,1	10,6	10,3	9,5	13,3	0,8	1,6
4	16	8,2	8,0	6,6	11,0	0,9	1,1	11,8	10,0	7,0	23,0	6,5	4,5
6	5	7,7	7,3	6,4	10,0	1,6	1,5	9,8	9,0	7,2	13,0	1,9	2,2
9	6	5,7	6,4	3,5	7,3	2,8	1,6	10,2	12,9	3,2	14,7	8,6	5,0
10	2	11,1	11,1	10,9	11,2	0,3	0,2	12,6	12,6	12,5	12,7	0,2	0,1
11	1	11,2	11,2	11,2	11,2	0,0	0,0	14,5	14,5	14,5	14,5	0,0	0,0
12	6	8,9	9,4	5,8	10,3	2,0	1,7	14,9	15,9	6,5	19,0	2,4	4,3
16	7	8,0	7,8	6,0	9,3	1,5	1,1	11,7	12,5	7,4	14,5	5,7	2,7
17	16	8,3	8,6	4,1	10,8	2,3	1,7	11,2	11,0	6,1	16,4	6,4	3,7
18	9	8,5	9,8	4,7	11,8	3,7	2,6	12,0	12,9	6,6	16,4	4,3	3,2
19	5	6,3	6,1	5,8	7,2	0,7	0,6	15,3	13,5	9,4	24,5	3,0	5,7
B. Č	12	8,0	8,5	4,2	10,8	3,3	2,2	10,1	10,5	3,2	17,8	6,3	4,7
k1	15	8,0	8,3	4,0	10,1	1,5	1,5	12,8	14,1	4,1	17,8	4,0	3,4
k3	4	11,1	11,3	9,2	12,5	2,7	1,6	15,1	14,1	11,4	20,7	4,9	4,0
S2	7	8,1	8,5	5,8	9,4	1,6	1,2	11,1	11,3	4,2	17,6	6,5	4,4
Celkem	152	8,2	8,4	2,1	12,5	2,6	2,1	11,8	12,5	2,7	24,5	5,2	4,1

Vysvětlivky (v závorce dávka RTG):

1 - *A. alba*_2 × *A. alba*_ž (500-1000)

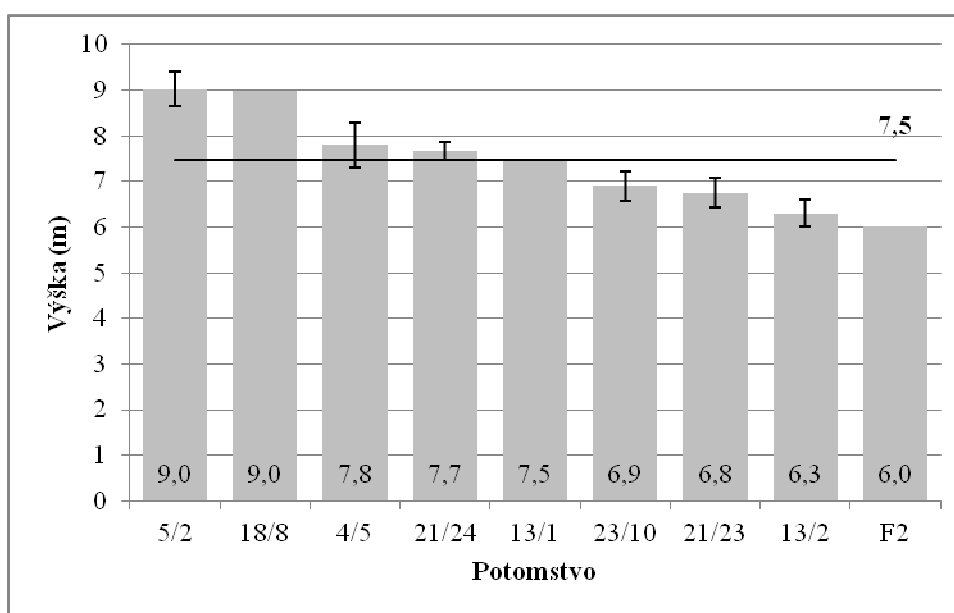
2 - *A. alba*_3 × *A. nordmanniana*

- 3 - *A. nordmanniana* × *A. nordmanniana* - samoopylení
4 - *A. alba_3* × *A. alba_ž*
6 - *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_2* - samoopylení
9 - *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (300)
10 - *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1500)
11 - *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (1000)
12 - *A. cephalonica_1* × *A. cephalonica_3* (500)
16 - *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (1500)
17 - *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (3000)
18 - *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (500)
19 - *A. cephalonica_2* × *A. cephalonica_3* (1000)
k1 - *A. alba_1* × *A. cilicica*
k3 - *A. alba* × *A. alba* - kontrola z volného opylení
S2 - *A. cephalonica_3* × *A. cephalonica_3* - samoopylení
B. Č - směs řízkovanců různého původu

5.4 Výzkumná plocha K04 – klonální výsadba řízkovanců hybridních kombinací (1995)

Celkem bylo hodnoceno 98 jedinců různých klonů hybridních jedlí. Většina jedinců byla odstraněna z důvodu napadení korovnicí. Obdobný sadební materiál byl použit na ploše z roku 1995 (vysvětlivky viz graf 9). Na ploše se v době měření již nevyskytovala kontrola 6/1 – *A. alba* × *A. alba*. Nejméně jedinců bylo zaznamenáno u klonů hybridů *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18 – čísla uvedená v závorce odkazují na variantu odpovídající jedincům na ploše K03), *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16), F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica*, a to pouze 1 jedinec u každého z výše jmenovaných, dále u klonu hybridu *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17) se 2 jedinci a u klonu hybridu *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) 2 jedinci. Nejvíce jedinců (31) bylo hodnoceno u potomstva klonu hybridu *A. alba* × *A. cilicica* (K1).

Průměrná výška všech hodnocených jedinců ve výsadbě činila 7,5 m (tab. 16). Největší průměrné výšky dosáhla potomstva *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (19) (9 m), *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16) (9 m) a *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17) (7,8 m). Průměrnou výšku dále pak předstihla potomstva *A. alba* × *A. cilicica* (K1) a *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18). Nejnížší výšky byly naopak naměřeny u potomstva F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica* s výškou 6 m, dále u potomstev *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) (6,3 m) a *A. alba* × *A. cilicica* (K1) (6,8 m) (graf 12).



Vysvětlivky (v závorce varianta k potomstvům na ploše K03):

4/5 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17)

5/2 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (19)

13/1 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18)

13/2 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18)

18/8 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16)

21/23 – *A. alba* × *A. cilicica* (K1)

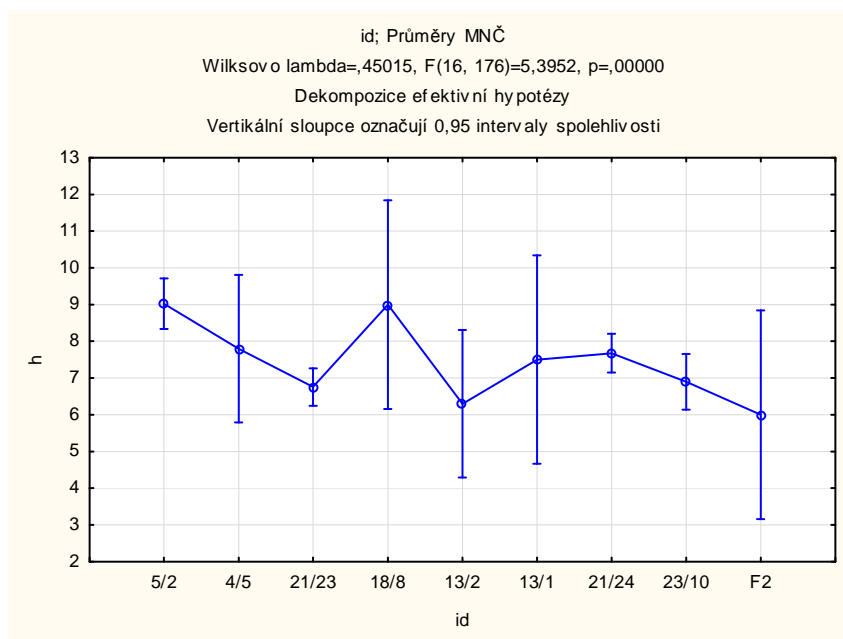
21/24 – *A. alba* × *A. cilicica* (K1)

23/10 – *A. cephalonica* – samoopylení (S2)

F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica*

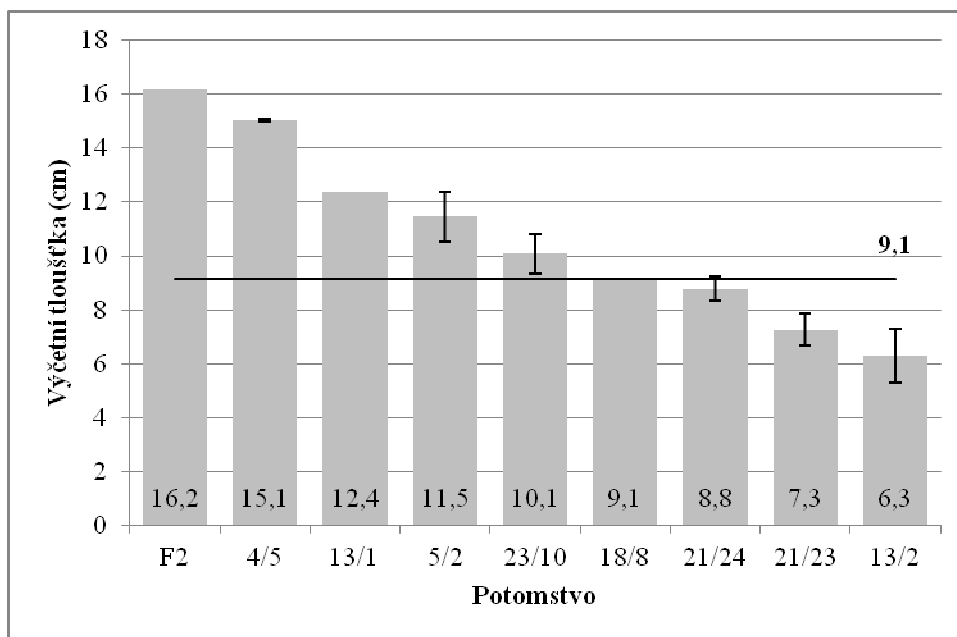
Graf 12: Průměrné výšky potomstev klonové výsadby na ploše K04. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. U potomstva 18/8 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16), 13/1 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) a F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica* se na ploše nacházel pouze jeden jedinec. U potomstva 4/5 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17) a 13/2 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) se na ploše nacházeli pouze dva jedinci. Pro porovnání byla do grafu vložena přímková vyznačující průměrnou výšku potomstev na pokusné ploše.

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení pro výšku byla potvrzena normalita dat. Data byla dále podrobena analýze ANOVA, která prokázala významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy na výzkumné ploše (graf 13). Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání pomocí Tuckey-Kramerova testu. Výsledky mnohonásobného porovnání prokázaly rozdělení do dvou skupin, které odpovídají zastoupení rozděleného podle hodnocených jedinců na čistý druh jedle řecké a hybridu *A. alba* × *A. cilicica*.



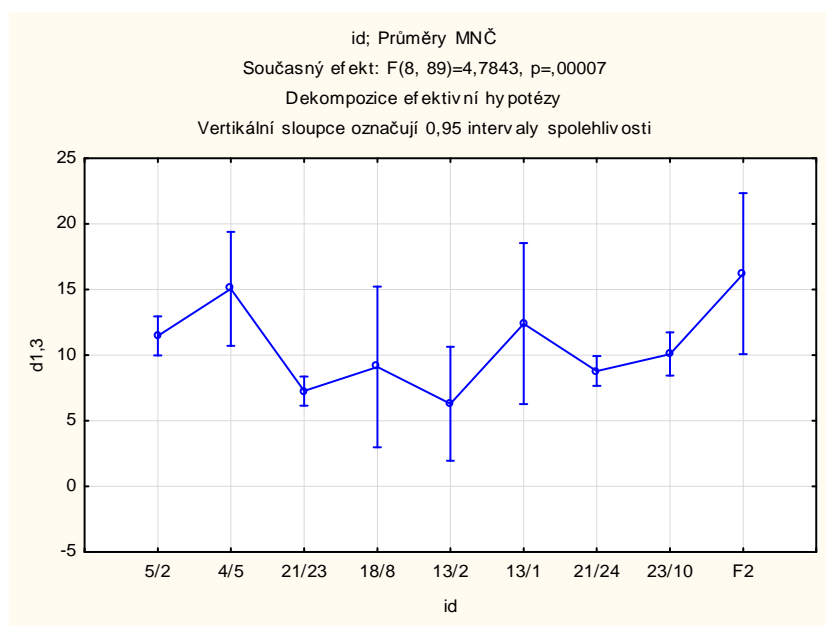
Graf 13: Výsledky analýzy ANOVA na výzkumné ploše K04. Vysvětlivky k jednotlivým potomstvům viz graf 12; h – výška, id – potomstvo.

V případě výčetní tloušťky dosáhl průměr všech jedinců na ploše 9,1 cm (tab. 16). Největší výčetní tloušťky byly zjištěny u potomstev F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica* (16,2 cm), *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17) (15,1 cm) a *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) (12,4 cm). Průměrnou tloušťku dále překonala potomstva *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (19), *A. cephalonica* – samoopylení (S2) a *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16). Nejmenších naměřených hodnot dosáhla potomstva *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) (6,3 cm), *A. alba* × *A. cilicica* (K1) (7,3 cm) a *A. alba* × *A. cilicica* (K1) (8,8 cm) (graf 14).



Graf 14: Průměrné výčetní tloušťky klonové výsadby 1995 (vysvětlivky viz graf 12) na ploše K04. Standardní chyba je znázorněna chybovými úsečkami. U potomstva 18/8 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16), 13/1 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) a F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica* se na ploše nacházel pouze jeden jedinec. U potomstva 4/5 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17) a 13/2 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18) se na ploše nacházeli pouze dva jedinci. Pro porovnání byla do grafu vložena příčka vyznačující průměrnou výšku potomstev na pokusné ploše.

Analýza dat u výčetní tloušťky dosáhla stejných výsledků jako u výšky.



Graf 15: Výsledky analýzy ANOVA pro výčetní tloušťku na výzkumné ploše K04. Vysvětlivky k jednotlivým potomstvům viz graf 12; h – výška, id – potomstvo.

Tab. 16: Souhrnné výsledky popisné statistiky

Potomstvo	N platných	Výška [m]						Výčetní tloušťka [cm]					
		Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.
5/2	17	9,0	9,4	5,4	10,9	1,4	1,6	11,5	12,5	3,5	16,4	3,7	3,8
4/5	2	7,8	7,8	7,3	8,3	1,0	0,7	15,1	15,1	15,0	15,1	0,1	0,1
21/23	31	6,8	7,3	2,5	9,3	2,0	1,7	7,3	6,1	2,5	13,2	6,0	3,3
18/8	1	9,0	9,0	9,0	9,0	0,0		9,1	9,1	9,1	9,1	0,0	
13/2	2	6,3	6,3	6,0	6,6	0,6	0,4	6,3	6,3	5,3	7,3	2,0	1,4
13/1	1	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0		12,4	12,4	12,4	12,4	0,0	
21/24	29	7,7	7,9	5,9	9,6	1,5	1,1	8,8	8,3	3,0	13,2	3,8	2,5
23/10	14	6,9	7,1	4,0	8,5	1,0	1,2	10,1	11,0	3,1	12,5	2,0	2,8
F2	1	6,0	6,0	6,0	6,0	0,0		16,2	16,2	16,2	16,2	0,0	
Celkem	98	7,5	7,6	2,5	10,9	1,9	1,6	9,1	9,5	2,5	16,4	5,6	3,5

Vysvětlivky (v závorce varianta k ploše 1993)

4/5 - *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17)

5/2 - *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (19)

13/1 - *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18)

13/2 - *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18)

18/8 - *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16)

21/23 - *A. alba* × *A. cilicica* (K1)

21/24 - *A. alba* × *A. cilicica* (K1)

23/10 - *A. cephalonica* - samoopylení (S2)

F2 - 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica*

5.5 Výzkumná plocha K05 – multiklonální směs hybridů generace F2 (1996)

Na ploše bylo hodnoceno 92 jedinců z 203 různých klonů hybridních jedlí. Průměrná výška všech hodnocených jedinců ve výsadbě činila 4,7 m (tab. 17), průměrná výčetní tloušťka na ploše dosáhla 7,9 cm (tab. 18).

Tab. 17: Hodnoty popisných statistik výšek na výsadbě multiklonální směsi hybridů K05

N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Variační koeficient
92	4,7	4,6	2,1	8,9	2,0	1,5	31,0

Tab. 18: Hodnoty popisných statistik výčetních tloušťek na výsadbě multiklonální směsi hybridů K05

N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Variační koeficient
92	7,9	8,0	2,2	14,2	4,4	3,0	37,8

5.6 Výzkumná plocha K06 – výsadba multiklonální směsi hybridů – ŠLP generace F2 (2000)

Na ploše bylo hodnoceno 168 různých klonů hybridních jedlí. Průměrná výška hodnocených jedinců ve výsadbě činila 4,1 m (tab. 19), průměrná výčetní tloušťka 6,3 cm (tab. 20).

Tab. 19: Hodnoty popisných statistik výšek na výsadbě multiklonální směsi hybridů 2000 (K06)

N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Variační koeficient
168	4,1	4,1	1,4	8,0	2,0	1,4	33,4

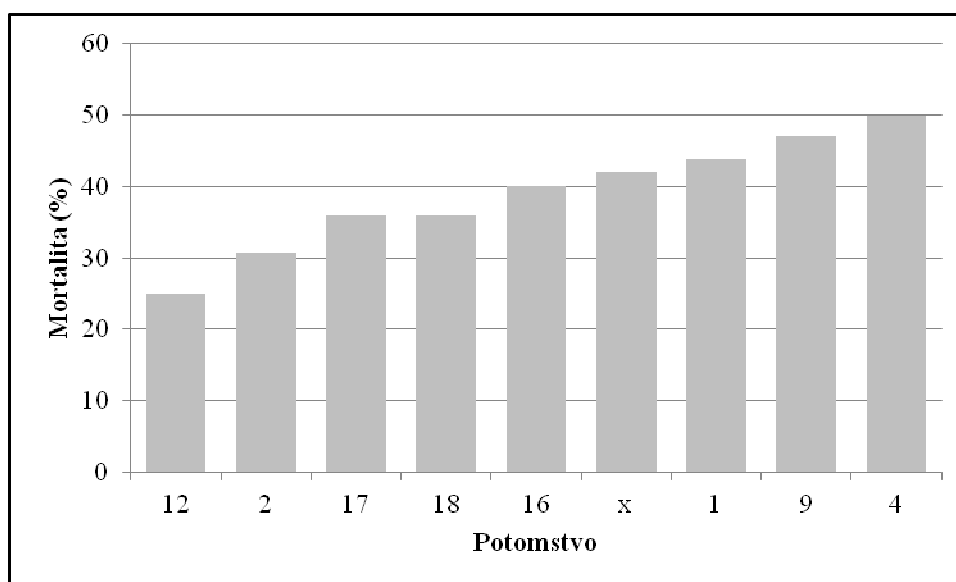
Tab. 20: Hodnoty popisných statistik výčetních tloušťek na výsadbě multiklonální směsi hybridů 2000 (K06)

N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Variační koeficient
168	6,3	6,2	1,0	14,2	3,9	2,8	43,7

5.7 Výzkumná plocha P07 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů (1996)

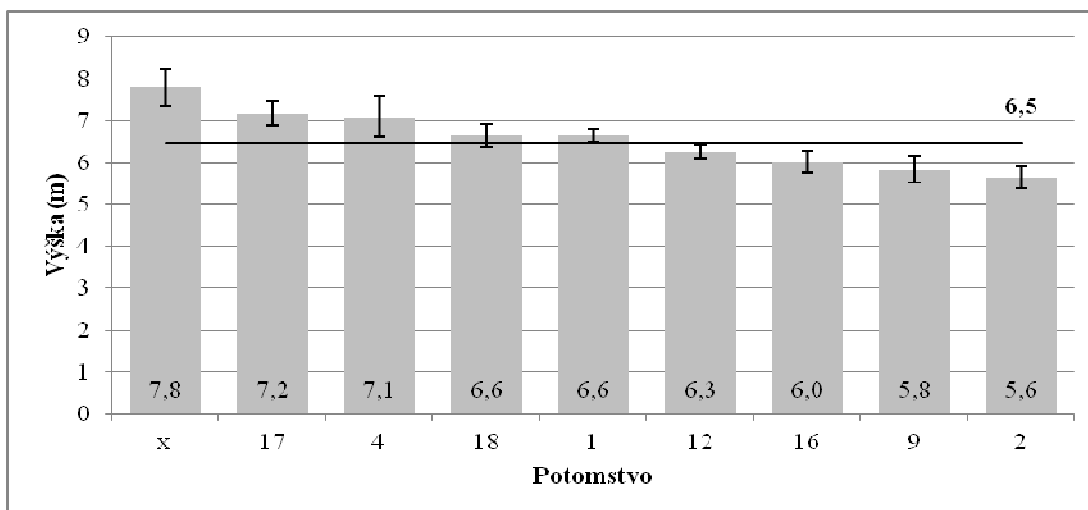
Celkem bylo na ploše hodnoceno 704 jedinců z 1 150 spontánních hybridů rodu *Abies*. Nejméně jedinců bylo zaznamenáno u hybridu č. 4 (25), x – hybridu neznámého původu (29) a hybridu č. 17 (32). Nejvíce jedinců bylo hodnoceno u potomstev hybridů č. 1 (239), č. 12 (150) a č. 18 (64).

Nejmenší mortalita (graf 16) byla zjištěna u potomstev spontánních hybridů č. 12 (25 %), č. 2 (31 %) a č. 17 (36 %), naopak největší mortalita byla zjištěna u potomstev č. 4 (50 %), č. 9 (47 %) a č. 1 (44 %).



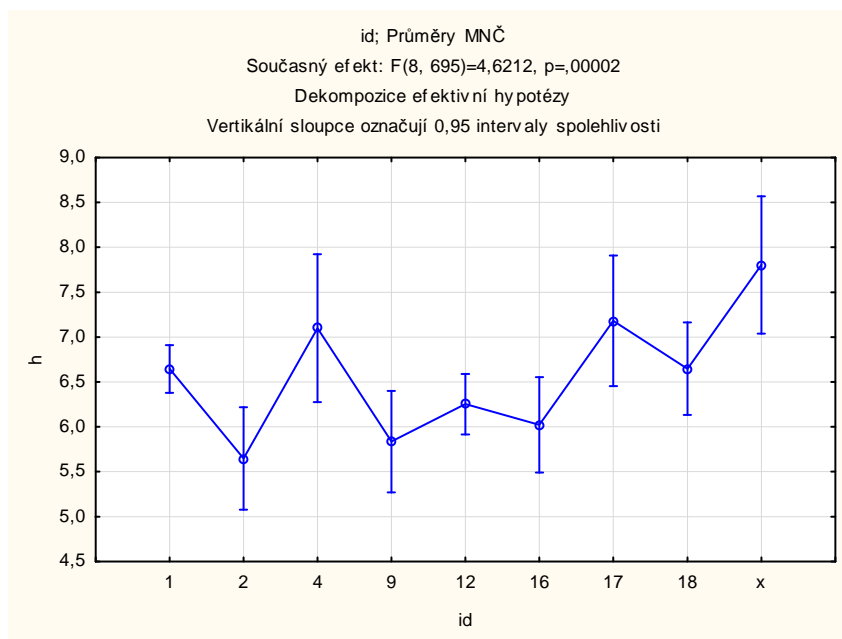
Graf 16: Mortalita jednotlivých potomstev spontánních hybridů na ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva spontánních hybridů, x – označuje potomstvo neznámého původu.

Průměrná výška všech hodnocených jedinců ve výsadbě činila 6,5 m (tab. 23). Největší průměrné výšky dosáhla potomstva x – hybrid neznámého původu (7,8 m), č. 17 (7,2 m) a 4 (7,1 m). Průměrnou výšku dále přesáhla potomstva č. 18 a 1. Naopak nejnižší výšky byly naměřeny u potomstev č. 2 s výškou 5,6 m, 9 (5,8 m) a 16 (6 m) (graf 17).



Graf 17: Průměrné výšky spontánních hybridů v Prostějově na ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva spontánních hybridů, x – označuje potomstvo neznámého původu.

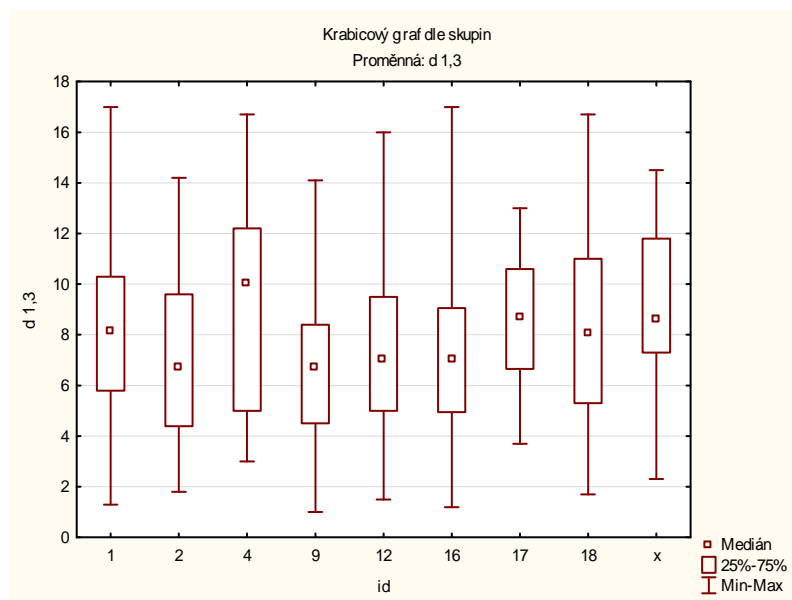
Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení pro výšku byla potvrzena normalita dat. Data byla dále podrobena analýze ANOVA, která prokázala významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy spontánních hybridů na výzkumné ploše (graf 18). Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání pomocí Tuckey-Kramerova testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou uvedeny v tab. 21.



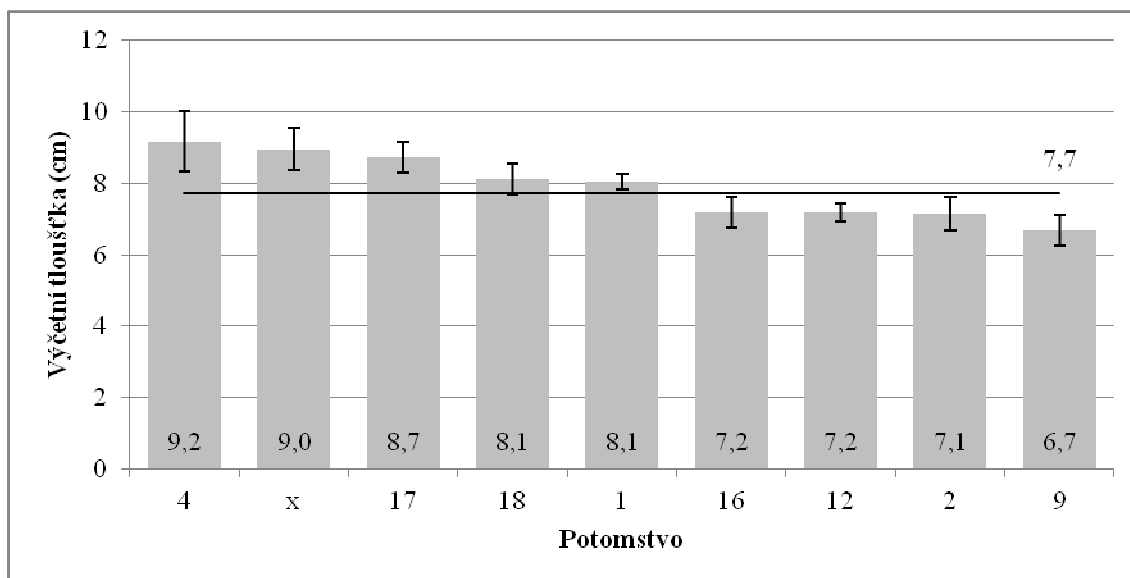
Graf 18: Výsledky analýzy ANOVA na výzkumné ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva jednotlivých spontánních hybridů, x označuje potomstvo neznámého původu; h – výška, id – potomstvo.

Průměr výčetní tloušťky všech jedinců na ploše činil 7,7 cm (tab. 23). Největší hodnoty dosáhla potomstva č. 4 (9,2 cm), x – hybrid neznámého původu (9 cm) a 17 (8,7 cm). Průměrnou výčetní tloušťku dále překonala potomstva č. 18 a 1. Nejmenších hodnot dosáhla potomstva č. 9 (6,7 cm), 2 (7,1 cm) a 12 (7,2 cm), viz graf 20.

Na základě výsledku Kolmogorov-Smirnovova testu normálního rozdělení byla normalita dat pro výčetní tloušťku zamítnuta. Data byla dále podrobena analýze Kruskal-Waliovu neparametrickému testu, který prokázal významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy spontánních hybridů. Potomstva byla následně podrobena testu mnohonásobného porovnání. Na základě analýzy byl zvolen Tuckey-Kramer test s větší robustností oproti běžně používanému Duncanovu testu. Výsledky mnohonásobného porovnání jsou znázorněny v tab. 22.



Graf 19: Výsledky analýzy K-W testu pro výčetní tloušťku na výzkumné ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva jednotlivých spontánních hybridů, x označuje potomstvo neznámého původu; $d_{1,3}$ – výčetní tloušťka, id – potomstvo.



Graf 20: Průměrné výčetní tloušťky spontánních hybridů v Prostějově na ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva jednotlivých spontánních hybridů, x označuje potomstvo neznámého původu.

Tab. 21: Výsledky Duncanova testu pro výšku potomstev na ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva jednotlivých spontánních hybridů, x označuje potomstvo neznámého původu.

Potomstvo	Skupina		
	1	2	3
2		****	
9	****	****	
16	****	****	
12	****	****	
1	****		****
18	****	****	****
4	****	****	****
17	****		****
x			****

Tab. 22: Výsledky Duncanova testu pro výšku potomstev na ploše P07. Čísli, jsou znázorněna potomstva jednotlivých spontánních hybridů, x označuje potomstvo neznámého původu.

Potomstvo	Skupina	
	1	2
9	****	
2	****	****
12	****	****
16	****	****
1	****	****
18	****	****
17	****	****
x	****	****
4		****

Tab. 23: Souhrnné výsledky popisné statistiky na ploše P07

Potomstvo	N platných	Výška [m]						Výčetní tloušťka [cm]					
		Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Kvartilové rozpětí	Sm. odch.
x	29	7,8	8,0	2,4	12,2	2,6	2,4	9,0	8,6	2,3	14,5	4,5	3,2
1	239	6,6	6,7	2,0	13,0	3,2	2,1	8,1	8,1	1,3	17,0	4,5	3,3
2	52	5,6	5,6	2,1	9,8	2,7	1,9	7,1	6,7	1,8	14,2	5,2	3,4
4	25	7,1	7,4	3,3	12,5	3,7	2,5	9,2	10,0	3,0	16,7	7,2	4,2
9	53	5,8	5,6	2,0	11,3	2,9	2,2	6,7	6,7	1,0	14,1	3,9	3,1
12	150	6,3	6,5	2,0	13,8	2,8	2,0	7,2	7,1	1,5	16,0	4,5	3,1
16	60	6,0	6,2	2,0	10,9	2,7	1,9	7,2	7,0	1,2	17,0	4,1	3,4
17	32	7,2	7,1	4,2	10,2	2,7	1,6	8,7	8,7	3,7	13,0	4,0	2,4
18	64	6,6	6,5	2,1	11,6	3,1	2,2	8,1	8,1	1,7	16,7	5,7	3,5
Celkem	704	6,5	6,6	2,0	13,8	3,0	2,1	7,7	7,7	1,0	17,0	4,8	3,3

5.8 Výzkumná plocha P08 – srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů (1997)

Na ploše bylo životaschopných celkem 993 jedinců. Nejméně jich bylo zaznamenáno u potomstva spontánního hybridu č. 1 (12 jedinců), nejvíce u potomstva spontánního hybridu č. 7 (81). Počty jedinců jsou uvedeny v tabulce 24. Z důvodu vysokého poškození vysazených jedinců na ploše nebylo možné provézt statistické hodnocení dat.

Tab. 24: Počet jedinců u jednotlivých potomstev spontánních hybridů na ploše P08

Potomstvo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Počet	12	38	31	33	55	19	81	29	22	54	43	54	71	35
Potomstvo	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
Počet	21	55	50	36	39	26	70	67	52					

6. Diskuze

Problematika hybridizace je velmi diskutovaným tématem, hybridizací se nejobširněji zabývá zemědělský výzkum pro produkci potravin.

Možnosti přístupu k řešení odumírání jedle v našich podmínkách lze formulovat ve třech strategiích. První (1), z hlediska domácích populací nejdůležitější a prvořadou, je orientace na zachování místních populací, které jsou přizpůsobeny zdejšími podmínkám a jejich další využívání je žádoucí v maximální možné míře.

Neméně důležitou strategií (2) je rovněž introdukce dalších druhů z rodu *Abies* do našich podmínek. Výběr nových (cizokrajných) druhů však musí být striktně omezen na ty, které jsou rozšířeny v areálech se stejnými nebo alespoň podobnými klimatickými, pedologickými a dalšími podmínkami, a které vyhovují kritériím introdukce (např. ŠINDELÁŘ et BERAN 2002).

Třetí strategií (3) je aplikace hybridizace v rámci rodu *Abies*, která by měla probíhat především mezi druhy s překryvem areálů a s přirozeným výskytem spontánních mezidruhových hybridů, především evropských druhů jedlí. Pokud zástupci těchto druhů neposkytnou dostatečně vhodné a odolné potomky, je nutno provést hybridizaci se vzdálenějšími mimoevropskými druhy, příp. mezi těmito druhy navzájem.

Experimentální design výzkumných ploch je často porušován v mnoha lesnických studiích. Zejména mortalita na pokusných plochách je hlavním faktorem, který ovlivňuje optimální návrh. Další problémy jsou často způsobeny při poskytnutí dostatečného množství standardního sadebního materiálu pro experiment. Dodávka cizokrajných nebo dokonce místních druhů je často nedostatečná a vědci se musí vypořádat s tím, co je k dispozici na místním trhu. Tradiční statistická metoda může na nedostatečně navržené ploše přecenit výsledky hodnocených dat mezi jednotlivými potomstvy a jejich skupinami podle úrovně hybridizace. Z prostorové analýzy provedené na ploše K01 byl zjištěn vliv pozice jednotlivých jedinců na výsledky. Analýzou bylo prokázáno ovlivnění ve všech sledovaných znacích. Nicméně, mortalita a výška byly ovlivněny ve větší míře ve srovnání s výčetní tloušťkou.

6.1 Mortalita na hodnocených plochách

Především v prvních letech po výsadbě je velmi důležitá pro hodnocení vhodnosti použití sadebního materiálu v dané oblasti mortalita. Jedle je v tomto směru jednou z nejcitlivějších dřevin, což je dáno jejími fyziologickými nároky. Vysokou senzitivitu této dřeviny na podmínky lokality výsadby dokládá i poměrně vysoká mortalita, kterou uvádějí různí autoři (např. HYNEK 1989).

Výsledky uváděné v literatuře se značně liší, a to i v rámci prací téhož autora. HYNEK (1989), který se zabýval provenienčním výzkumem jedle bělokoré na Šumavě, uvádí na třech výzkumných plochách velké rozdíly v mortalitě zjišťované rok po výsadbě (Vimperk 5 %, Nýrsko 8 %, Kašperské Hory 57 %). Vyšší mortalita na ploše Kašperské Hory byla podle autora způsobena větší nadmořskou výškou plochy a zároveň nevhodným rozložením srážek v průběhu vegetační doby. Dalším důležitým faktorem mohl být i věk sazenic. Sazenice ve věku šesti let měly mortalitu mnohem větší, a to až 40 %.

Hodnocení mortality bylo uskutečněno na ploše K01 a P07. Za zmínku ovšem stojí i některá potomstva z ostatních ploch, u kterých byl zjištěn velmi nízký počet jedinců. Ve výsadbě spontánních hybridů na ŠLP v Kostelci n. Č. I. jde o potomstva *A. concolor* (pouze 16 jedinců na celé ploše), *A. procera* (22 jedinců) a *A. grandis* (23 jedinců). Ze spontánních hybridů byl nejnižší počet jedinců u 2 (29), 4 (30), 15 (30), 21 (30), trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*) 30 ks a 1 (32). V roce 2002 činil počet jedinců na téže ploše u spontánních hybridů 2 (50), 4 (54), 15 (47), 21 (41), trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*) 43 ks a 1 (57). V roce 2004 počty jedinců opětovně klesly na téže ploše u hybridů 2 (46), 4 (52), 15 (44), 21 (39), trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*) 43 ks a 1 (36).

Na ploše K01 se nacházela výsadba *A. gracilis*. Toto potomstvo dosáhlo 100 % mortality již v předchozích hodnocení a to i přesto, že nebylo zasaženo zamokřením v letech 1997 a 1998 (JANEČEK et KOBLIHA 2007). Proto není jedle kamčatská dále hodnocena a pro podmínky lesního hospodářství v ČR se jeví jako nepoužitelná (KOBLIHA et JANEČEK 2001, 2005). Největší celkové mortality dosáhla potomstva z hodnocených spontánních hybridů, druhů a trihybrida potomstva *A. grandis* (68 %) následována spontánními hybridy č. 2 (61 %), 4 (60 %), 15 (60 %) a 21 (60 %). Stejně mortality jako spontánní hybridy č. 4, 15, 21 dosáhla potomstva jedle bělokoré (60 %)

naopak nejnižší mortality dosáhla potomstva *A. procera* (8 %) a *A. concolor* (12 %) následována spontánními hybridy č. 13 (31 %) a 11 (31 %). Trihybrid *A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*) dosáhl podprůměrné mortality 40 %.

Na ploše K01 se nacházející severoamerické druhy jedlí, *A. procera*, *A. grandis* a *A. concolor*, s nimiž jsou již dlouhodobé zkušenosti v lesním hospodářství. V rámci ČR probíhá výzkum těchto druhů na IUFRO plochách a ostatních provenienčních plochách VÚLHM.

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách této práce, jsou podmínky lokality, na které se nachází výsadba K01 s ohledem na vysychavou půdu a velmi nízký úhrn srážek pro pěstování domácí jedle bělokoré nevhodné. Jako extrémní pak lze podmínky lokality hodnotit pro některé druhy a provenience introdukovaných jedlí, mimo jiné např. pro *A. concolor* z horských oblastí jihozápadních států USA s velmi vysokými úhrny srážek a specificky pak pro vysokohorské druhy z nadmořských výšek 1 800 – 2 300 m n. m. západní části Severní Ameriky (jižní Oregon, Kalifornie). Lze předpokládat, že k úhynu přispělo především sucho, zejména nedostatek srážek a dále pravděpodobně i nízké teploty, především pozdní a časný mrazy, a to přesto, že místo výsadby nepředstavuje vysloveně mrazovou polohu. Jedle ojíněná *A. concolor* se na místě výsadby s relativně malým počtem vysazených jedinců udržela s druhou nejnižší mortalitou. Potomstva jedle vznešené byla vysazena ve stejném rozsahu jako jedle ojíněná a dosáhla přes extrémní podmínky nejnižší mortality na ploše. Vliv podmínek byl pravděpodobný na jedli obrovskou, která dosáhla nejvyšší mortality. V podmínkách ČR upozorňuje řada autorů na zvýšenou úmrtnost jedle obrovské a také na vysokou mortalitu až úplné odumření jedle vznešené a ojíněné (BERAN 1990; VANČURA et BERAN 1995; ŠINDELÁŘ et BERAN 2001, 2004; ŠINDELÁŘ et al. 2005, 2006). Výše jmenovaná jedle vznešená a jedle obrovská se dají považovat za nadějný druh pro evropské lesní hospodářství. Tuto skutečnost dokládají výsledky pozorování na výzkumných plochách z let 1984 a 1986, které byly v České republice založeny v rámci projektu Mezinárodního svazu lesnických výzkumných institucí – IUFRO (BERAN 1990). Dalším hodnoceným druhem byla jedle balzámová, která dosáhla třetí nejnižší podprůměrné mortality z čistých druhů na ploše. Její vysoká vitalita potvrzuje dříve publikované výsledky (ŠINDELÁŘ et BERAN 2004).

Při hodnocení spontánních hybridů, druhů a trihybrida byl prokázán významný vliv hybridizace na mortalitu pomocí prostorového modelu v programu SAM 4.0. Z výsledků vyplývá vyšší odolnost složitějších hybridů oproti nehybridním potomstvům

(čistým druhům). Tyto výsledky mají pozitivní přínos pro provoz, protože nízká mortalita, zejména v počátečních fázích života, je klíčová pro založené porosty (DESTEVEN 1991) a to například při nepříznivých podmínkách. Je nutné zmínit, že introgrese se liší od jednoduché hybridizace. Výsledky introgrese v komplexní směsi rodičovských genů jsou odlišnější než u jednoduché hybridizace, kde se v první generaci jedná o směs genů dvou rodičů. Introgrese má nesporný vliv na populace a to ať v pozitivním slova smyslu tak i v negativním. Protože za tímto nečekaným úspěchem hybridů je s největší pravděpodobností fenomén heterózního efektu. Heterózní efekt popisuje jev, ve kterém hybridní potomstva vytvořená mezi jedinci stejného nebo blízkého příbuzného druhu jsou produkčnější nebo důraznější než jejich rodiče (BRUCE 1910). Z toho vyplývá, že termín heterózní efekt a hybridní síly jsou často zaměňovány. V poslední době rozšířené studie heteroze byly zveřejněny na rýži a kukuřici. Současné studie (LIA et al. 2013; DAN et al. 2014; VENU et al. 2014) prozkoumaly několik aspektů heterózního efektu s rýží. Identifikace kandidátních genů spojených s pozitivním i negativním heterózním efektem studoval VENU et al. (2014) na rýži.

Mezidruhová hybridní potomstva stromů vysázených po celém světě na komerčních plochách jsou nejčastější v rodech *Acacia*, *Eucalyptus*, *Larix*, *Picea* a *Populus* (DUNGEY 2000). Aspen (*Populus tremula* L.) je obvykle citovaný příklad heterózního efektu v lesnickém výzkumu (CHRISTERSSON 1996; LI et al. 1996; MEJNARTOWICZ 1999; TULLUS et al. 2007). Výsledky studie MANLEY et LEDIGA (1979) ukazují, že se u umělých hybridních jedinců může projevit negativní heterózní efekt. Hodnocení jedinci ve výše jmenované studii vykazovali téměř ve všech hodnocených parametrech horší výsledky než kterýkoliv z rodičů. F1 hybridi obecně vykazovali sníženou vhodnost. Autoři se v tomto případě domnívali, že hybridní negativní het. efekt byl důležitý pro zachování dvou samostatných druhů. Oni také zároveň předpokládali, že hybridní jedinci pravděpodobně přežijí v případě snížené konkurence. Nicméně, JOHNSEN et al. (1998) přezkoumal původní studii a došel k závěru, že negativní heterózní efekt nebyl patrný u 22letých hybridů smrku černého a *Picea rubense*. Počet reprodukcí, klíčivost, fenologické a růstové parametry byly kvantifikovány. Klíčivost, růst kořenů a výška sazenic měli významné druhové rysy, hybridní potomstva ukázala aditivní nebo mírně negativní heterózní efekt.

Vývojové faktory odpovědné za heterózní efekt u hybridního topolu Aspen byly studovány LI et al. (1996). Juvenilní růst a fenologie, jako parametry, byly analyzovány ve studii biologických základů heterózního efektu. Je to jeden ze vzácných příkladů v

oblasti výzkumu lesnické genetiky, protože většina z těchto teoretických studií byla provedena na zemědělských plodinách.

U experimentální výsadby P07 v Lesích města Prostějova nebyla vysazena žádná potomstva různých druhů, nebyla zde ani vysazena kontrola (jedle bělokorá), Vysazeny byly tedy pouze potomstva spontánních hybridů. Porovnání je možné tedy provést pouze u těchto hybridních potomstev.

Na ploše jsou vysazena potomstva č. 1 (17 parcel), 2 (3 parcely), 4, 17, směs potomstev (2 parcely), 9, 16 a 18 (4 parcely), 12 (8 parcel) a x – hybrid neznámého původu (2 parcely). Celková mortalita na ploše P07 byla mírně nižší než na ploše v Kostelci nad Černými lesy. Nejmenší mortalita byla zjištěna u potomstev spontánních hybridů č. 12 (25 %), č. 2 (31 %) a č. 17 (36 %), naopak největší mortalita byla zjištěna u potomstev č. 4 (50 %), č. 9 (47 %) a č. 1 (44 %). Mortalita je i přes stanovištně lepší podmínky pro rod jedle, stanoviště je svěží, podobná jako na ploše K01, která je vysychavá.

6.2 Růstové charakteristiky jednotlivých potomstev spontánních hybridů z volného opylení a různých druhů rodu *Abies*

Provenience, které byly vysazeny na výzkumných plochách v Kostelci nad Černými lesy a v Lesích města Prostějova, byly v minulosti již několikrát hodnoceny. V letech 1998, 2000, 2002 a 2004 se na všech plochách jednalo o hodnocení mortality, výšky, tloušťky kořenového krčku a výčetní tloušťky vysazeného materiálu, v roce 2009 byly hodnoceny výška a výčetní tloušťka u klonových výsadeb založených v letech 1993, 1995 a 1996, v roce 2010 byly zjišťovány výčetní tloušťka a výška na ploše spontánních hybridů v Kostelci nad Černými lesy K01 (KOBLIHA et al. 2013).

Ve výsadbě K01 bylo 16 let po založení hodnoceno 1 097 jedinců. Potomka dosáhla průměrné výšky 6,5 m a průměrné výčetní tloušťky 7,5 cm. Jako nejvyšší bylo hodnoceno potomstvo jedle ojíněné (8,8 m) následované potomstvy spontánních hybridů č. 9 (7,6 m) a 11 (7,5 m). Průměrnou výšku nepřekonalala potomstva 17, 1, *A. procera*, 14, 6, 12, 19. Nejhoršího výsledku dosáhla potomstva trihybridu (4,6 m), spontánní hybrid 16 (5,2 m) a kontrola – jedle bělokorá (5,3 m). V případě výčetní tloušťky jsou výsledky následující: nejlépe hodnocena byla potomstva *A. balsamea* (10,0 cm), *A. concolor* (9,3 cm) a spontánní hybrid č. 8 (8,0 cm). Průměrnou výčetní

tloušťku plochy nepřekonalala potomstva 11, 7, 13, *A. procera*, 2, 17, 14, 6, 12. Nejhůře byla hodnocena potomstva 19 (5,7 cm), 16 (5,9 cm) a *A. alba* (6,1 cm).

Na výzkumné ploše P07 byla hodnocena pouze potomstva spontánních hybridů č. 1, 2, 4, 9, 12, 16, 17, 18 a x – hybrid neznámého původu. Průměrná výška na ploše byla 6,5 m a výčetní tloušťka 7,7 cm. Nejlepších výsledků dosáhla potomstva x (7,8 m), 17 (7,2 m) a 4 (7,1 m). Podprůměrná a zároveň jako nejhorší byla potomstva 12, 6, 9, 2. Co se týče výčetní tloušťky, hodnocená potomstva odpovídají podprůměrným potomstvům ve výšce.

Z výsledků statistických analýz vyplývá významný rozdíl mezi jednotlivými potomstvy. Prostorová analýza prokázala vliv pozice jednotlivých jedinců na výzkumné ploše pro výšku, pro výčetní tloušťku nebyla data tak ovlivněna.

Experimenty s hybridizací rodu *Abies* často využívají vnitrodruhovou přechodovou afinitu středomořských jedlí. Pro hybridní potomstva *A. nordmanniana* × *A. alba* tuto afinitu zkoumal a zmínil se o ní již KLAEHN et WINIESKI (1963), v jejich práci zabývající se umělými kříženci rodu *Abies*, experimentálně prokázal GREGUSS (1988). Deset let staré potomstvo jedle bělokoré ukázalo výrazné zpomalení růstu a naopak zvýšení diferenciací růstu mezi hybridními potomstvy a potomstvy pocházející z volného opylení a samoopylení. Můžeme tedy naznačit převahu růstu hybridního potomstva ve srovnání s potomstvy jedle bělokoré. Rozdíly se mohou dále zvyšovat s rostoucím věkem pokusných ploch. Ve věku 10 let hybridní potomstva vykazovala heterózní efekt (GREGUSS 1992). Ke stejným závěrům dospěl KORMUŤÁK et al. (2013), ty ukazují prevalenci 5letých hybridní sazenice *A. nordmanniana* × *A. alba* při kontrolní variantě z kontrolovaného opylení jiných proveniencí *A. nordmanniana*. Obě potomstva 3 a 4 letých semenáčků z výše uvedených hybridních kombinací vykazují heterózní efekt od nejčasnějších ontogenetických fází. Praktické využití hybridů uvádí ve své studii GREGUSS (1988), *A. nordmanniana* × *A. holophylla* zastupuje intersekcionalního křížence s otcovských druhů asijského původu. V některých ohledech je tento hybrid podobný složitému hybridu (*A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*)) na výzkumné ploše hodnocené v této práci. Možný heterózní efekt byl pozorován již na úrovni sazenic, kříženců nejen ve vztahu ke kontrole ze samoopylení, ale také směrem k *A. nordmanniana* × *A. alba*. Podobné výsledky byly u 7letých jedinců, bylo zjištěno, že hybridní jedinci významně předrůstají kontrolní variantu *A. nordmanniana* z volného opylení (GREGUSS 1988).

Je nutné popsat určitý znak komplexních umělých kříženců (*A. koreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*)), což se projevuje ve výrazné morfologické variabilitě na pokusné ploše. Zde se podle očekávání projevuje významný vliv introgrese (ANDERSON 1953). Různá dynamika růstu jednotlivých stromů v rámci potomstva je doprovázena pozorovatelnou variabilitou tvaru a délky jehlic. Významná podobnost *Abies koreana* je vidět na mnoha jedincích hodnocených v této práci. Můžeme konstatovat, že vliv jedle korejské je hlavním faktorem ovlivňující složité hybridy ve výškovém a tloušťkovém růstu. Podobně výraznější morfologická variabilita by se dala očekávat od volně sprášených hybridních potomstev. Podobná introgrese by měla teoreticky zvýšit morfologickou variabilitu, včetně růstových charakteristik, v našem případě ale hybridizace evropských jedlí nepřináší takové zvýšení.

V otázkách výškového růstu se většina autorů shoduje s výsledky získanými z hodnocení hybridních jedinců a to že mají lepší růst než jedle bělokorá.

Plocha P08 byla z hodnocení kvantitativních znaků vyřazena pro její vysoké poškození zvěří, lidmi. Jedinci vyskytující se na ploše byli zaznamenáni do plánu plochy.

Ve srovnávací výsadbě různých druhů rodu *Abies* bylo kontrolní potomstvo jedle bělokoré hodnoceno jako nadprůměrné v obou znacích. Nejlépe se umístila potomstva *A. pinsapo* (6,1 m), *A. alba* (6,0 m) a *A. concolor* (5,9 m) ve výšce a potomstva *A. pinsapo* (8,7 cm), *A. concolor* (8,0 cm) a *A. cephalonica* (7,9 cm) ve výčetní tloušťce. Výsledky hodnocení se neshodují s výsledky z ostatních výzkumných ploch. ŠINDELÁŘ et al. (2006) hodnotí potomstva jedle španělské v rámci podmínek ČR jako silně podprůměrná a řadí tento druh jako nevhodný pro lesnické využití. Naopak *A. grandis* a *A. lowiana* jsou předchozími autory hodnoceny jako nadějně avšak na ploše jsou nejhůře hodnocenými potomstvy. Růstové charakteristiky jsou pravděpodobně ovlivněné podmínkami na ploše, která svojí náchylností na vysychání spíše vyhovuje jedli španělské. Podprůměrně byla na ploše hodnocena i potomstva *A. nordmanniana* přitom toto potomstvo hodnotí GREGUSS (1992) pozitivně. Ostatní potomstva můžeme hodnotit jako nevýznamná pro potřeby lesnictví.

6.3 Růstové charakteristiky klonových výsadeb

Na plochá byl při založení použit unikátní hybridní materiál. Výsledky je proto vhodné srovnávat s předchozími měřeními (KOBLIHA et JANEČEK 2005; JANEČEK et KOBLIHA 2007).

Na hodnocených plochách nebyl zaznamenán plagiotropní růst jedinců a proto v rámci práce nebyl hodnocen. Plagiotropní růstem se na výzkumných plochách zabývali v předchozích měřeních například KOBLIHA et POKORNÝ (1990), KOBLIHA et al. (1991), KOBLIHA (1992a, b, 1993b). Ortotropní růst lze částečně hodnotit jako unikátní výsledek.

Průměrná výška na ploše K03 dosáhla 8,2 m a výčetní tloušťka 11,8 cm. Nejvyšší výšky dosáhla potomstva č. 11 (11,2 m), jedle bělokorá – kontrola z volného opylení (11,1 m), 10 (11,1 m) a 12 (8,9 m). Výsledky analýzy ukazují na významné rozdíly mezi jednotlivými potomstvy. V roce 1998 byla kontrola (označení K3) hodnocena jako průměrná v rámci výsadby, v roce 2004 byla předstižena všemi klony. Při posledním hodnocení se však umístila s druhou nejvyšší výškou. Výsledky jsou pravděpodobně značně ovlivněny napadením hybridních jedinců korovnicemi. Vliv abiotických a biotických činitelů měl vliv na počty jedinců na ploše. Kdy u potomstva 11 byl hodnocen pouze jeden jedinec a 10 pouze dva jedinci. V případě výčetní tloušťky byla nejlepší potomstva 19 (15,3 cm), K3 (15,1 cm) a 12 (14,9 cm). I v hodnocení výčetní tloušťky se potomstvo kontroly K3 ukázalo jako produktivně zdatné.

Problémem u pokusné výsadby K04 je nedostatečný počet vysazených jedinců u některých klonů na pokusné ploše. Tento problém byl již při založení výsadby při získání výsadby schopného materiálu. Jednotlivá potomstva klonů měla různou schopnost zakořeňovat. V době založení výsadby nebyl dostatek materiálu. Jedinci jsou také jako v případě plochy K03 poškození korovnicemi.

Nejvyšší výšky dosáhla potomstva 5/2 (9,0 m), 18/8 (9,0 m), 4/5 (7,8 m) a 21/24 (7,7 m). U potomstva 18/8 se na ploše nacházel pouze jeden jedinec. Hodnocení v případě výčetní tloušťky je následující: F2 (16,2 cm), 4/5 (15,1 cm) a 13/1 (12,4 cm). Tyto potomstva ovšem dosáhla nejnižšího počtu jedinců na ploše F2 (1 jedinec), 4/5 (2 jedinci) a 13/1 (1 jedinec). Výsledky hodnocení nemají dostatečnou váhu pro nízký počet jedinců u některých potomstev.

Na ploše K05 bylo hodnoceno 92 jedinců z 203 různých klonů hybridních jedlí. Průměrná výška všech hodnocených jedinců ve výsadbě činila 4,7 m, průměrná výčetní tloušťka na ploše dosáhla 7,9 cm. Jelikož na ploše nebyla vysazena žádná kontrola, není možné plochu vyhodnotit pomocí statistických metod. Plocha je z tohoto důvodu nevhodná pro další výzkum.

Na ploše K06 bylo hodnoceno 168 různých klonů hybridních jedlí. Průměrná výška hodnocených jedinců ve výsadbě činila 4,1 m, průměrná výčetní tloušťka 6,3 cm. Tato plocha byla také založena bez výsadby kontroly. Oproti ploše K05 je vysazený materiál na ploše poškozen častými vývraty způsobenými kořenovými deformacemi. Tyto deformace byly způsobeny použitím nevhodného obalového materiálu při pěstování výsadby schopného materiálu.

7. Závěr

V rámci vyhodnocení výsledků biometrických šetření kvantitativních znaků (výška a výčetní tloušťka) na pokusných plochách na ŠLP Kostelec nad Černými lesy a v Lesích města Prostějova lze konstatovat, že nejnižší mortality dosahovala potomstva hybridní jedinců, což je pro vědce zabývající se šlechtěním lesních dřevin, lesníky a krajinné inženýry, kteří se potýkají s vysokou úmrtností při zalesňování v extrémních podmínkách, je poměrně dobrá zpráva. Měním se podmínkám prostředí způsobenými změnami klimatu mohou více odolávat hybridní potomstva. Jako zcela nevhodný druh pro potřeby lesnictví můžeme považovat *A. gracilis*.

Z hlediska kvantitativních znaků hybridní potomstva v případě výšky i výčetní tloušťky dosahovala většinou nadprůměrných hodnot. Nejlépe hodnocenými potomstvy ve výškovém růstu byla hybridní potomstva č. 9 a 11, která byla překonána pouze potomstvem *A. concolor*. U výčetní tloušťky dosáhlo nejlepších hodnot hybridní potomstvo č. 8. Nadprůměrných výsledků dosáhla v hodnocených znacích hybridní potomstva i v předchozím měření a obdobná pozitivní hodnocení jsou zaznamenána i v studiích jiných autorů např. KORMUŤÁK et al. (2013). Na růstové charakteristiky hybridních potomstev má vliv heterózní efekt, který byl pozorován u hodnocených potomstev.

Jedním z podstatných závěrů předkládané práce je potvrzení zjištění, že u hodnocení polních pokusů je důležité zohledňovat pozici posuzovaných jedinců, což není dosud v publikovaných pracích pravidlem. Ukazuje se, že zanedbání prostorové autokorelace může často vést k chybným interpretacím. Tato problematika si заслужuje podrobnější zkoumání, které by mělo vést k optimalizaci prostorových modelů pro lesnický výzkum.

Získané poznatky mohou být využity při řešení otázek souvisejících s problematikou záchrany a reprodukce genetických zdrojů jedle bělokoré v měnících se podmínkách prostředí.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- AGUIRRE-PLANTER, É; JARAMILLO-CORREA, J. P.; GÓMEZ-ACEVEDO, S; KHASA, D. P.; BOUSQUET, J.; E. EGUIARTE, L. E. Phylogeny, diversification rates and species boundaries of Mesoamerican firs (*Abies*, Pinaceae) in a genus-wide context. *Molecular Phylogenetics and Evolution* [online]. 2012, vol. 62, issue 1, s. 263-274 [cit. 2015-02-26]. DOI: 10.1016/j.ympev.2011.09.021.
- ALEXANDRIS, S. G. Untersuchungen über die Beziehungen Zwischen Hummusform Stickstoffernährungszustand standort und der Wuchsleistung von Tannenbastarden in Parnis (Griechland). *Forest Res. Inst. Bull.* 1969, vol. 29, issue 2, s. 1–37.
- ANDERSON, E. Introgressive hybridization. *Biological Reviews* [online]. 1953, vol. 28, issue 3, s. 280-307 [cit. 2014-02-26]. DOI: 10.1111/j.1469-185X.1953.tb01379.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-185X.1953.tb01379.x>
- ARBEZ, M.; FADY, B.; FERRANDES, P. Variabilite et amelioration genetique des sapins méditerranéennes – Cas du sapin de Céphalonie (*Abies cephalonica* Loud.). In *Mediterranean firs – adaptation, selection and silviculture*. International workshop: Avignon, France, 1990, s. 43–57. DOI 10.1051/forest:19910304
- ARISTA, A.; ALAOUI, M. L.; KNEES, S.; GARDNER, M. 2011 *Abies pinsapo*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Navštíveno 23. 2. 2015.
- ARNOLD, M. L. *Natural hybridization and evolution*. New York: Oxford University Press, 1997, xiii, 215 s. ISBN 01-950-9975-3.
- AUGUSTIN, S.; SCHALL, P.; SCHMIEDEN, U. Modelling aspects of forest decline in germany: I. theoretical aspects and cause-effect relationships. *Chemosphere*. 1998, vol. 36, issue 4-5, s. 965-970. ISSN 0269-7491.
- AUSSENAC, G. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Annals of Forest Science* [online]. 2002, vol. 59, issue 8, s. 823-832 [cit. 2015-02-26]. DOI: 10.1051/forest:2002080.
- AXELROD, D. I. *The Oligocene Haynes Creek Flora of eastern Idaho*. 143. vydání, Berkeley: University of California Press, 1998, 99 s., obr. příl. University of California publications in geological sciences. ISBN 0520098242.

- BECKER, M.; BRAKER, O. U.; KENK, G.; SCHNEIDER, O.; SCHWEINGRUBER, F. H. Kronenzustand und Wachstum von Waldbaumen im Dreiländereck Deutschland-Frankreich-Schweiz in den letzten Jahrzehnten. *Allgemeine Forst Zeitschrift*. 1990, vol. 45, issue 2, s. 263-266.
- BERT, G. D. Impact of ecological factors, climatic stresses, and pollution on growth of the silver fir (*Abies alba*) in the jura mountains: an ecological and dendrochronological study. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*. 1993, vol. 14, issue 2, s. 229–246. ISSN 1146-609X.
- BERAN, F. Zhodnocení výzkumných ploch provenienčních s jedlí vznešenou a ostatními cizokrajnými druhy rodu *Abies*. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VULHM 1990. 48 s., přílohy.
- BETTS, M. G.; GANIO, L. M.; HUSO, M. M. P.; SOM, N. A.; HUETTMANN, F.; JEFF BOWMAN, J.; WINTLE, B. A. Comment on “Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review”. *Ecography* [online]. 2009, vol. 32, issue 3, s. 374-378 [cit. 2014-05-06]. DOI: 10.1111/j.1600-0587.2008.05562.x.
- BIGLER, CH; GRIČAR, J.; BUGMANN, H.; ČUFAR, K. Growth patterns as indicators of impending tree death in silver fir. *Forest Ecology and Management*. 2004, vol. 199, issue 2-3, s. 183-190. ISSN 0378-1127.
- BOSKOS, L. Quelques données dendrométriques sur les peuplements de Sapin (*Abies cephalonica* Loud.) au Mainalon en Péloponèse (Grèce). *Revue Forestière Française*. 1996, issue 3, s. 271-278. DOI: 10.4267/2042/26744.
- BÄRÄIKER, O. U. Ergebnisse zum Baumwachstum auf Grund von Jahrringanalysen an Bohrkernen aus der Sanasilva-Waldschadeninventur 1984. In *Sanasilva Tagungsbericht*, 1989. Birmensdorf, EAFV, s. 32-40. ISBN 3540614605.
- BRONISZ, A.; BIJAK, S.; BRONISZ, K. Dendroklimatologiczna charakterystyka jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na terenie Gór Świętokrzyskich. *Sylwan*. 2010, vol. 154, issue 7, s. 463–470. ISSN 0039-7660.
- BRUCE, A. B. The mendelian theory of heredity and the augmentation of vigor. *Science*. 1910, vol. 827, issue 31, s. 627–628. ISSN 0036-8075.
- BUSSOTTI, F.; FERRETTI M. Air pollution, forest condition and forest decline in Southern Europe: an overview. *Environmental Pollution*. 1998, vol. 101, issue 1, s. 49-65, ISSN 0269-7491.

- CATALAN, G.; PARDOS, J. A. Genetics of the Pinsapo. *Annales Forestales*. 1983, vol. 9, issue 6, s. 185–208. ISSN 0351-2045.
- CERTINI, G.; CORTI, G.; UGOLINI, F. C. Influence of soil properties on the mortality of silver fir in Tuscany, Italy. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. 2000, vol. 119, issue 6, s. 323–331. ISSN 0015-8003.
- CLAIR, J. B.; CRITCHFIELD, W. B. Hybridization of a Rocky Mountain fir (*Abies concolor*) and a Mexican fir (*Abies religiosa*). *Canadian Journal Forest Research*. 1988, vol. 18, issue 5, s. 640–643. ISSN 0045-5067.
- CRAMER, H. H. On the predisposition to disorders of Middle European forests. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. 1984, vol. 37, s. 97–207. ISBN-13:978-3-642-76997-9.
- CRITCHFIELD, W. B. Hybridization of the California firs. *Forest Science*. 1988, vol. 34, issue 1, s. 139–151. ISSN 0015-749X.
- COLWELL, R. K.; BREHM, G.; CARDELÚS, C. L.; GILMAN, A. C.; LONGINO, J. T. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science*. 2008, vol. 322, issue 5899, s. 258–261. ISSN 0036-8075.
- CORNELIUS, C.; LEINGÄRTNER, A.; HOISS, B.; KRAUSS, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; MENZEL, A. Phenological response of grassland species to manipulative snowmelt and drought along an altitudinal gradient. *Journal of Experimental Botany*. 2013, vol. 64, issue 1, s. 241–251. ISSN 0022-0957, eISSN 1460-2431.
- COULSTON, J. W.; RIITERS, K. H. Preserving biodiversity under current and future climates: a case study. *Global Ecology and Biogeography*. 2005, vol. 14, issue 1, s. 31–38. ISSN 0960-7447.
- ČÁP, J.; NOVOTNÝ, P. Přehled dosavadních výsledků hodnocení výzkumných provenienčních ploch s jedlí bělokorou (*Abies alba* MILL.) série 1973 - 1977. In Šlechtění lesních dřevin v České republice a Polsku. Sborník ze semináře s mezinárodní účastí, Strnady 8. 9. 2005, ed. P. Novotný, 99 s., Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 2006. s. 69-83.
- ČÁP, J.; NOVOTNÝ, P.; DOSTÁL, J.; FRÝDL, J. Zhodnocení dvou provenienčních ploch s jedlí bělokorou (*Abies alba* Mill.) na lokalitě Hůrky v jižních Čechách ve věku 36 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2013, vol. 58, č. 4, s. 370–381. ISSN 1805-9872.
- DALE M. R.; FORTIN M. J. Spatial autocorrelation and statistical tests in ecology. *Ecoscience*. 2002, vol. 9, issue. 2, s. 162–167. ISSN 1195-6860.

- DALE M. R.; FORTIN M. J. Spatial autocorrelation and statistical tests: Some solutions. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* [online]. 2009, vol. 14, issue 2, s. 188-206 [cit. 2015-05-06]. DOI: 10.1198/jabes.2009.0012. ISSN 1085-7117. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1198/jabes.2009.0012>
- DAN, Z.; LIU, P.; HUANG, W.; ZHOU, W.; YAO, G.; et al. Balance between a Higher Degree of Heterosis and Increased Reproductive Isolation: A Strategic Design for Breeding Inter-Subspecific Hybrid Rice. *PLoS ONE*. 2014, vol. 9, issue 3, e93122. doi:10.1371/journal.pone.0093122.
- DESTEVEN, D. Experiments on Mechanisms of Tree Establishment in Old-Field Succession - Seedling Emergence. *Ecology*. 1991, vol. 72, issue. 3, s. 1066-1075. ISSN 0012-9658.
- DOAK, D. F.; MORRIS, W. F. Demographic compensation and tipping points in climate-induced range shifts. *Nature*. 2014, vol. 467, issue 7318, s. 959–962. ISSN 0028-0836.
- DOBROWOLSKA, D. U. Zamieranie jodly... wciaz nie wyjaśnione zjawisko. *Sylvan*. 1989, vol. 6, issu 1-2, s. 59–67. ISSN 0039-7660.
- DUBOVSKÝ, J.; MARŠÁLEK, L. *Genetika rastlín*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1968. 411 s. ISBN 0-905944-34-8.
- DUNGEY, H. S. Pine hybrids - a review of their use performance and genetics. *Forest Ecol Manag*. 2000, vol. 148, issue 1-3, s. 243-258. ISSN 0378-1127.
- DORMANN, C. F.; MCPHERSON, J. M.; ARAUJO, M. B.; BIVAND, R.; BOLLIGER, J. et al. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*. 2007, vol. 30, issue 5, s. 609–628. ISSN 0906, eISSN 1600-0587.
- ECKENWALDER, J. E. *Conifers of the World: The Complete Reference*. 1. vydání, Portlend: Timber Press inc. 2009. ISBN-13: 978-0-88192-974-4.
- ELLING W.; DITTMAR CH.; PFAFFELMOSER K.; RÖTZER T. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. *Forest Ecology and Management*. 2009, vol. 257, issue 4, s. 1175-1187, ISSN 0378-1127.
- ENGELMANN, G. A Synopsis of the American firs (*Abies* Link.). *Transaction of the St. Louis academic Scientes*. 1978, vol. 3, issue 1, s. 593–602. ISSN 001507662.

- ERIKSSON, G.; EKBERG, I.; CLAPHAM, D. *An introduction to forest genetics*. 2. vydání. Uppsala: Department of Plant Biology and Forest Genetics. 2006, 186 s. ISBN 91-576-7190-7.
- Evidence reprodukčního materiálu lesních dřevin – online na <http://eagri.cz/public/app/uhul/ERMA2/Uj>. [Navštíveno 9. 1. 2014.]
- FADY, B. Geographic variation in *Abies cephalonica* and related Mediterranean *Abies* species from terpene and isozyme analyses: hypotheses on the phylogeny of Aegean *Abies* species. International Symposium on Population Genetics and Gene Conservation, Carcans-Maubuisson, France. Netherlands: SPB Academic Publishing, 1995. s. 171–179. ISSN 90-5103-109-2.
- FADY, B.; ARBEZ, M.; MARPEAU, A. Geographic variability of terpene composition in *Abies cephalonica* and *Abies* species around the Aegean: Hypotheses for their possible phylogeny from the Miocene. *Trees*. 1992, vol. 6, s. 162–171. ISSN 1432-2285.
- FADY, B.; CONKLE, M. T. Allozyme variation and possible phylogenetic implications in *Abies cephalonica* Loudon and some related eastern Mediterranean firs. *Silvae Genetica*. 1993, vol. 42, issue 6, s. 351–359. ISSN 0037-5349.
- FARJON, A. *A Natural History of Conifers*. 1. vydání. Portland: Timber Press inc. 2008. ISBN-13: 978-0-88192-869-3.
- FARJON, A. *A Handbook of the World's Conifers*. 1. vydání. London: Brill Academic Pub. 2010. ISBN-13: 978-9004177185.
- FARJON, A. *Abies balsamea* var. *phanerolepis*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. [Navštíveno 9. 1. 2014.]
- FARJON, A.; FILER, D. *An Atlas of the World's Conifers: An Analysis of Their Distribution, Biogeography, Diversity And Conservation Status*. 1. vydání. London: Brill Academic Pub. 2013. ISBN-13: 978-9004211803.
- FARJON, A.; RUSHFORTH, K. D. A clasification of *Abies* Miller (Pinaceae). *Notes RBG*. 1989, vol. 46, issue 1, s. 59–79. ISSN 0 85224 559 9.
- FOWELLS, H. A. *Silvics of Forest Trees of the United States*. In Agric. Handbook, U. S. Dept. Agric: Torest Service, 1965, bs.
- FRANCO, J. D. *Abietes*. 1. vyd. Lisboa: Madrid, 1950, s. 59–79.

- FRAMPTON, J.; BENSON, D. M. Seedling resistance to *Phytophthora cinnamomi* in the genus *Abies*. *Annals of Forest Science*. 2012, vol. 69, issue 7, s. 805 – 812. ISSN 1286-4560.
- FRAMPTON, J.; ISIK, F.; BENSON, D. M. Genetic variation in resistance to *Phytophthora cinnamomi* in seedlings of two Turkish *Abies* species. *Tree Genetics and Genomes*. 2013, vol. 9, issue 1, s. 53 – 63. ISSN 1614-2942.
- FRUTOS, A.; OLEA, P. P.; VERA, R. Analyzing and modelling spatial distribution of summering lesser kestrel: The role of spatial autocorrelation. *Ecological Modelling*. 2007, vol. 200, issue 1-2, s. 33–44. ISSN 0304-3800.
- FULÍN, M.; REMEŠ, J.; TAUCHMAN, P. Růst a produkce jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) ve srovnání s jinými jehličnany. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2013, vol. 58, č. 2, s. 186-192. ISSN 1805-9872.
- GÖMÖRY, D.; LONGAUER, R.; LIEPELT, S.; BALLIAN, D.; BRUS, R.; KRAIGHER, H.; PARPAN, V. I.; PARPAN, T. V.; PAULE, L.; STUPAR, V. I.; ZIEGENHAGEN, B. Variation patterns of mitochondrial DNA of *Abies alba* Mill. in suture zones of postglacial migration in Europe. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2004, vol. 73, issue 3, s. 203–206. ISSN 0001-6977.
- GORDON, G.; GLENDINNING, R. *The pinetum: being a synopsis of all the coniferous plants at present known, with descriptions, history, and synonymes*. London: H. G. Bohn, 1858, xxii vyd., 353 s.
- GRANT, V. *Plant speciation*. New York: Columbia University Press, 1971, x. vyd., 435 s. ISBN 02-310-3208-0.
- GREGUSS, L. Interspecific hybridization of fir. Replacement of the fading Silver fir. *Lesnictví*. 1988, vol. 34, issue 9, s. 797-808. ISSN 1212-4834.
- GREGUSS, L. Hodnotenie začiatočného rastu mezidruhových jedlových hybridov na príklade trvalej výskumnej plochy Drieňová. *Lesnícky časopis-Forestry Journal*. 1992, vol. 38, issue 3, s. 223–238. ISSN 1212-4834.
- GREGUSS, L. Hodnotenie prežívania hybridných jedlí. In *Šľachtenie lesných drevín v meniacich sa podmienkach prostredia*. 1. vydání. Bratislava: Lesnícky výskumný ústav, 1994, 207 s. ISBN 8096714023, 9788096714025.
- GREGUSS, L. Mezidruhová hybridizácia lesných drevín v meniacich sa ekologických podmienkach. *Lesnícky časopis*. 1995, vol. 41, issue 11, s. 531–540. ISSN 1212-4834.

- GREGUSS, L.; LONGAUER, R. Prežívání hybridních jedlí vo věku 15 rokov na troch trvalých výskumných plochách. *Lesnícky časopis*. 1996, vol. 42, issue 5/6, s. 363–370. ISSN 1212-4834.
- GREGUSS, L.; PAULE, L. Artificial hybridization in the genus *Abies* (Review). In *IUFRO – Tannensymposium*, 1988. s. 179–184. ISBN 80-228-0010-4.
- HANSEN, O. K.; MCKINNEY, L. V. Establishment of a quasi-field trial in *Abies nordmanniana* – test of a new approach to forest tree breeding. *Tree Genetics & Genomes*. 2010, vol. 6, issue 2, s. 345–355. ISSN 1614-2942.
- HARLOW, W. M.; HARRAR, E. S. Pinaceae – *Abies*. In *Taxebok of Dendrology*. 1. vyd. New York – Toronto – London: Mc Graw-Hill book company, 1958, s. 169–193.
- HE, T. H.; PAUSAS, J. G.; BELCHER, C. M.; SCHWILK, D. W.; LAMONT, B. B. Fire-adapted traits of *Pinus* arose in the fiery Cretaceous. *New Phytologist*. 2012, vol. 194, issue 3, s. 751–759. ISSN 0028-646X.
- HEWITT, G. M. Hybrid zones – natural laboratories for evolutionary studies. *Trends in Ecology & Evolution*. 1988, vol. 3, issue 7, s. 158–167. ISSN 1432-2285.
- HEWITT, G. M. Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2004, vol. 359, s. 183–195.
- HIEKE, K. *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů*. 1. vyd. Brno: Computer press, 2008. 246 s. ISBN 978-80-251-1901-3.
- HRAŠKA, Š. *Genetika rastlín*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1990. 320 s. ISBN 80-07-00238-3.
- HOFMAN, J. *Pěstování jedle obrovské*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963, 116 s. Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství).
- HÖRSCH, B. Modelling the spatial distribution of montane and subalpine forests in the central Alps using digital elevation models. *Ecological Modelling*. 2003, vol. 168, issue 3, s. 267–282. ISSN 0304-3800.
- HYNEK, V. Provenienzflächen der Weißtanne in der ČSSR. In 3. IUFRO-Tannensymposium Zvolen, 1987. s. 101–111.
- HYNEK, V. Hodnocení provenienčních ploch s jedlí bělokorou na Šumavě. *Práce VÚLHM*, 1989, vol. 74, s. 207–238.
- HYNEK, V. Návrh semenářských oblastí a přenosu reprodukčního materiálu pro buk lesní, dub zimní a letní, lípu malolistou a velkolistou, javor mléč a klen, jasan ztepilý a úzkolistý a pro jedli bělokorou v ČR. *Lesnická práce*. 2000, vol. 79,

no. 4, s. 35–39. ISSN 0322-9254. <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-4-00/navrh-semenarskych-oblasti-a-prenosu-reprodukcnih-materialu>. [Navštíveno 14. 8. 2013.]

CHMIELEWSKI, F.-M.; RÖTZER, T. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2001, vol. 108, issue 2, s. 101–112. ISSN 0168-1923.

CHRISTERSSON, L. Future research on hybrid aspen and hybrid poplar cultivation in Sweden. *Biomass Bioenerg.* 1996, vol. 11, issue. 2-3, s. 109-113. ISSN 0961-9534

IGAWA, M.; KOJIMA, K.; YOSHIMOTO, O.; NAUSAI, B. Air pollutant deposition at declining forest sites of the Tanzawa Mountains, Japan. *Atmospheric Research*. vol. 151, special issue, s. 93-100, ISSN 0169-8095, eISSN 1873-2895.

INDRA P. Podíl jedle bělokoré ve výhledových cílech obnovy lesa u LČR. *Lesnická práce*. 2002, vol. 80, Is. 1, s. 20–21. ISSN 0322-9254.

INNES, J. L. Forest Health: Its Assessment and Status. 1. vyd. Oxon: CAB International Wallingford. 1993, 667 s. ISBN 0851987931, 9780851987934.

JANEČEK, V.; KOBLIHA, J. Spontaneous hybrids within the genus *Abies* – growth and development. *Journal of forest Science*. 2007, vol. 53, issue 5, s. 193–203. ISSN 1212-4834.

JASIČOVÁ, M. Pinopsida. In *Flóra Slovenska II*. 1. vyd. Bratislava: SAV, 1966. 324 s.

JOHNSEN, K. H.; MAJOR, J. E.; LOO, J.; MCPHEE, D. Negative heterosis not apparent in 22-year-old hybrids of *Picea mariana* and *Picea rubens*. *Canadian Journal of Botany* [online]. 1998, vol. 76, issue 3, s. 434-439 [cit. 2015-05-10]. DOI: 10.1139/b98-002.

JONARD, M.; LEGOUT, A.; NICOLAS, M.; DAMBRINE, E.; NYS, C.; ULRICH, E.; PER, R. v. D.; PONETTE, Q. Deterioration of Norway spruce vitality despite a sharp decline in acid deposition: a long-term integrated perspective. *Global Change Biology*. 2012, vol. 18, issue. 2, s. 711-725. ISSN 1354-1013.

KAHLE, H.-P.; SPIECKER, H.; PEREZ-MARTINEZ, P.-J.; UNSELD, R. Causes of changes in growth of European Forests: analysis of the role of climatic factors and nitrogen nutrition. *The International Forestry Review*. 2005, vol. 7, issue 5, s. 89. ISSN 0931-1890.

KAHLE, H.-P.; KARJALAINEN, T.; SCHUCK, A.; AGREN, G. I.; KELLOMÄKI, S.; MELLERT, K.; PRIETZEL, J.; REHFUESS, K. E.; SPIECKER, H. Causes and Consequences of

- Forest Growth Trends in Europe. European Forest Institute Research Project 21. Results of the RECOGNITION Project, Brill, Leiden, Boston, 2008, vol. 21, 261 s.
- KAJBA, D. The variability of silver fir: within a population and between different populations. In Matić, S. et al. (eds.): *Obična jela (Abies alba Mill.) u Hrvatskoj*. 1. vyd. Zagreb: Akademija šumarskih znanosti, 2001, s. 355–364.
- KANDLER, O.; INNES, J. K. Air pollution and forest decline in central Europe. *Environmental Pollution*. 1995, vol. 90, issue 2, s. 171-180, ISSN 0269-7491.
- KANTOR, J.; CHIRA, E. On the possibility of crossing certain species of the genus *Abies*. *Acta Universitatis agriculturae*, Series C, 1971, vol. 40, issue 1, s. 15–27.
- KANTOR, J.; VINCENT, G. Lze předcházet ústupu jedle z našich lesů? In *Lesnictví-Forestry*, 1970, vol. 16, issue 3, s. 235–246. ISSN 1212-4834.
- KATSUKI, T.; RUSHFORTH, K.; ZHANG, D. 2011. *Abies veitchii*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Navštíveno 9. 1. 2014.
- KATSUKI, T.; ZHANG, D.; RUSHFORTH, K. 2013. *Abies holophylla*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Navštíveno 9. 1. 2014.
- KENK, G. Wachstumanalysen im Zusammenhang mit den gegenwärtigen Waldschäden: Ergebnisse und Folgerungen für Nadelbaumbestände in Baden-Württemberg. DVFA, Sektion Ertragskunde, Bericht über die Tagung 12.-14 Mai 1986, s. 10/1-10/14.
- KENK, G. Effects of air pollution on forest growth in southwest Germany - Hunting for a phantom? In *Proc. IUFRO XIX World Congress*, 5-11 August, Montreal, Canada, 1990, IUFRO, s. 388-95.
- KENT, A.H. *Veitch manual of the Coniferae*. 1. vyd. London: James Veitch and sons, 1900, s. 486–545. ISBN 1152101781, 9781152101784.
- KLAHN, F. U.; WINIESKI, J. A. Interspecific hybridization in the genus *Abies*. *Silvae Genetica*. 1963, vol. 26, issue 1, s. 130–140. ISSN 0037-5349.
- KNABE, W. Zu den Schadbildern des Fichtensterbens. *Allgemeine Forstzeitschrift*. 1981, vol. 36, issue 1, s. 660-661.
- KOBLIHA, J. Proměnlivost hybridních potomstev v rámci rodu *Abies*. *Lesnictví-Forestry*. 1988, vol. 34, issue 2, s. 769–780. ISSN 1212-4834.

- KOBLIHA, J. Problémy autovegetativního množení hybridní jedle. In *Vegetativní množení smrku, buku a jiných lesních dřevin*. Sborník přednášek ze semináře: Brno, listopad 1989a, s. 49–53.
- KOBLIHA, J. Some Results of hybridization and conservation of the genofound of *Abies alba*. In *Forest Genetics, Breeding and Physiology of Woody Plants*. Proceedings of the International Symposium: Voronezh, September 24–30, 1989b, s. 59–63.
- KOBLIHA, J. *Novošlechtění jedle (Abies spp.) na zvýšení vitality*. Závěrečná zpráva, dílčí projekt, projekt E5.2 Management lesních ekosystémů k podpoře ekologické stability krajiny. Praha: VŠZ v Praze, 1992a. 21 s.
- KOBLIHA, J. *Moderní metody ve šlechtění lesních dřevin*. Habilitační práce. Praha: VŠZ v Praze, 1992b. 140 s.
- KOBLIHA, J. Vegetativní reprodukce jedle pro potřeby šlechtitelských programů. In *Vegetativní množení lesních dřevin a poznatky o náhorní variantě borovice lesní*. Mezinárodní seminář Kladská, 28.–30. 4. 1993, 1993a: s. 35–37.
- KOBLIHA, J. *Novošlechtění a reprodukce jedle*. Jubilejní konference LVÚ Zvolen, 8.–10. 9. 1993, 1. sekce, 1993b: s. 12–28.
- KOBLIHA, J. Hybridizace v rámci rodu *Abies* se zaměřením na získání hybridů generace F2. *Lesnictví-Forestry*, 1994, vol. 40, no. 12, s. 513–518. ISSN 1212-4834.
- KOBLIHA, J.; JANEČEK, V. Specialní šlechtitelský program pro jedli. In: Sborník z celostátního semináře Pěstování a umělá obnova jedle bělokoré. Chudobín u Litovle, Česká lesnická společnost, 28. 8. 2001. Kravaře, AVE Centrum 2001: 56–69.
- KOBLIHA, J.; JANEČEK, V. Development of hybrid fir clonal material. *Journal of Forest Science*. 2005, vol. 51, issue 1, s. 3–12. ISSN 1212-4834.
- KOBLIHA, J.; KRÁLÍK, J. Vliv růstové látky paclobutrazol na přežívání a zakořeňování hybridní jedle. *Lesnictví-Forestry*. 1992, vol. 38, issue 11, s. 889–897. ISSN 1212-4834.
- KOBLIHA, J.; POKORNÝ, P. Výsledky autovegetativního množení různých hybridů v rámci rodu *Abies*. *Lesnictví*. 1990, vol. 36, issue 7, s. 617–624. ISSN 1212-4834.
- KOBLIHA, J.; SNÁŠELOVÁ, V. Prospective possibilities of preserving and utilizing genetic diversity within the genus *Abies*. Proceedings of the 10th World Forestry Congress. Paris, September 1991.

- KOBLIHA, J.; SNÁŠELOVÁ, V.; HAVEL, L. Explantátové kultury – perspektivní možnost masového množení cenných hybridů z rodu *Abies*. *Lesnictví*. 1991, vol. 37, no. 4–5, s. 295–302. ISSN 1212-4834.
- KOBLIHA, J.; STEJSKAL, J.; ŠKORPÍK, P.; FRAMPTON, J. Recent results of Czech – American fir hybridization research. *Journal of Forest Science*. 2013, vol. 59, issue 1, s. 64 – 71. ISSN 1212-4834.
- KOBLÍŽEK, J.: Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. 2. vydání. Tišnov: Sursum. 2006. 551 s. ISBN 80-7323-117-4
- KOO, K. A.; PATTEN, B. C.; TESKEY, R. O.; CREED, I. F. Climate change effects on red spruce decline mitigated by reduction in air pollution within its shrinking habitat range. *Ecological Modelling*. 2014, vol. 293, special issue, s. 81-90, ISSN 0304-3800, eISSN 1872-7026.
- KORMUŤÁK, A. Study on species hybridization within the genus *Abies*. *Acta Dendrologica*, 1985. 127 s.
- KORMUŤÁK, A. Výškový rast vybraných druhov cudzokrajných jedlí a ich hybridov. Sborník ze 7. celostátní semenářsko-šlechtitelské konference. Spišská Nová Ves, 1986, s. 123–131.
- KORMUŤÁK, A. Hybridological relationship of silver fir (*Abies alba* Mill) with some foreign species of firs introduced to Slovakia. In *Šľachtenie lesných drevín v meniacich sa podmienkach prostredia*. 1994, s. 47–49. 1994. ISBN 80-967140-2-3.
- KORMUŤÁK, A.; VOOKOVÁ, B.; ČAMEK, V.; SALAJ, T.; GALGÓCI, M.; MAŇKA, P.; BOLEČEK, P.; KUNA, R.; KOBLIHA, J.; LUKÁČIK, I.; GÖMÖRY, D. Artificial hybridization of some *Abies* species. *Plant Systematics and Evolution*. 2013, vol. 299, issue 6, s. 1175-1184. ISSN 0378-2697.
- KOSSENAKIS, G. The Greek fir. In Gassos, 1947, vol. 1, s. 25–54.
- KOŠULIČ, M. Genetické problémy související s „odumíráním jedle“. *Lesu zdar*. 2005, vol. 4, s. 8–9.
- KREHAN, H., Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme. FBVA Berichte. 1989, vol. 39, s. 1–56.
- KRÜSSMANN, G. *Handbuch der nadelgehölze*. 2. vyd. Berlin, Hamburg: Paul Parey Verlag, 1983. 396 s.

- LARIGAUDERIE, A.; KÖRNER, C. Acclimation of Leaf dark respiration to temperature in alpine and lowland plant species. *Annals of Botany*. 1995, vol. 76, issue 3, s. 245–252. ISSN 0305-7364.
- LARSEN, J. B.: *Forest tree breeding*. 1. vyd. Copenhagen: Roy. Vet. Agr. Coll., 1934, s. 96–109.
- LARSEN, J. B. Das Tannensterben: eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser rätselhaften Komplexkrankheit der Weißtanne (*Abies alba* Mill.). *Forstwiss. Centralbl.* 1986, vol. 105, issue 1, s. 381–396.
- LENOIR, J.; GÉGOUT, J. C.; MARQUET, P. A.; DE RUFFRAY, P.; BRISSE, H. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science*. 2008, vol. 320, issue 5884, s. 1768–1771. ISSN 0036-8075.
- LEPAGE, B. A.; BASINGER, J. F. Evolutionary history of the genus *Pseudolarix* Gordon (Pinaceae). *Internacional Journal of Plant Sciences*. 1995, vol. 156, issue 6, s. 910–950. ISSN 1058-5893.
- LEWANDOWSKI, A.; FILIPIAK, M.; BURCZYK, J. Genetic variation of *Abies alba* Mill. in Polish part of Sudety Mts. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2001, vol. 70, issue 3, s. 215–219. ISSN 0001-6977.
- LI, BL.; HOWE, GT.; WU, RL. Developmental factors responsible for heterosis in aspen hybrids (*Populus tremuloides* x *P. tremula*). *Tree Physiology*. 1996, vol. 18, issue 1, s. 29-36. ISSN 0829-318X.
- LIA, Y.; LIA, Y.; MAA, X.; et al. Contributions of parental inbreds and heterosis to morphology and yield of single-cross maize hybrids in China. *Crop Science*. 2013, vol. 54, issue 1, s. 76–88. ISSN 0011-183X, eISSN 1435-0653
- LIEBHOLD, E.; DRECHSLER, M. Schadenzustand und-entwicklung in den SO₂-geschädigten Fichtengebieten Sachsens. *Allgemeine Forstzeitung*. 1991, vol. 46, issue 1, s. 492–494 (In German).
- LIEPELT, S.; BIALOZYT, R.; ZIEGENHAGEN B. Wind-dispersed pollen mediated post-glacial gene flow among refugia. *Proc Natl Acad Sci*. 2002, vol. 99, issue 1, s. 14590–14594.
- LIEPELT, S.; MAYLAND-QUELLHORST, E.; LAHME, M.; ZIEGENHAGEN, B. Contrasting geographical patterns of ancient and modern genetic lineages in Mediterranean *Abies* species. *Plant Systematic and Evolution*. 2010, vol. 284, issue 3-4, s. 141-151. ISSN: 0378-2697.

- LINARE, J. C. Biogeography and evolution of *Abies* (*Pinaceae*) in the Mediterranean Basin: the roles of long-term climatic change and glacial refugia. *Journal of Biogeography*. 2011, vol. 38, issue 4, s. 619–630. ISSN 0305-0270.
- LIU, T.S. *A monograph of the genus Abies*. 1. vyd. China: Taiwan, Taipei: National Taiwan University, 1971. 608 s.
- LO, E. Y. Y.; STEFANOVIĆ, S.; CHRISTENSEN, K. I.; DICKINSON, T. A. Evidence for genetic association between East Asian and western North American *Crataegus* L. (*Rosaceae*) and rapid divergence of the eastern North American lineages based on multiple DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2009, vol. 51, issue 2, s. 157–168. ISSN 1055-7903.
- LONGAUER, R. Genetic variation of European silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Western Carpathians. *Journal of Forest Science*. 2001, vol. 47, issue 10, s. 429–438. ISSN 1212-4834.
- LONGAUER, R.; GÖMÖRY, D.; PAULE, L.; BLADA, I.; POPESCU, F.; MANKOVSKA, B.; MÜLLER-STARCK, G.; SCHUBERT, R.; PERCY, K.; SZARO, R. C.; KARNOSKY, D. F. Genetic effects of air pollution on forest tree species of the Carpathian Mountains. *Environmental Pollution*. 2004, vol. 130, issue 1, s. 85-92. ISSN 0269-7491.
- LORENZINI, G. Towards an ozone climatology over the Mediterranean basin: environmental aspects. *Medit*. 1993, vol. 4, issue 1, s. 53-59.
- LÜHRTE, v. A. *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin*, 1991, 77 s.
- MAKRIS, K. *Les types de forests d' Abies cephalonica et leur production*. 1. vyd. Greece- Athenis: ESF, 1962. 235 s.
- MÁLEK, J. *Problematika ekologie jedle bělokoré a jejího odumírání*. 1. vyd. Praha: Academia, 1983. 112 s. Studie ČSAK.
- MANLEY, S.; LEDIG, F. T. Photosynthesis in black and red spruce and their hybrid derivatives: ecological isolation and hybrid adaptive inferiority. *Canadian Journal of Botany*. 1979, vol. 57, issue. 4, s. 305–314. ISSN 0008-4026.
- MARIOLOPOULOS, Ē. G. *An outline of the climate of Greece*. Athens: [Meteorological Institute of the University of Athens], 1961, 51 s., [5] leaves of plates. *Dēmosieumata Ergastēriou Meteōrologias Panepistēmiou Athēnōn*, 6.
- MATZENKO, A. E. *Conspectus generis Abies* Mill. *Novosti Sistematiki vyssjikh Rastenii*, 1968, vol. 5, issue 1, s. 9–12.

- MAYER, H. Beitrag zur Frage der Rückgängigkeitserscheinungen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) am Nordrand ihres Naturareals. *Arch. Forstw.* 1957, vol. 6, s. 719–787.
- MAYER, H. *Monographie der abietineen des japanischen Reiches*. 2. vyd. München: Gustav Himmer, 1980. 312 s.
- MAYER, R. H. Zur Waldbauliche Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Berwald. *Der Forst- und Holz-wirt*, 1979, vol. 34, issue 16, s. 333–343.
- MAYER, R. H. Mediterran-Montane tannen-Arten und ihre Bedeutung für Anbauversuche in Mitteleuropa. *Cbl. Ges. Forstw.* 1981, vol. 98, s. 223–241.
- MEJNARTOWICZ, L. Genetyka. In Białobok, S. (red.): *Jodła pospolita *Abies alba* Mill.* 1. vyd. Warszawa, Poznań : Wydawnictwo naukowe, 1983, s. 285–316.
- MEJNARTOWICZ, L. Cisovka – the relict population of *Abies alba* and its relationship to man-made silver fir stands in Bielowieża primeval forest. *Acta societatis botanicorum Poloniae*. 1996, vol. 65, no. 3/4, s. 319–328. ISSN 0001-6977.
- MEJNARTOWICZ, L. Evidence for Long-term Heterosis Phenomenon on the *Alnus incana* x *glutinosa* F₁ Hybrids. *Silvae Genetica*. 1999, vol. 48, issue 2, s. 100-103. ISSN 0037-5349.
- MELOUN, M.; MILITKÝ, J.: *Statistická analýza experimentálních dat*. 1. vyd. Academia: Praha 2004. 953 s., CD-ROM. ISBN 80200-1254-0.
- MELOUN, M.; MILITKÝ, J.: *Kompendium statistického zpracování dat*. 1. vyd. Academia: Praha 2006. 764 s., CD-ROM. ISBN 80-200-1008-4.
- MERGEN, F.; BURLEY, J.; SIMPSON, B. A. Artificial hybridization in *Abies*. *Zeuchter*. 1964, vol. 34, issue 6-7, s. 242–251.
- MERGEN, F.; GREGOIRE, T. C. Growth of hybrid fir trees in Connecticut. *Silvae Genetica*. 1988, vol. 37, issue 3–4, s. 118–124. ISSN 0037-5349.
- MILNE, R. I. Phylogeny and biogeography of *Rhododendron* subsection *Pontica*, a group with a tertiary relict distribution. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2004, vol. 33, issue 2, s. 389–401. ISSN 1055-7903.
- MITSOPOULOS, D. J.; PANETSOS, K. P. Origin of variation in fir forest of Greece. *Silvae Genetica*. 1987, vol. 36, issue 1, s. 1–15. ISSN 0037-5349.
- MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. *Lesnická dendrologie 1, Jehličnaté dřeviny, Přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin*. 3. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. 153 s.
- MÜLLER, K. W. *Deutsche Baumschule 1*. 1. vyd. München: [sine loco], 1989. 32 s.

- NAVEH, Z.; STEINBERGER, E. H.; CHAIM, S.; ROTMANN, A. Photochemical air pollutants. A threat to Mediterranean coniferous forest and upland ecosystems. *Environmental Conservation*. 1980, vol. 7, issue 4, s. 301-309. ISSN 0376-8929.
- PANETSOS, C. P. Monograph of *Abies cephalonica* Loudon. *Annales Forestales*. 1975, vol. 7, issue 1, s. 1-22.
- PARDUCCI, L.; SZMIDT, A. E.; VILLANI, F.; WANG, X. E.; CHERUBINI, M. Genetic variation of *Abies alba* from Italy. *Hereditas*. 1996, vol. 125, issue 1, s. 11-18. ISSN 0018-0661.
- PAULE, L. *Genetika a šľachtenie lesných drevín*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1992. 304 s. ISBN 80-07-00409-2.
- PIGNATTI, S. Evolutionary trends in Mediterranean flora and vegetation. *Vegetatio*. 1978, vol. 37, issue 3, s. 175-185. ISSN 0042-3106.
- PILÁT, A. *Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků*. 1. vyd. Praha: ČSAV, 1964, 507 s., obr. příl.
- PLEVA, J. *Lesnícka botanika*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo poľnohospodárskej literatúry, 1962. 412 s.
- POKORNÝ, J. Zkušenosti s pěstováním jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) v Evropě a ČSR. *Lesnictví*. 1959, vol. 5, s. 1071-1094. ISSN 1212-4834.
- POLENO, Z. Prognóza dalšího ústupu jedle. *Práce VÚLHM*. 1977, vol. 51, no. 1, s. 41-52.
- POLITI, P.; GEORGHIOU, K.; ARIANOUTSOU, M. Reproductive biology of *Abies cephalonica* Loudon in Mount Aenos National Park, Cephalonia, Greece. *Trees*. 2011, vol. 25, issue 4, s. 655-668, eISSN: 1432-2285.
- PRETZSCH, H. Wachstumsmerkmale Oberpfälzer Kiefernbestände in den letzten 30 Jahren. *Allgemeine Forstzeitschrift*. 1985, vol. 40, s. 1122-1126.
- RAFAJ, P.; AMANN, M.; SIRI, J. G. Factorization of air pollutant emissions: Projections versus observed trends in Europe. *Science of the Total Environment*. 2014, vol. 494, s. 272-282. eISSN 1879-1026, ISSN 0048-9697.
- RAN, J. H.; WEI, X. X.; WANG, X. Q. Molecular phylogeny and biogeography of *Picea* (*Pinaceae*): implications for phylogeographical studies using cytoplasmic haplotypes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 2006, vol. 41, issue 2, s. 405-419. ISSN 1055-7903.

- RANGEL, T. F.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology. *Ecography*. 2010, vol. 33, issues. 1, s. 46–50. ISSN 0906-7590.
- REHFUESS, K.-E.; ÅGREN, G. I.; ANDERSSON, F.; CANNELL, M. G. R.; FRIEND, A.; HUNTER, I.; KAHLE, H.-P.; PRIETZEL, J.; SPIECKER, H. Relationships between recent changes of growth and nutrition of Norway spruce, Scots pine and European beech forests in Europe - RECOGNITION. Working Paper 19, European Forest Institute, Joensuu, Finland 1999, 94 s.
- ROHMEDER, E. Praktische Anwendungsmöglichkeiten forstgenetischer Forschungsergebnisse. *Forstwest. Centralbl.* 1961a, vol. 112, issue 1, s. 43–71.
- ROHMEDER, E. Das problem der Erkennbarkeit überdurchschnittlicher Wuchsveranlagung an Phänotyp der Mutterbäume. *Forstwest. Centralbl.* 1961b, vol. 80, issue 11-12, s. 29–36.
- ROHMEDER, M.; EISENHUT, G. Bastardierung in der Gattung *Abies*. *Allg. Forstz.* 1961, vol. 34, issue 4, s. 495–497.
- SARGENT, C. S. *Manual of the trees of North America*. 1. vyd. Cambridge: Reverside press, 1926, s. 50–61.
- SCALTSOYIANNES, A.; TSAKTSIRA, M.; DROUZAS, A. D. Allozyme differentiation in the Mediterranean firs (*Abies*, *Pinaceae*). A first comparative study with phylogenetic implications. *Plant Systematics and Evolution*. 1999, vol. 216, issue 3-4, s. 289–307. ISSN 0378-2697.
- SEMERIKOVA S. A.; SEMERIKOV V. L. Mitochondrial DNA Variation and Reticulate Evolution of the Genus *Abies*. *Russian Journal of Genetics*. 2014, vol. 50, issue 4, s. 420-432. ISSN: 1022-7954.
- SCHENONE, G. Impact of air pollutants on plants in hot, dry climates. In: Jackson, M. B.; Blank, C. R. (Eds.). *Interacting Stresses on Plants in a Changing Climate*, NATO ASI Series. Series I: Global Environmental Change. Springer: Berlin, 1993, s. 139-152.
- SCHMITT, U.; GRÜNWARD, C.; GRIČAR, J.; KOCH, G.; ČUFAR, K. Wall structure of terminal latewood tracheids of healthy and declining silver fir trees in the Dinaric region, Slovenia. *IAWA Journal*. 2003, vol. 24, issue 1, s. 41–51. ISSN 0928-1541.

- SCHNABEL, A.; WENDEL, J. F. Cladistic biogeography of *Gleditsia* (Leguminosae) based on *ndhF* and *rpl16* chloroplast gene sequences. *American Journal of Botany*. 1998, vol. 85, issue 12, s. 1753–1765. ISSN 0002-9122.
- SCHÜTT, P. Das Tannensterben: der Stand unseres Wissens über eine aktuelle und gefährliche Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). *Forstw. Cbl.* 1977, vol. 96, s. 177–186.
- SCHÜTT, P. Das Tannensterben - ein Umweltproblem? *Holz-Zentralblatt*. 1980, vol 106, s. 545-6.
- SCHÜTT, P. Aktuelle Schäden am Wald - Versuch einer Bestandsaufnahme. *Holz-Zentralblatt*. 1982, vol. 108, s. 369- 372.
- SCHÜTT, P. *Tannenarten Europas und Kleinasiens*. Landsberg am Lech: Ecomed Verlagsgesellschaft, 1994a, s. 1–132.
- SCHÜTT, P. *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. Landsberg am Lech : Ecomed verlagsgesellschaft, 1994b, s. 121–123.
- SCHÜTT, P.; COWLING, E. B. Waldsterben, a general decline of forests in central Europe: symptoms, development, and possible causes. *Plant Disease*. 1985, vol. 69, issue 7, s. 548-558. ISSN 0191-2917.
- SIERPINSKI, Z. Rückgang der Tanne (*Abies alba* Mill.) in Polen. *Eur. J. For. Pathol.* 1981, vol. 11, s. 153–162.
- SKOŘEPA, H. Jedle bělokorá v našich lesích. *Živa*, 2006, vol. 24, issue 3, s. 108–110. ISSN 0044-4812.
- Směrnice děkana č. 5/2013. Pravidla pro zpracování tezí disertační práce, autoreferátu a disertační práce uplatňované na FLD od 1. 8. 2013*. Praha, FLD ČZU v Praze: 24 s.
- SNÁŠELOVÁ, V.; KOBLIHA, J. Mikropropagace šlechtitelsky cenných genotypů jedlí a smrku. Sborník z vědeckého semináře BIOS 90. Biotechnologické metody v šlachtení rostlín. Nitra 1990 (24.–25. 5.), s. 39–43.
- SOLBERG, S.; DOBBERTIN, M.; REINDS, G. J.; LANGE, H.; ANDREASSEN, K.; FERNANDEZ, P. G.; HILDINGSSON, A.; VRIES, W. Analyses of the impact of changes in atmospheric deposition and climate on forest growth in European monitoring plots: A stand growth approach. *Forest Ecology and Management*. 2009, vol. 258, issue 8, s. 1735-1750. ISSN 0378-1127, eISSN 1872-7042.
- SPACH, E. *Historie naturelle des végétaux-phanérogames*. 1. vyd. Paris: Librairie encyclopédique de Roret, 1842. 11 s.

- SPIECKER, H.; MIELIKÄINEN, K.; KÖHL, M.; SKOVSGAARD, J. P. Growth Trends in European Forests. Research Report 5. European Forest Institute, Springer, Berlin 1996, 372 s.
- STEBBINS, G. L. *Variation and evolution in plants*. 2. vyd. New York: Columbia University Press, 1950. 643 s.
- ŠINDELÁŘ, J. Rückgang der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in den Westgebieten der ČSSR und Entwurf von Massnahmen zur Erhaltung und Reproduktion dieser Mamart. In IUFRO Tannensymposium, Zvolen, 1987a, s. 149–157.
- ŠINDELÁŘ, J. *Koncepce šlechtitelských programů (strategií) pro hospodářsky významné lesní dřeviny*. Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady: VÚLHM, 1987b. 187 s.
- ŠINDELÁŘ, J. Biodiversity of forest ecosystems. In Sustainable forest management in the Czech Republic. Montreal: CSCE, 1990, s. 22–25.
- ŠINDELÁŘ, J. Předpokládaný vývoj klimatických poměrů ve střední Evropě a reakce dílčích populací některých lesních dřevin na změny prostředí. *Lesnictví-Forestry*. 1994, vol. 39, issue 11, s. 433–444. ISSN 1212-4834.
- ŠINDELÁŘ, J.; BERAN, F. Některé cizokrajné druhy rodu *Abies* ve srovnání s vybranými proveniencemi jedle bělokoré v lesích města Písku. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2001. 40 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J.; BERAN, F. Srovnání druhů rodu *Abies* v lesích města Písku. *Lesnická práce*. 2004, vol. 83, no. 1, s. 19-21. ISSN 0322-9254.
- ŠINDELÁŘ, J.; BERAN, F. Cizokrajné druhy jedlí (*Abies spec. div.*) ve věku 30 let v přírodní lesní oblasti 10 – Středočeská pahorkatina. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2002. 37 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J.; FRÝDL, J.; NOVOTNÝ, P.; TOMEČ, J.; HERCIK, L. Hodnocení vybraných provenienčních ploch s jedlí bělokorou ve věku 31 let se zřetelem na ověření fyto geografické proměnlivosti této dřeviny v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2005, vol. 50, č. 3, s. 179-190. ISSN 1805-9872.
- ŠINDELÁŘ, J.; BERAN, F.; FRÝDL, J.; NOVOTNÝ, P. K možnostem lesnického využití některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v ČR na základě hodnocení jejich růstu na lokalitě Jíloviště-Cukrák ve věku 30 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2006, vol. 51, č. 4, s. 235-242. ISSN 1805-9872.
- THOMAS, A. L.; GEGOUT, J. C.; LANDMANN, G.; DAMBRINE, E.; KING, D. Relation between ecological conditions and fir decline in a sandstone region of the Vosges

- mountains (northeastern France). *Annals of Forest Science*. 2002, vol. 59, issue 3, s. 265–273. ISSN 1286-4560.
- TIFFNEY, B. H.; MANCHESTER, S. R. The use of geological and paleontological evidence in evaluating plant phylogeographic hypotheses in the Northern Hemisphere Tertiary. *International Journal of Plant Sciences*. 2001, vol. 162, supplement 6, s. 3–17. ISSN 1058-5893.
- TKAČENKO, M. E. *Obščeje lesovodstvo*. 1. vyd. Moskva: [sine loco], 1955. 85 s.
- TOKÁR, F. Využitie hlavných druhov cudzokrajných jedlí v sadovníckej praxi na Slovensku. *Polnohospodárstvo*. 1971, vol. 34., no. 2, s. 154–162.
- TORELLI, N.; ČUFAR, K.; ROBIČ, D. Some wood anatomical, physiological and silvicultural aspects of silver fir dieback in slovenia (NW Yugoslavia). *IAWA Bulletin*. 1986, vol. 7, issue 4, s. 343–350. ISSN 0254-3915.
- TORELLI, N.; ČUFAR, K.; OVEN, P. Bioelectrical characterization of tree conditions and slime cells in the bark as possible symptoms of silver fir decline. *Phyton-Annales Rei Botanicae*. 1996, vol. 36, issue 3, s. 35–38. ISSN 0079-2047.
- TORELLI, N.; SHORTLE, W. C.; ČUFAR, K.; FERLIN, F.; SMITH, K. T. Detecting changes in tree health and productivity of silver fir in Slovenia. *European Journal of Forest Pathology*. 1999, vol. 29, issue 3, s. 189–197. ISSN 0300-1237.
- TULLUS, A.; TULLUS, H.; VARES, A.; KANAL, A. Early growth of hybrid aspen (*Populus x wettsteinii* Hämet-Ahti) plantations on former agricultural lands in Estonia. *Forest Ecology and Management*. 2007, vol. 245, issue. 1-3, s. 118-129. ISSN 0378-1127.
- ULRICH, B. Die Wälder in Mitteleuropa: Messergebnisse ihrer Umweltbelastung, Theorie ihrer Gefährdung, Prognose ihrer Entwicklung. *Allgemeine Forstzeitschrift*. 1980, vol. 35, s. 1198-202.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., KOLIBÁČOVÁ, S., KOBLÍŽEK, J., ŠEFL, J. *Dřeviny České republiky*. Matice lesnická, Písek 2001. 333 s. ISBN 80-86271-09-9.
- U.S. Geological Survey, 1999, Digital representation of "Atlas of United States Trees" by Elbert L. Little, Jr. <http://climchange.cr.usgs.gov/data/atlas/little/>, accessed 27-Nov-2001. [navštíveno 15. 4. 2014].
- VANČURA, K. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. *Práce VÚLHM*, 1990, vol. 75, s. 47–66.
- VANČURA, K.; BERAN, F. Výsledky pokusů IUFRO se severoamerickými jedlemi v ČR. *Zpravodaj lesnického výzkumu*. 1995, vol. 40, č. 3, s. 1 – 6.

- VENU, RC; MA, J; JIA, Y; LIU, G.; JIA, MH; et al. Identification of candidate genes associated with positive and negative heterosis in rice. *PLoS ONE*. 2014, vol. 9, issue 4, e95178. doi:10.1371/journal.pone.0095178.
- VIDAKOVIĆ, M. *Conifers. Morphology and variation*. 1. vyd. Croatia: Harwatske, 1991. 754 s. ISBN 86-399-0279-8. 188.
- VIGUÉ, T.; GAUSSEN, H. Revision du genre *Abies* I. *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Nat. Du Toulouse*, 1928, vol. 57, issue 3, s. 369–434.
- VIGUÉ, T.; GAUSSEN, H. Revision du genre *Abies* II. *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Nat. Du Toulouse*, 1929, vol. 58, issue 4, s. 245–564.
- VINCENT, G.; KANTOR, J. Das frühzeitige tannen-sterben, seine ursachen und verbeugung. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*. 1971, vol. 82, issue 2, s. 101–115. ISSN 0379-5292.
- WEI, R.; ZHANG, X. C. Rediscovery of *Cystopteridium chinense* Ching (Cystopteridaceae): phylogenetic placement of the critically endangered fern species endemic to China. *Journal of Systematics and Evolution*. 2014, vol. 52, issue 4, s. 450–457. ISSN1674-4918, eISSN 1759-6831.
- WEN, J. Evolution of eastern Asian and eastern North American disjunct distributions in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1999, vol. 30, s. 421–455. ISSN 0066-4162.
- WEN, J.; ICKERT-BOND, S.; NIE, Z. L.; LI, R. Timing and modes of evolution of eastern Asian–North American biogeographic disjunctions in seed plants. In: Long, M.; Gu, H. Y.; Zhou, Z. (Eds.), *Darwin's Heritage Today: Proceedings of the Darwin 200 Beijing International Conference*. Higher Education Press, Beijing 2010, s. 252–269.
- WEN, J.; JANSEN, R. K. Morphological and molecular comparisons of *Campsis grandiflora* and *C. radicans* (Bignoniaceae), an eastern Asian and eastern North American vicariad species pair. *Plant Systematics and Evolution*. 1995, vol. 196, issue 3-4, s. 73–83. ISSN 0378-2697.
- WENTZEL, V. K. F. Ursachen des Waldsterbens in Mitteleuropa. *Allgemeine Forstzeitschrift*. 1982, vol. 37, s. 1365–1368 (In German).
- WHITE, T. L.; ADAMS, W. T.; NEALE, D. B. *Forest Genetics*. 1. vyd. London: CABI Publishing: Oxfordshire. 2007, 682 s. ISBN 978 0 85199 083 5.
- WILLIS, K. J.; MCELWAIN, J. C. *The Evolution of Plants*. 1. vyd. London: Oxford University Press. 2002, 359 s. ISBN-10: 0-19-850065-3.

- WRIGHT, J. W. Species crossability in spruce in relation to distribution and taxonomy. *Forest. Sci.*, 1955, vol. 1, no. 4, s. 319–349. ISSN 0015-749X.
- XIANG, XG.; CAO, M.; ZHOU, ZK. Fossil history and modern distribution of the genus *Abies* (Pinaceae). *Front. For. China*. 2007, vol. 2, s. 355–365.
- XIANG, Q. Y.; CRAWFORD, D. J.; WOLFE, A. D.; TANG, Y. C.; DEPAMPHILIS, C. E. Origin and biogeography of *Aesculus* (Hippocastanaceae): a molecular phylogenetic perspective. *Evolution*. 1998, vol. 52, issue 4, s. 988–997. ISSN 0014-3820, eISSN 5646.
- XIANG, QP; XIANG, QY; GUO, YY; ZHANG, XC Phylogeny of *Abies* (Pinaceae) inferred from nrITS sequence data. *Taxon*. 2009, vol. 58, issue 1, s. 141-152. ISSN: 0040-0262.
- XIANG, QP; WEI, R.; SHAO, YZ.; YANG, ZY.; WANG, XQ.; ZHANG, XCH. Phylogenetic relationships, possible ancient hybridization, and biogeographic history of *Abies* (Pinaceae) based on data from nuclear, plastid, and mitochondrial genomes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2015, vol. 82, part A, s. 1-14. ISSN 1055-7903.
- ZACHOS, J.; PAGANI, M.; SLOAN, L.; THOMAS, E.; BILLUPS, K. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. *Science*. 2001, vol. 292, issue 5517, s. 686–693. ISSN 0036-8075.
- ZHANG, D.; KATSUKI, T.; RUSHFORTH, K. *Abies sachalinensis*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. 2013. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. [Navštíveno 9. 1. 2014.]
- ZIEGENHAGEN, B.; FADY, B.; KUHLENKAMP, V. Differentiating groups of *Abies* species with a simple molecular marker. *Silvae Genetica*. 2005, vol. 54, issue 3, s. 123–126. ISSN 0037-5349.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013*. Praha : Ministerstvo zemědělství, 2014. 133 s. ISBN 978-80-7434-112-0.

9. Seznam příloh

- Příloha 1 – K01 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů
- Příloha 2 – K02 Srovnávací výsadba různých druhů rodu *Abies*
- Příloha 3 – K03 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací
- Příloha 4 – K04 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací
- Příloha 5 – K05 Multiklonální směs hybridů generace F2
- Příloha 6 – K06 Výsadba multiklonální směsi hybridů – ŠLP generace F2
- Příloha 7 – P07 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů
- Příloha 8 – P08 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů
- Příloha 9 – Plánek plochy K01 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů
- Příloha 10 – Plánek plochy K02 Srovnávací výsadba různých druhů rodu *Abies*
- Příloha 11 – Plánek plochy K03 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací
- Příloha 12 – Plánek plochy K04 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací
- Příloha 13 – Plánek plochy K05 Multiklonální směs hybridů generace F2
- Příloha 14 – Plánek plochy K06 Výsadba multiklonální směsi hybridů – ŠLP generace F2
- Příloha 15 – Plánek plochy P07 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů
- Příloha 16 – Plánek plochy P08 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

Příloha 4 – K04 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací

		x				
	6,0	x				
	6,1	4,4				
	x	4,4	x			
	x	8,1	x			
	2,5	13,2	x			
x	2,7	7,2	x	x		
x	x	5,3	9,6	x		
10,7	x	6,0	13,2	9,5		
15,8	x	4,9	7,6	11,8		
x	x	6,4	7,2	x		7,6
x	6,7	5,0	x	x	x	12,9
10,9	6,5	5,7	x	6,0	x	x
13,7	x	4,2	8,4	4,4	8,5	x
x	x	x	11,5	x	12,0	8,0
x	6,0	x	x	x	7,1	11,7
9,3	4,3	x	x	9,4	5,0	x
15,6	x	x	8,1	10,9	x	x
x	x	x	9,0	x	x	8,3
x	x	x	x	x	x	11,9
10,1	x	7,4	x	8,6	x	x
16,4	x	10,0	7,9	10,7	x	x
x	x	7,7	7,0	x	x	x
x	8,8	8,5	x	x	x	x
10,1	10,4	x	x	7,2	x	8,0
13,5	8,0	x	8,2	6,4	6,9	9,3
10,4	7,4	x	7,7	x	10,9	6,6
11,5	9,3	x	x	x	x	6,0
6,0	9,2	8,0	x	8,1	x	x
3,5	7,8	9,0	9,2	7,1	7,6	x
9,8	6,0	4,4	10,9	x	12,5	x
13,6	7,9	3,1	x	x	x	x
7,5	5,2	8,8	x	8,5	x	6,9
4,9	x	11,2	8,2	7,0	7,1	3,0
9,4	x	8,7	7,5	x	9,7	x
12,5	x	10,7	x	x	x	x
9,7	x	7,9	x	x	x	6,0
9,9	x	6,1	x	x	8,3	16,2
9,9	x	7,1	x	7,0	11,4	x
12,0	9,0	12,5	x	7,5	x	x
x	9,1	x	x	6,8	x	x
x	x	x	6,7	8,0	4,0	x
8,7	x	7,7	8,9	x	3,1	5,2
11,1	x	12,9	x	x	7,1	9,2
x	x	6,0	x	6,0	11,7	5,8
x	6,0	4,4	6,1	9,2	x	11,4
8,7	5,3	8,1	7,5	x	x	x
13,0	x	10,4	x	x	7,6	x
7,9	x	5,3	x	5,9	9,9	6,6
9,9	6,6	4,0	7,5	7,0	x	12,4
x	7,3	3,0	11,3	x	x	6,6
x	x	2,5	x	x	8,2	11,0
x	x	7,3	x	x	11,0	x
x	x	11,2	x	x	x	x
8,9	x	3,8	x	x	x	x
13,2	x	3,1	x	x	x	x
5,4	x	7,4	x	x	x	x
4,8	7,5	10,6	6,7	x	x	x
x	12,4	x	8,3	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x
8,3	x	x	x	x	x	x
15,0	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x
x	7,3	x	x	x	x	x
	15,1		x		x	

Příloha 6 – K06 Výsadba multiklonální směsi hybridů – ŠLP generace F2

3.8	2.7	x	x	x
5.5	2.7	x	x	x
x	x	3.6	x	x
x	x	4.4	x	x
3.8	6.1	4.8	2.9	x
5.7	7.4	6.6	5.1	x
2.5	3.1	x	3.2	x
3.7	3.3	x	4.9	x
3.5	4.0	3.4	2.9	x
5.5	5.0	3.9	4.0	x
2.7	7.2	5.6	1.7	x
3.1	10.2	6.8	1.7	x
2.9	6.7	3.2	3.1	x
4.4	4.4	3.4	3.7	x
x	4.9	x	2.9	x
x	7.8	x	2.2	x
2.9	x	3.7	3.6	x
5.4	x	3.2	5.1	x
2.4	4.5	2.8	x	x
3.6	6.8	2.7	x	x
2.9	5.0	6.0	5.1	x
3.8	9.0	6.3	6.1	x
x	x	4.0	x	x
x	x	4.4	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
3.2	4.6	4.9	x	x
4.8	5.6	5.7	x	x
x	x	4.8	1.8	x
x	x	9.4	1.6	x
5.5	3.9	3.8	5.4	x
8.7	7.1	5.6	9.2	x
x	4.5	5.2	3.8	x
x	7.0	11.8	7.1	x
4.5	x	x	1.8	x
7.1	x	x	2.4	x
4.4	4.5	4.7	x	x
5.3	6.9	11.4	x	x
5.1	4.8	3.4	x	x
9.3	7.7	8.2	x	x
x	5.0	2.8	4.0	x
x	7.2	5.1	6.4	x
3.8	2.6	3.9	3.5	x
7.0	4.3	8.2	6.6	x
6.0	1.9	3.4	x	x
9.2	1.9	6.0	x	x
3.3	x	2.9	x	x
5.6	x	4.9	x	x
2.4	x	x	4.0	x
3.6	x	x	6.8	x
5.5	x	x	x	x
9.0	x	x	x	x
x	2.4	x	x	x
x	3.0	x	x	x
x	2.1	4.5	1.8	x
x	2.9	6.2	2.1	x
x	3.8	4.9	4.0	x
x	6.6	9.3	7.4	x
3.7	5.3	x	5.1	x
5.8	8.9	x	11.2	x
6.1	x	x	x	x
8.7	x	x	x	x
2.6	2.5	x	3.8	x
5.0	4.0	x	8.2	x
1.4	2.7	2.4	x	x
1.0	5.0	2.5	x	x
3.4	x	4.3	3.4	x
5.2	x	10.6	5.1	x
5.1	4.4	3.7	x	x
6.3	5.8	5.7	x	x
2.7	4.9	x	4.2	x
4.0	6.2	x	6.4	x
2.3	3.5	3.0	4.6	x
4.7	6.3	5.2	6.6	x
x	4.9	2.9	x	x
x	8.6	3.4	x	x
x	x	5.3	x	x
x	x	9.0	x	x
1.7	5.2	1.8	x	x
1.6	9.0	2.6	x	x
4.8	1.6	2.9	2.3	x
6.4	3.0	4.8	2.8	x
x	5.4	5.1	x	x
x	9.9	11.6	x	x
x	x	4.3	x	x
x	x	4.0	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
4.9	x	x	x	x
9.5	x	x	x	x
1.9	x	x	x	x
2.6	x	x	x	x
3.3	x	7.3	4.1	x
5.0	x	11.1	4.0	x
4.7	x	x	4.0	x
5.5	x	x	7.0	x
3.8	x	6.3	x	x
7.1	x	11.9	x	x
x	1.6	4.8	4.2	x
x	1.5	9.9	6.1	x
x	4.9	4.1	6.4	x
x	7.5	6.6	14.2	x
4.2	3.0	6.0	x	x
6.4	3.3	9.0	x	x
6.4	4.8	4.7	4.6	x
9.1	3.7	4.2	5.5	x
6.4	5.0	6.0	5.0	x
10.1	5.5	12.2	13.2	x
1.7	x	5.0	x	x
1.3	x	12.1	x	x
5.7	x	x	x	x
5.8	x	x	x	x
x	4.5	2.6	x	x
x	8.0	3.7	x	x
x	6.4	4.9	x	x
x	12.0	10.0	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	5.8	3.1	2.4	x
x	11.9	6.8	2.6	x
x	1.9	x	x	x
x	2.4	x	x	x
x	4.8	x	x	x
x	8.5	x	x	x
4.4	x	x	x	x
6.4	x	x	x	x
4.1	6.1	x	x	x
7.0	9.7	x	x	x
2.9	x	x	x	x
4.7	x	x	x	x
4.5	x	x	5.4	x
7.1	x	x	7.4	x
x	x	x	8.0	x
x	x	x	9.9	x
4.5	6.7	x	4.9	x
7.6	9.1	x	7.3	x
2.9	x	x	x	x
3.5	x	x	x	x
4.6	x	4.8	x	x
6.7	x	7.3	x	x
2.4	5.3	x	3.2	x
3.3	7.7	x	5.8	x
x	x	x	5.6	x
x	x	x	11.0	x

Příloha 7 – P07 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

The image displays a large, complex grid of small tables, likely a comparison of genetic data for spontaneous hybrid offspring. The grid is organized into several vertical columns and many rows, with each cell containing small text or numbers. The overall structure is highly detailed and appears to be a technical or scientific document.

Příloha 9 – Plánek plochy K01 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

1		2		3		4		5		6		22
7		8		9		10		11		12		28
13		14		15		16		17		18		30
19		20		21		22		22		24		28
22		1		10		14		17		19		22
20		21		3		11		15		18		30
6		2		22		5		12		16		28
6		8		4		22		7		13		22
7		1		12		25		24		9		
8		2		17		13		19		16		
9		3		20		18		14		21		
10		4		22		23		24		15		
11		5		25		26		27		24		

Vysvětlivky:

č. 1 – 21 potomstvo spontánních hybridů

č. 22 – *Abies alba*

č. 23 – *Abies nordmanniana*

č. 24 – *Abies balsamea*

č. 25 – *Abies grandis*

č. 26 – *Abies procera*

č. 27 – *Abies concolor*

č. 28 – *Abies gracilis*

č. 30 – *Abies coreana* × (*A. cilicica* × *A. cephalonica*)

Příloha 11 – Plánek plochy K03 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací

						19				
						19	16			
			S2				16	17		B.Č
	k1		S2			x	x	x		x
	x		x	9		19	x	17		B.Č
	k1		x	x	18	x	x	x		B.Č
	k1	3	S2	9	18	x	x	x		B.Č
	k1	3	x	9	18	19	x	x		B.Č
k1	x	x	S2	9	18	x	16	17		x
k1	x	x	x	x	18	x	16	x		B.Č
k1	k1	3	S2	9	18	19	x	17		B.Č
x	k1	x	x	x	18	x	x	17		B.Č
x	x	3	x	9	18	x	16	17		B.Č
x	k1	3	x	x	x	19	x	17		B.Č
x	k1	3	S2	10	10	16	16	17		B.Č
x	k1	2	x	x	10	x	x	x		B.Č
x	x	x	x	x	x	x	x	17		B.Č
x	k1	x	S2	x	11	18	16	x		B.Č
x	k1	2	x	x	x	x	x	17		x
x	k1	2	x	x	12	18	x	17		x
4	k1	2	x	x	12	18	x	17		x
4	k1	x	6	9	12	18	x	17		x
4	x	x	x	x	12	16	16	17		17
x	k1	x	6	9	x	x	x	17		17
x	k1	x	6	9	x	18	x	17		B.Č
x	k1	x	6	9	x	x	x	x		x
x	k1	x	6	9	x	19	x	x		x
x	k1	x	x	9	12	x	x	x		17
x	x	x	x	9	12	x	x	x		B.Č
4	k1	x	6	x	12	18	x	16		x
x	k1	x	6	9	12	18	19	16		x
4	k1	x	x	x	x	18	x	16		x
	k1		x	x	12	x	x	16		x

Příloha 12 – Plánek plochy K04 Klonová výsadba řízkovanců hyb. kombinací

		21/23				
	21/23	21/23				
	21/23	21/23	21/24			
	21/23	21/23	x			
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24		
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24		
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24		21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	x	21/24
5/2	x	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
x	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	x	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	x
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	21/24
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	x
5/2	21/23	21/23	21/24	21/24	23/10	F2
5/2	x	21/23	21/24	x	23/10	F2
5/2	18/8	21/23	21/24	21/24	23/10	F2
5/2	18/8	21/23	21/24	21/24	x	x
5/2	x	21/23	21/24	21/24	23/10	23/10
5/2	13/2	21/23	21/24	21/24	23/10	23/10
5/2	13/2	21/23	21/24	21/24	23/10	x
5/2	x	21/23	21/24	21/24	23/10	23/10
x	13/2	21/23	21/24	x	23/10	23/10
5/2	x	21/23	21/24	21/24	23/10	x
5/2	13/1	21/23	21/24	21/24	23/10	23/10
5/2	13/1	21/23	21/24	21/24	23/10	23/10
5/2	13/1	21/23	21/24	21/24	x	23/10
x	x	21/23	21/24	21/24	21/24	x
4/5	6/1	21/23	21/24	21/24	21/24	23/10
x	x	21/23	21/24	21/24	21/24	23/10
x	4/5	x	21/24	21/24	21/24	23/10

Vysvětlivky (v závorce varianta viz příloha č. 11)

4/5 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (17)

5/2 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (19)

6/1 – *A. alba* × *A. alba* (4)

13/1 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18)

13/2 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (18)

18/8 – *A. cephalonica* × *A. cephalonica* (16)

21/23 – *A. alba* × *A. cilicica* (K1)

21/24 – *A. alba* × *A. cilicica* (K1)

23/10 – *A. cephalonica* - samoopylení (S2)

F2 – 2. filiální generace *A. cilicica* × *A. cephalonica*

Příloha 13 – Plánek plochy K05 Multiklonální směs hybridů generace F2

F2															
F2	F2														
F2	F2	F2													
F2	F2	F2													
F2	F2	F2	F2	F2											
F2	F2	F2	F2	F2											
F2	F2	F2	F2	F2											
F2	F2	F2	F2	F2	F2										
F2	F2	F2	F2	F2	F2										
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2									
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2								
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2								
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2								
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2								
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2						
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2					
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2				
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2				
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2			
F2	F2	F2	F2	x	F2	F2	x	F2	F2	F2	x	F2	F2		
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	x	F2	F2	F2	F2	F2	
F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2
F2	F2	F2	x	F2	F2	F2	F2	x	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2
x	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	x	F2	F2	F2	x

Příloha 15 – Plánek plochy P07 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

x	17			16
18	1	9	12	1
9	12	1	1	4
12	1	16	1	18
2	1	1	12	12
	1	1	1	1
		9	1	1
		17	1	1
		9	18	18
		16	16	2
		12	4	x
		2	12	12
		1		

Příloha 16 – Plánek plochy P08 Srovnávací výsadba potomstev spontánních hybridů

18	19	11	10	5	7
13	9	17	1	2	3
11	22	4	21	16	12
20	23	7	9	14	13
21	8	5	19	21	15
12	22	13	16	8	10
15	11	17	3	22	7
23	4	21	20	16	18
5	2	22	14	17	19
10	23	7	6	13	12